METSÄTIETEELLISEN KOELAITOKSEN

JULKAISUJA

MEDDELANDEN FRÅN

FORSTVETENSKAPLIGA FÖRSÖKSANSTALTEN

COMMUNICATIONES
EX
INSTITUTO QUAESTIONUM FORESTALIUM FINLANDIAE
EDITAE

10

HELSINKI 1926

METSÄTIETEELLISEN KOELAITOKSEN

JULKAISUJA

MEDDELANDEN FRÅN

FORSTVETENSKAPLIGA FÖRSÖKSANSTALTEN

COMMUNICATIONES
EX
INSTITUTO QUAESTIONUM FORESTALIUM FINLANDIAE
EDITAE

10

HELSINKI 1926
VALTIONEUVOSTON KIRJAPAINO

COMMUNICATIONES

EX

INSTITUTO QUAESTIONUM FORESTALIUM FINLANDIAE

EDITAE

10

KUJALA, VILJO, Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen ..... 1—140

Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. A. Putkilokasvit. 141—154

KUJALA, VILJO, Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. B. Laubmoose. 1—48

Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. B. Lehtisammalet ..... 49—59

KUJALA, VILJO, Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. C. Flechten. 1—51

Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. C. Jäkälät. 54—56

KUJALA, VILJO, Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. II. Über die Begrenzung der Siedlungen ..... 1—26

Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. II. Kasvustojen rajoittamisesta ..... 27—29

KUJALA, VILJO, Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nordfinnland ..... 1—37

Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa ..... 38—41

AALTONEN, V. T., Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden ..... 1—56

Summary: The Decomposition of Nitrogenous Compounds in Woodland Soils ..... 57—61

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE WALDVEGETATION
IN SÜD- UND MITTELFINNLAND

I. ZUR KENNTNIS DES ÖKOLOGISCH-BIOLOGISCHEN CHARAKTERS DER PFLANZENARTEN UNTER SPEZIELLER BERÜCKSICHTIGUNG DER BILDUNG VON PFLANZENVEREINEN

A. GEFÄSSPFLANZEN

VILJO KUJALA

TUTKIMUKSIA METSÄKASVILLISUUDESTA ETELÄ- JA KESKI-SUOMESSA
I. TUTKIMUKSIA KASVILAJIEN EKOLOOGISBIOLOOGISEN LUONTEEN MÄÄRÄÄMISEKSI KASVIYHDYSKUNTIEN MUODOSTUMISTA SILMÄLLÄPITÄEN

A. PUTKILOKASVIT

(SUOMENKIELINEN SELOSTUS)

HELSINKI 1926

Helsinki 1926. Valtioneuvoston kirjapaino.

Vorwort.

Ehe ich daran gehe, die Ergebnisse meiner pflanzengeographischen Untersuchungen, die ich in den vier letzten Jahren in verschiedenen Teilen Finnlands ausgeführt habe, der Öffentlichkeit zu unterbreiten, ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Generaldirektor Professor Dr. A. K. Cajander, der mir bei der Entwerfung meiner Untersuchungsprojekte wertvolle Ratschläge erteilt und mich durch sein unermüdliches Interesse an meinen Arbeiten angefeuert hat, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Zu Danke verpflichten bin ich auch Herrn Professor Dr. O. Heikinheimo für fiele gute Ratschläge und Hilfe, sowie den Herren mag. phil. H. Väänänen und mag. phil. N. Malmström, die mich bei meinen Feldarbeiten unterstützt haben, der erstere in Ostfinnland im Sommer 1922, der letztere in Vesijako und Mittelösterbotten im Sommer 1923. Im Sommer 1924 leistetete mir mein Bruder, Lehrer Toivo Kujala, wertvolle Hilfe. Er hat u. a. den Hauptteil der Abbildungen dieser Publikation gezeichnet.

Der Verfasser.

Einleitung.

Problemstellung.

Der Hauptzweck der Untersuchungen, von deren Resultaten hiermit ein Teil vorgelegt wird, war, Zusammensetzung und gegenseitiges Verhältnis der verschiedenartigen Waldpflanzensiedelungen [1]) klarzulegen, wobei als letztes Ziel eine natürliche Klassifizierung derselben vorschwebte. Die Auffassung, dass ein möglichst vielseitiger Einblick in die Biologie wenigstens der bemerkenswerteren Arten bei der Untersuchung der Vegetation anzustreben sei, wurde schon von PALMGREN (z. B. 1912, S. 7) hervorgehoben. Auch im Laufe dieser Untersuchungen wurde es immer deutlicher, dass sich zwecks eines guten Verständnisses der Eigenschaften der Pflanzenvereine die Untersuchung in hohem Masse mit der Biologie der einzelnen Arten befassen musste. Die Art ist, da in ihren Eigenschaften bestimmt und bei der Anstellung von Beobachtung leicht übersehbar, die geeignetste Grundlage einer solchen Untersuchung. Andererseits ist allerdings zu beachten, dass man sich bei solchen artbiologischen Untersuchungen nicht allzuweit von der Hauptfrage entfernen darf, man hat, mit anderen Worten, das Hauptaugenmerk auf solche Eigenschaften der zu untersuchenden Pflanzenarten zu richten, die von beachtlicher soziologischer Bedeutung sind. Es liegt jedoch zutage, dass eine fortschreitende Untersuchung auch solche Eigenschaften der Pflanzen als in dieser Beziehung bemerkenswert erweisen wird, die heute noch recht unbedeutend erscheinen.

Untersuchungsgebiete.

Die Untersuchungsstellen liegen in der südlichen Hälfte Finnlands, südlich vom Flussgebiete des Oulujoki, und sind folgende (siehe Fig. 1):

---

[1]) In dieser Untersuchung wird im wesentlichen CAJANDERS (1922) pflanzentopographische Begriffseinteilung und Terminologie befolgt.

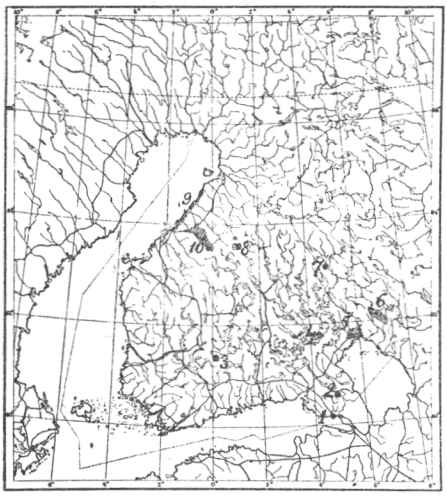


Fig. 1. Karte über die Untersuchungsgebiete.

1. *Versuchsgebiet von Raivola*, das den bekannten ca. 110—190-jährigen Lärchenforst mit nächster Umgebung umfasst. Der Boden ist fruchtbarer Sand- und Lehmboden.

2. *Versuchsgebiet von Veikkola.* Junge und alte, ziemlich reine Kiefernwälder; vor allem auf magerem und mittelmässig fruchtbarem Sandboden.

3. *Staatsforst von Evo.* Zu dem untersuchten Gebiete gehören ältere reine Kiefernwälder auf ziemlich magerem und mittelgutem Boden; auch die Ausländerkulturen auf fruchtbarem Moränenboden wurden untersucht.

In der Nachbarschaft liegt auch *Versuchsgebiet von Vesijako.* Vor allem Fichtenwald auf fruchtbarem Moränenboden.

4. *Versuchsgebiet von Punkaharju.* Verschieden alte Kierfernwälder, im allgemeinen auf mittelgutem Sand- und Ässchuttboden. Junge, besonders Brand- und andere Kulturwälder auf fruchtbaren Böden.

5. *Gegend von Sortavala.* Besonders kupierte und bergige Gegend, wo in den Gebieten durchgängig seltene basische Gesteinsarten, vor allem Kalkstein allgemein sind. Die Untersuchung hat besonders in Tälern und auf Abhängen auf fruchtbarstem Boden befindliche Haine sowie Waldsiedelungen auf Lehmböden umfasst.

6. *Wasserscheidegegend von Ladoga-Grenz-Karelien.* Alte und junge, besonders Brandkulturwälder (Fichte, Kiefer, weniger Birke), vornehmlich auf magerem und mittelgutem Sand- und Moränenboden, desgleichen alte Naturwälder auf ähnlichen Böden.

7. *Versuchsgebiet von Koli.* Junge Wälder (vor allem Birke) auf Brandkulturböden auf fruchtbaren Moränenabhängen, alter Naturwald auf ähnlichem Boden; Kiefernwald auf magerem Sandboden.

8. *Wasserscheidegegend östlich von Pyhäjärvi in Mittelösterbotten.* Vor allem mittelalte und alte Fichten-, Kiefern- und Birkenwälder auf relativ fruchtbarem Moränenboden.

9. *Küstengegend am inneren Bottnischen Meerbusen zwischen Raahe und Kokkola.* Verschiedenalte Kiefern- und Fichtenwälder auf magerem und mittelgutem Sand- und Moränenboden sowie Meeresufer-Grauerlenhaine auf fruchtbarem, frischem, bisweilen Lehmboden.

10. *Binnenlandgebiet von Mittelösterbotten.* Untersuchungsorte in Kälviä, Kannus, Sievi, Reisjärvi und Lestijärvi umfassend. Magere und einigermassen mittelgute Sand-, Åsschutt- und Moränenböden mit Kiefern-, Fichten- und Birkenwäldern.

Untersuchungsmethode.

Meine Untersuchungen fussen in der Hauptsache auf vergleichenden Beobachtungen in der Natur während der Sommer 1922, 1923 und 1924.

Die Hauptarbeit betraf verschiedenartige Probeflächen, welche in homogener Waldvegetation lagen und deren Gesamtsumme 200 betrug. Die Grösse der Probeflächen war meist 30 × 30 m². Bisweilen hatte die Probefläche auch die Form eines Rechtecks. Recht selten war sie kleiner, bisweilen grösser als die genannte Normalfläche. Bei den Untersuchungen wurde im allgemeinen so verfahren, dass die Probefläche in Quadrate von 5 × 5 m² eingeteilt wurde. Danach wurden die Bäume in 2 cm-Durchmesserklassen in Brusthöhe gemessen, — auch die abgestorbenen Bäume derselben Alterklasse wurden besonders gemessen. Die Höhe des Baumbestandes wurde durch Hypsometermessungen festgestellt; die Altersverhältnisse der Bäume wurden auf verschiedene Weise bestimmt. Danach wurde eine genaue Analyse der Vegetation vor allem in der Weise vorgenommen, dass an jedem Schnittpunkt der Quadrateinteilung nach RAUNKIAER-LAGERBERGS Prinzipien ein Probeplätzchen von 30 × 30 cm², auf anderen Probeflächen von 50 × 50 cm² Grösse angelegt und die Pflanzen, die (deren oberirdische Teile) ganz oder teilweise darauf vorkamen, nach den Spezies und dem Bedeckungsgrad in Zehnteln des Plätzchenareals vermerkt wurden. Sowohl die Phanerogamen- als die Kryptogamenspezies (abgesehen von den Pilzen) wurden bestimmt, von den Gefässpflanzen genau auch die Keimpflanzen. Derartige Proben wurden so meistens 49 von jeder Probefläche erhalten. In einigen Fällen wurden jedoch eine oder mehrere von den Grenzlinien der Probefläche nicht untersucht. Die Frequenz (0—10) auf der Probefläche wurde so bestimmt, dass das Verhältnis der Probeplätzchenanzahl, wo die Spezies vorkam, zur Summe des Plätzchen, mit zehn multipliziert, berechnet wurde. Spezielle Beobachtungen wurden in möglichst grosser Menge über die Art des Auftretens der verschiedenen Arten, ihr Verhalten zu anderen Pflanzenarten, das Blühen und die Verjüngung derselben, die Beschaffenheit der Rhizome, die Tiefe derselben und der Wurzeln und ihr Verhältnis zu den Bodenschichten, ihre Anord-

nung zu Schichten, die Entwicklungszeit der verschiedenen Arten usw. gesammelt. Alle diese Verhältnisse wurden auch durch zahlreiche photographische Aufnahmen und genaue Kartenskizzen sowie durch Zeichnungen in der Natur fixiert. Besonders lernte ich den Wert der kartographischen Analyse hoch einschätzen. Auch das Bodenprofil wurde in besonders ausgeworfenen Gruben bis zu einer Tiefe von 0.5 m untersucht. Grosse Sorgfalt wurde auf die Anstellung von Beobachtungen über das Auftreten der einzelnen Pflanzenarten in der Umgebung der Probeflächen verwandt. Gewöhnlich wurden unter Benutzung von NORRLINS 10-gradiger Skala die anliegenden Siedelungen skizziert sowie die Ursachen der Verschiedenheit zu bestimmen versucht. In Fällen, die eine besondere Aufmerksamkeit zu erheischen schienen, wurde noch eine Hauptprobefläche hinzugefügt.

Auf die Untersuchung einer jeden Probefläche wurde durchschnittlich ein Tag verwendet.

Da die Untersuchungen in vollem Umfang in der Natur ohne Spezialapparate vorgenommen wurden (abgesehen von solchen, die beim Kartenzeichnen verwendet wurden, der Handnivellierungsinstrumente, von Spaten, Millimetermassen u. a.), sind viele Beobachtungen, weil nur schätzungsweise nach Augenmass vorgenommen, weniger genau, und natürlich konnten nur solche Verhältnisse berücksichtigt werden, die für das blosse Auge erkennbar waren.

Von den Pflanzen der verschiedenen Spezies haben sich Beobachtungen in verschiedener Menge angesammelt, von den häufigen Arten mehr, von den seltenen spärlich. Schon deshalb darf mein Beobachtungsmaterial gar nicht als für eine vollständigere Lösung der in Frage stehenden Aufgabe ausreichend angesehen werden. Jedoch ist in Rücksicht zu ziehen, dass gerade die häufigsten Arten auch in anderen hier in Betracht kommenden Beziehungen von der grössten Bedeutung sind. Gerade hierin erkennt man den Vorteil der von mir angewandten »Freiluftmethode» im Vergleich zu den »Laboratoriumsverfahren», — die Hauptaufmerksamkeit richtet sich tatsächlich auf die wichtigsten Erscheinungen schon wegen deren Allgemeinheit; Verhältnisse, die an sich zwar interessant sein mögen, aber geringere allgemeine Bedeutung haben, bleiben bei Seite. Meine Ansicht ist denn auch, dass bei Fortsetzung der Untersuchungen ausser über die jetzt vernachlässigten seltenen Arten auch, und zwar in erster Linie über die Hauptarten, von immer neuen Gesichtspunkten aus Beobachtungen anzustellen sind. Von eingehenden Instrumental- und Experimentaluntersuchungen u. a. darf man sich vor allem für die Nachprüfung und Präzisierung der Resultate

Nutzen versprechen. Ohne vorangehende gründliche okulare Untersuchungen führen jene leicht zur Vertiefung in Einzelheiten, die vom Standpunkt der Hauptfrage aus Nebensachen sind, sowie zu falschen Schlussfolgerungen infolge von allzu weitgehender voreiliger Verallgemeinerung der beobachteten Erscheinungen.

In diesem ersten Teile meiner Untersuchungen werden die autökologischen Verhältnisse der Gefässpflanzenarten, die auf den Probeflächen vorkamen, behandelt. Damit die in biologischer Beziehung ähnlichen Arten im Zusammenhang miteinander behandelt werden können, sind die Spezies im folgenden in: 1. reiserartige Pflanzen, 2. krautartige Pteridophyten, 3. grasartige Pflanzen, 4. krautartige monokotyledone Pflanzen und 5. dikodtyledone Kräuter gruppiert. Da beabsichtigt ist, die Untersuchung der Bäume und Sträucher besonders in verjüngungsbiologischer Beziehung unter Verwendung u. a. derjenigen Probeflächen fortzusetzen, die während der Untersuchung zwecks Verfolgens der Entwicklung von Jungbaumbeständen abgetrennt wurden, ist das Beobachtungsmaterial über die Biologie dieser Pflanzen für eine eingehendere Behandlung in diesem Zusammenhange zurückgestellt worden.

Die Moose und Flechten werden in besonderen Teilen behandelt.

Obwohl es nicht meine Absicht war, schon in diesem ersten Teile auch die Frage der Pflanzenvereine zur Behandlung zu nehmen, schien es doch, speziell zwecks Orientierung gegenüber früheren Untersuchungen, notwendig, die Zugehörigkeit verschiedener Arten zu bekannten Waldvegetationstypen nach meinen Beobachtungen anzugeben. Das geschah, indem der in Frage kommende Typ in Klammern erwähnt wurde. (Die gewönlichen Abkürzungen der Typennamen bedeuten: ClT = *Cladina*-Typ, CClT = *Calluna-Cladina*-Typ, CT = *Calluna*-Typ, VT = *Vaccinium*-Typ, MT = *Myrtillus*-Typ, OMT = *Oxalis-Myrtilus*-Typ, PyT = *Pyrola*-Typ, DrMT = *Dryopteris-Myrtillus*-Typ, VRT = *Vaccinium-Rubus saxatilis*-Typ, OT = *Oxalis*-Typ, LT = *Lychnis rubra*-Typ, AT = *Aconitum*-Typ, FT = *Filices*-Typ.)

Bei der Nomenklatur vird Mela-Cajanders Flora (Suomen Kasvio, Helsinki 1906) befolgt.

Kurzer Überblick über die Waldböden auf den untersuchten Probeflächen.

Da im folgenden oft von den Beziehungen der Pflanzen und ihrer einzelnen Teile zu dem Boden, zu dessen verschiedenen Schichten usw. die Rede sein wird, dürfte eine kurze Erörterung darüber auf Grund meiner diesbezüglichen Beobachtungen hier am Platze sein.

Der überwältigende Hauptteil der Probeflächen, wie überhaupt der Waldsiedelungen der Gebiete, sind Nadelholzwälder auf magerem Heideboden, wo die Erdoberfläche von einer geschlossenen, hauptsächlich von Hylocomiaceen und Dicranaceen gebildeten Moosschicht bedeckt wird. Mustert man das Bodenprofil auf einem solchen Standort, so erweist es sich als ein solches, wie Figur 2 zeigt. Ganz oben unter der Reiservegetation bemerkt man eine geschlossene grüne Moosschicht, deren Dicke gewöhnlich 2—3 cm beträgt. Unter dieser Schicht folgt mit ziemlich ausgeprägter Abgrenzung eine bleiche abgestorbene Moosschicht (Sernanders, 1918, »bottenförna»), die im allgemeinen 2—3 mal so dick ist als die grüne Schicht. In dieser Schicht finden sich gewöhnlich reichlich schwarzbraune oder graue Pilzhyphen, die ihr ein wolligweiches Aussehen verleihen. In vielen Fällen, besonders in den üppigsten von *Hylocomium proliferum* gebildeten Moospolstern, ist diese Bodenschicht des abgestorbenen Mooses voll von grossen Löchern und langen Gängen, die gelegentlich u. a. von den Waldmäusen gern als Laufgänge benutzt werden. So war ich denn auch anfänglich der Meinung, dass die Waldmäuse die Entstehung solchen »Löchertorfes» hervorriefen. Eine genauere Untersuchung führt jedoch bald zu der Überzeugung, dass die Löcher und Gänge auf der verwesenden Einwirkung der Pilzmycelien auf die zarteren Teile der Moose beruhen. Die Wände der Löcher sind denn auch von einer dünnen grauen Pilzhyphenschicht überzogen. Da die Stämme der Moose der Verwesung länger widerstehen als ihre zarten Blätter und Äste, bleibt der Löchertorf vor dem Einsinken bewahrt. —

An der Grenze der lebenden und der abgestorbenen Moosschicht befindet sich die Abfallschicht, welche von zu

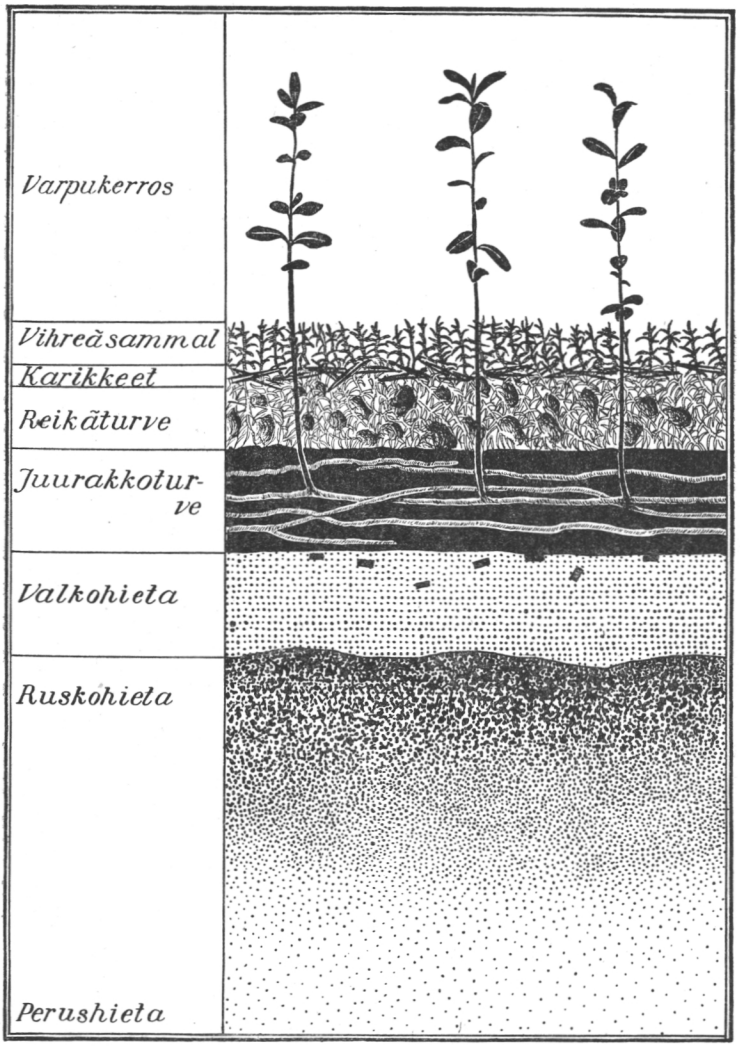


Fig. 2. Typisches Bodenprofil aus den Heidewäldern (VT, MT) des Untersuchungsgebietes. Die Schichten von oben nach unten: 1. Reiserschicht, 2. Grüne Moosschicht, 3. Abfallschicht, 4. Abgestorbene Moosschicht mit Fäulnislöchern, 5. Rhizomtorf, 6. Bleichsand mit Kohlenstücken, 7. Braunsand, 8. Grundboden. Ca. $^1/_3$ nat. Gr. Schematisch.

Boden gefallenen Abfällen: Baumnadeln, Reiserblättern u. a. gebildet wird (SERNANDERS, 1918, »fallförna»). Nichtzersetzten Abfällen — abgesehen von stärkeren Ästen — begegnet man überhaupt nicht tiefer in der Bodenschicht des abgestorbenen Mooses. Da nach meinen Beobachtungen die grüne Moosschicht meist nur 1—1 ½ Jahr

alt ist, muss die Verwesung der erwähnten Abfälle recht schnell, in zwei bis drei Jahren vor sich gehen.

Unter den genannten Schichten folgt mit scharfer Grenze eine festere Humusschicht, deren Dicke nach dem Alter der Wälder, den Feuchtigkeitsverhältnissen usw. schwankt, indem sie in einem alten Wald in den meisten Fällen 3—5 cm dick ist. In dieser Schicht kreuzen sich die Rhizome und die feinverästelten Wurzeln der Pflanzen und schliessen diese Schicht zu einer festen torfartigen Scheibe zusammen, die man oft von dem darunter befindlichen Mineralboden losreissen kann, ohne dass sie dabei auseinanderfällt. In dieser Schicht haust eine bedeutende Menge verschiedenartiger Humuspilze, zu deren häufigsten eine Art gehört, die gelbe faserige Mycelien bildet. Im oberen Teile des Torfes finden sich gewöhnlich weisse Mycelien. Es ist zu beachten, dass ausser den erwähnten Wurzeln und Rhizomen und deren Resten diese »Torfmasse» keine erkennbaren Pflanzenreste enthält.

Unter der Humusschicht folgt Mineralboden, und zwar ohne jeden Übergang. Dessen oberen Teil bildet Bleicherde. Die Dicke dieser Bleicherdeschicht ist verschieden in verschiedenen Gegenden. In Ladoga-Karelien in altem Boden z. B. betrug sie bis 10—15 cm, während sie in jungem Boden an der Küste des Bottnischen Meerbusens überhaupt noch nicht vorhanden war. Je weiter man sich von der Meeresküste in Österbotten entfernt, um so deutlicher ist sie, um schliesslich auch dort wenigstens 5—10 cm Dicke zu erreichen. Unter der Bleicherde ist dunkel gewordene Braunerde und darunter ± lehmgraue Grunderde.

Besonders die organogenen Bodenschichten zeigen Neigung, sich nach den Verhältnissen zu ändern. Bei Waldhieben stirbt die Moosschicht meistens katastrophal ab, der Rhizomtorf wird blossgelegt und oft dünn abgetragen, stellenweise wird er ganz vernichtet. Auch bei Waldbränden wird die Moos- und Humusschicht ± zerstört. Gewöhnlich bleiben jedoch die unteren Teile des Rhizomtorfes vom Brand verschont.

Auf den trockensten Heideböden unterscheidet sich das Bodenprofil von dem geschilderten insofern, als sich anstelle des Mooses vielerorts Flechte findet, die nur eine sehr dünne abgestorbene Basalpartie aufweist. Teilweise rührt dies von der spärlichen Bildung von Abfällen, teilweise jedenfalls vom schnellen Verwesen der Flechte her. Auch der Rhizomtorf ist deshalb sehr dünn; teilweise fehlt er ganz, und unter der Flechtendecke setzt sogleich der Mineralboden ein.

Auch bei fruchtbaren Böden entsteht, schon wegen der Reichlichkeit des Laubabfalles, meistens keine geschlossene üppige Moos-

schicht. Die Verwesung geht bei diesen auch schneller und gründlicher vor sich, so dass Humus ohne mineralische Beimengung sich nicht in grösserer Dicke an der Oberfläche bilden kann, besonders da Regenwürmer und in deren Gefolge Maulwürfe die Abfälle und den Mineralboden auf den besten Hainböden der Gebiete oft recht ausgiebig durcheinander bringen (es entsteht, wie bekannt, Mull).

Bei Versumpfung infolge übermässiger Feuchtigkeit dürfte besonders die Rhizomtorfschicht schon in den ersten Phasen des Prozesses oft bedeutend dicker werden, ehe die eigentlichen Moorpflanzen die Stelle in Beschlag nehmen.

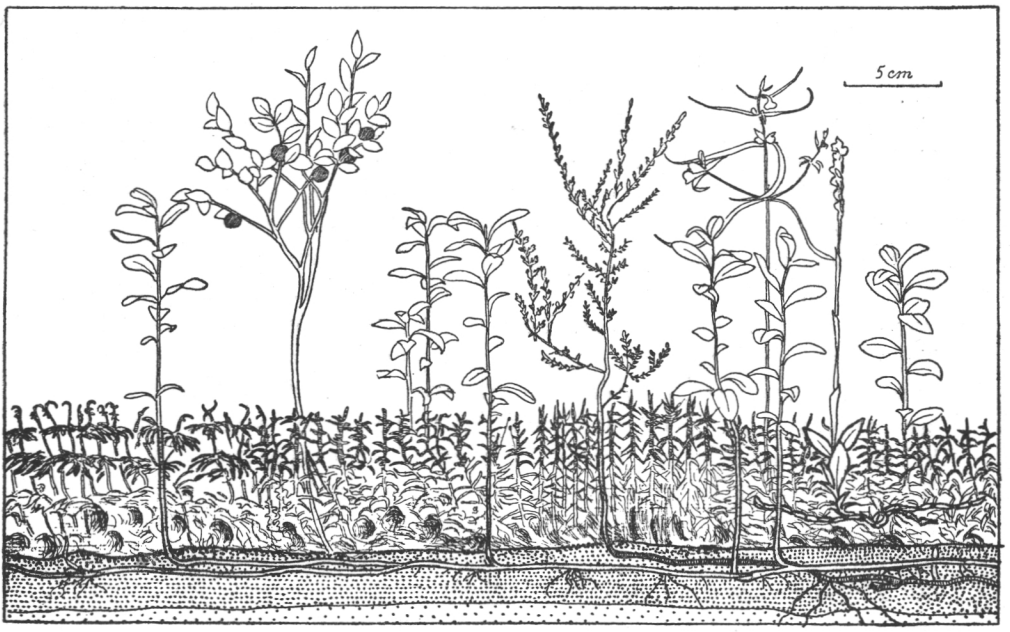


Fig. 3. Profil der Oberflächenvegetation eines Waldpflanzenbestandes von VT in Punkaharju mit *Vaccinium vitis idaea, Myrtillus, Calluna, Goodyera repens, Melampyrum pratense, Pleurozium Schreberi, Hylocomium proliferum. Dicranum undulatum.*

Beobachtungen über die ökologisch-biologischen Eigenschaften der wichtigsten Waldpflanzenarten.

Reiserartige Pflanzen.

Vaccinium vitis idaea L.

Bau: Wie aus Fig. 3 ersichtlich, wird der Hauptteil des Preiselbeerstrauches von dem in der Rhizomtorfschicht verlaufenden, sich monopodial verästelnden Rhizom gebildet, dessen lebendiger Teil nach meinen Messungen oft über zwei Meter lang wird. Von dem Rhizom gehen nacheinander Seitenäste aus, die sich sogleich aufwärts wenden und sich oberhalb des Bodens zu grünen Assimilationssprossen entwickeln. Einige Äste bleiben unter der Erde als Rhizomäste. Das Rhizom ist schnurartig, von gleichmässiger Dicke, von ca. 1.5 mm Durchmesser. Es verläuft gewöhnlich in nur 2—3 cm Tiefe im Rhizomtorf und macht im allgemeinen recht wenig Windungen. Die jungen Endteile der Rhizomäste sind anfänglich von blasser Farbe, spröde. Nach der Länge dieser Teile (eine deutliche Grenze haben die Jahressprosse im Rhizom nicht) zu schliessen, kann das Rhizom allerdings jährlich ca. 10 cm in die Länge wachsen. Später wird das Rhizom dunkelbraun und holzig, wobei die Oberflächenpartien abfallen. Schon im ersten Jahre bilden sich in den Achseln der Blattschuppen des Rhizoms zarte Wurzeln. In den älteren Rhizompartien sind einige dieser Wurzeln weiterhin zu dickeren und längeren, verholzten, sich schlängelnden Wurzeln geworden, die im Sandboden bis zu 20 cm Tiefe leicht verfolgt werden können. Deren finden sich jedoch in jedem Rhizom nur einige, während kleinere, reich- und feinverästelte, im wesentlichen im Rhizomtorf verbleibende Wurzeln recht reichlich vorhanden sind. Solche Wurzeln verlaufen auch von den aufwärts gerichteten grünen Sprossen u. a. nach der von den abgestorbenen Grundteilen der Moose gebildeten halbverfaulten Rohtorfschicht.

Umfang und Bau der oberirdischen Sprosse schwanken nach den Umständen stark. Nach zahlreichen Messungen beträgt die Höhe der Preiselbeerreiser in alten Forsten auf mehr trockenen Heideböden 10—15 cm, auf mehr frischen Heideböden 12—18 cm. Die

höchsten Preiselbeerreiser wurden auf anmoorigen Heideböden angetroffen, wo ihre Höhe auf 25—30 cm steigt. Die fertilen Sprosse sind oft reichverzweigt, kurzgliedrig, gewunden, die sterilen haben längere Glieder, sind sehr wenig verzweigt und stehen gerade empor. Man trifft jedoch alle Übergangsformen zwischen diesen Extremen an.

Da das Rhizom der Preiselbeere theoretisch betrachtet Assimilationssprosse und Wurzeln in unbegrenzter Menge ansetzen und treiben kann, indem es sich durch das Wachstum und durch das Absterben der älteren Teile im Boden vorwärtsschiebt, kann diese Pflanze gewissermassen beliebig lange leben. Einzelne Stengelteile haben jedoch ein beschränktes Alter. So kann man vom Rhizom der Preiselbeere nach den Untersuchungen KESOS höchstens 14—22 Jahresringe antreffen. Mit dieser Altersstufe ist also das Dickenwachstum des betreffenden Rhizomteiles abgeschlossen, und einige Jahre später beginnt die Verwesung. Bei den oberirdischen Teilen hat KESO höchstens 7—12 Jahresringe angetroffen, was natürlich auch dem wirklichen Alter dieser Teile entsprechen dürfte.

Verjüngung: Wie aus dem Obigen hervorgeht, verjüngt und verbreitet sich die Preiselbeere vermöge ihres kräftigen Rhizomsystems. Die Samenverjüngung dieser Art ist denn auch nach meinen Untersuchungen äusserst gering. Die Preiselbeere blüht im Untersuchungsgebiet und setzt reichlich Früchte an, aber doch muss man im Verhältnis zur Häufigkeit der Pflanze überhaupt die Entstehung der Früchte in den Wäldern als spärlich ansehen. Die Preiselbeere verlangt zum Blühen mehr Sonnenschein, als in den Wäldern der Gebiete vorhanden ist. Besonders in Fichtenwäldern ist sie nahezu steril, und auch in dichten Kiefernwäldern setzt nur verhältnismässig selten ein Spross Blüten an. Die Hauptstellen, an denen sich Früchte bilden, sind Waldränder, Hiebs- und andere Lichtungen, wo die Preiselbeere oft auf Stubben usw. recht reichlich vorkommt und blüht. (Wichtige Stellen, wo Früchte entstehen, sind auch Bülten auf lichten Brüchern und in Reisermooren.) Keimpflanzen der Preiselbeere habe ich trotz sorgfältigen Suchens im ganzen nur auf sieben Probeflächen, jeweils kleine Gruppen von Individuen, angetroffen (Raivola, Punkaharju und am reichlichsten in Mittelösterbotten auf einigen Probeflächen an der Küste). Sie sind also bedeutend seltener gewesen, als aus dem Samenbetrage zu schliessen gewesen wäre. In der Literatur sind Beschreibungen von Preiselbeerkeimen selten. SYLVÉNS Schilderung z. B. (1906, S. 128—129) fusst auf einer einzigen dreijährigen Jungpflanze. An ihr sieht man bereits einen Ansatz zur Rhizombildung. Ausser meinen eigenen Funden von Keimpflanzen habe ich von Professor LINKOLA Preiselbeerjung-

pflanzen, die an einer Feuerstelle in Vuoksenniska gefunden worden waren, zu sehen bekommen. Unter meinem Material ist eine am 1. VIII. 1923 in Kälviä gefundene, nur mit Keimblättern versehene Keimpflanze, die übrigen sind sämtlich ältere Jungpflanzen aus dem zweiten und dritten Sommer (Fig. 4). Während der beiden ersten Sommer entwickeln sich die Keimpflanzen ca. 2 cm, ihre Blätter ca. 3 mm lang. Die Pflanzen sind aufrecht, unverzweigt, zart. Noch im dritten Sommer ist die Verästelung schwach, aber die obersten Blätter kommen schon 1 cm Länge nahe, während die Höhe der ganzen Pflanze zwischen 3—4 cm schwankt. In drei von mir beobachteten Fällen fanden sich die Keimpflanzen auf den Exkrementen eines Vogels (in einem unter den Überresten kleiner Käfer), so dass die Vögel offenbar als Verbreiter der Preiselbeere in Frage kommen. Wahrscheinlich ist jedoch die Keimung in einigen Fällen erfolgt, ohne dass die Samen den Darmkanal eines Tieres durchlaufen haben. Hinsichtlich der Standorte der Keimpflanzen war besonders auffällig, dass diese nur an solchen Stellen auftraten, wo die Oberflächenvegetation, besonders die Hylocomiaceen-Moosdecke, fehlte. Eigentümlich ist auch, dass gleichwohl an Hiebs- und Brandstellen, wo die Hylocomiaceendecke zum grössten Teile fehlt und überdies der Preiselbeerenertrag oft gut ist, Keimpflanzen trotz besonderen Nachsuchens nicht in nennenswerter Häufigkeit zu finden waren. Die kleinen Preiselbeersprösslinge, die dort reichlich auftreten, gehen regelmässig von alten Rhizomen aus, von denen Teile auch bei Bränden erhalten bleiben. Die Preiselbeerrhizome sind also nicht nur langlebig, sondern auch von recht zäher Lebenskraft.

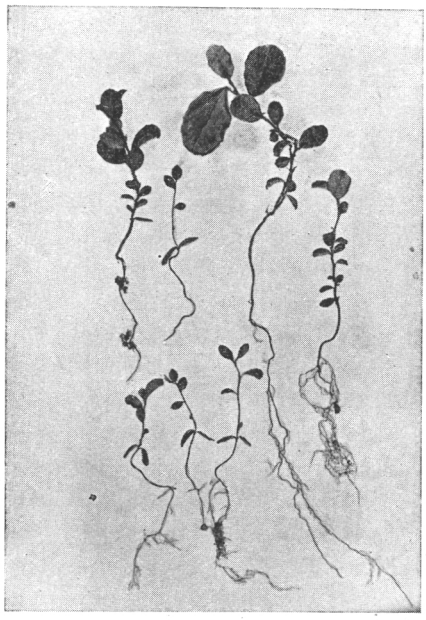


Fig. 4. *Vaccinium vitis idaea.* Jungflanzen vom 2. und 3. Sommer. Kälviä 1. VIII. 1923.

Die Verbreitungsweise der Preiselbeere wurde auch in den Wäldern an der Landhebungsküste Österbottens untersucht. Karte Fig. 5 führt die Ergebnisse von einer Probefläche vor. Die Preiselbeere breitete sich hier in einer einheitlichen, deutlich erkennba-

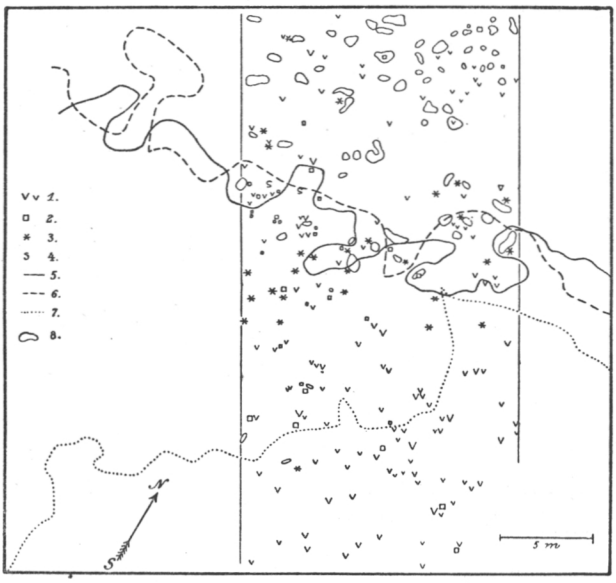


Fig. 5. Karte über die an das Meeresufer grenzende Waldvegetation (das Meer nach dem oberen Rande der Karte zu). 1 = *Picea excelsa*, 2 = *Betula odorata*, 3 = *Juniperus communis*, 4 = *Salix caprea*, 5 = Verbreitungsgrenze von *Vaccinium vitis idaea*, 6 = desgl. von *Myrtillus nigra*, 7 = desgl. von *Linnaea borealis*, 8 = *Alnus incana*-Büsche.

ren Frontlinie nach dem Küstenhain aus. Berücksichtigt man den Betrag der Landhebung, der an dieser Küste auch in den letzten Zeiten nahezu 1 m auf 100 Jahre betrug, sowie die daraus resultierende Geschwindigkeit des Zurückweichens des Meeres, so kommt man zu dem Ergebnis, dass an diesen seichten Ufern jährlich viel mehr (mehrere Meter) Boden frei wird, als die Preiselbeere oder irgendeine andere Art vegetativ erobern kann. Die Rhizome der Preiselbeere setzen ja nach den oben dargelegten Wahrnehmungen jährlich nur ca. 10 cm an. Die Verbreitung nach dem neuen Boden muss also jedenfalls im wesentlichen mit Hilfe von Keimpflanzen vor sich gehen, und die Einheitlichkeit der Front muss im wesentlichen durch edaphische Faktoren bedingt sein. Von diesem Sachverhalt wird man durch das reichliche Auftreten von Keimpflanzen verschiedener Pflanzenarten an der Meeresküste überzeugt. Die Boden-, Feuchtigkeits- und Konkurrenzverhältnisse sind dort am vorteilhaftesten für die Entstehung von Keimpflanzen auch solcher Arten, die, wie Preiselbeere und Heidelbeere, im Binnenland nur äusserst spärlich Keimpflanzen hervorbringen. Auf einer Insel gegenüber Rahja fanden sich jedoch in Nadelwald (der im wesentlichen

freilich aus Fichte bestand) Partien von der Grösse ca. eines Hektars, in denen die Preiselbeere völlig fehlte.

Verbreitung und Auftreten: Die Preiselbeere ist zweifellos in den Wäldern Süd- und Mittelfinnlands die verbreitetste, häufigste und gleichzeitig am reichlichsten vorkommende Gefässpflanzenart. Auf mehr trockenen Nadelwaldheiden (in den dort auftretenden VT- und MT-Siedelungen) bildet sie gewöhnlich dichte Reiserbestände; sie ist auf den Probeflächen im allgemeinen in allen Probequadraten (30 × 30 und 50 × 50 cm^2 grossen) aufgetreten und hat von deren Areal, oder somit vom Areal des ganzen Bodens, meistens ca. 4—6/10 bedeckt (= Bedeckungsgrad 4—6). An solchen Stationen stellt die Humusschicht unter der Moosdecke Rhizomtorf dar, der von den durchgängig neben- und übereinander verlaufenden und sich kreuzenden Preiselbeerrhizomen und -wurzeln (sowie denen anderer Reiser) zu einer festen, einheitlichen Masse zusammengefasst wird, die man in vielen Fällen ziemlich leicht in grossen Scheiben von der Oberfläche des darunterliegenden Mineralbodens losreissen kann, da die Preiselbeere so wenig tiefergehende Wurzeln hat. Die Dicke des Rhizomtorfes schwankte auf den fraglichen Heideböden zwischen ca. 3—5 cm. Auf den trockensten Heideböden (in ClT- und CT-Siedelungen), bei denen die Humusschicht an der Erdoberfläche dünn und nicht ganz zusammenhängend ist, ist die Deckung der Preiselbeere gering und bleibt ihre Höhe oft hinter den oben angeführten Massen zurück. Hier verlaufen die Preiselbeerrhizome in Mineralboden, der gewöhnlich aus Sand besteht.

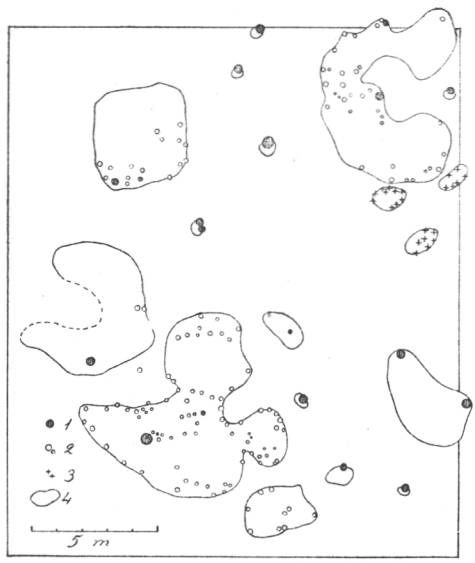


Fig. 6. Karte über die reiserlosen Flecken in Kiefernbestand von VT und über die Lage der Fruchtkörper gewisser Pilze. = 1 *Pinus silvestris*, 2 = *Tricholoma*-Fruchtkörper, 3. *Calodon*-Fruchtkörper, 4 = Reiserlose Fläche. Probefläche in Punkaharju, Mustaniemi.

Wird eine grössere Lichtung in den Wald geschlagen, so stirbt die Preiselbeere schnell an der Bodenfläche ab. Ihre Blätter werden zunächst etwas gelb und fallen dann, weissgrau verfärbt, ab. In

einigen Fällen habe ich an den unteren Seiten der Blätter derartiger absterbender Reiser reichlich Chitinschalenreste von Aphiden gefunden, so dass die Möglichkeit bestand, dass Insekten bei dieser Katastrophe eine Rolle spielen. Wie gross diese ist, wurde nicht deutlich (eventuell ist sie nur sekundärer Art). Nur um die Stubben im Schatten stehen gebliebener Bäume herum und in einem Falle auch unter Wacholderbüschen, die auf einem Schlag stehen geblieben waren, wurde die Erhaltung der Preiselbeere auf derartigen Probeflächen konstatiert. Da auf Hiebsflächen auch das Hylocomiaceen-Moospolster an anderen als den gerade erwähnten Stellen abstirbt und unter gleichzeitiger Berücksichtigung dessen, dass die Wurzeln der Preiselbeere sich wie oben gezeigt, reichlich mit dem Moose vermengen, ist es wahrscheinlich, dass das Austrocknen infolge des Absterbens des Moospolsters eine wichtige Ursache zu dem Eingehen der Preiselbeere auf Hiebsflächen ist. Auch der dünne Rhizomtorf wird nach Zerstörung der schützenden Moosdecke blossgelegt. Er vertrocknet, und die darin lebenden Rhizome und Wurzeln sterben ebenfalls ab. Nur unter den Stubben und Baumwurzeln bleiben die Preiselbeerrhizome und -wurzeln beinahe vollständig erhalten, ebenso im Schatten der Bäume, wo sie vor Sonnenbrand und Winden geschützt sind. — Da Waldbrände gewöhnlich an erster Stelle gerade das Moospolster und den Oberflächenteil des Rhizomtorfes vernichten, so sind sie für die Preiselbeere verhängisvoll. Auch beim Brande bleiben regelmässig Rhizomteile in dem Umfang am Leben, dass der Preiselbeerreiserbestand mit deren Hilfe sich regeneriert. Auf 15-jährigem, kieferbestandenem Brandkulturboden in Suojärvi wurde konstatiert, dass die Regeneration der Preiselbeere zunächst unter den auf der Brandkulturfläche entstehenden Bäumen zusammen mit dem Wandmoos einsetzte. An den Zwischenstellen dominierte dichtes Heidekraut, das unter den Bäumen verschwunden war.

Prüft man auf den fraglichen Heiden das Auftreten der Preiselbeere in älteren, nicht kulturbeeinflussten Wäldern, so bemerkt man auch da bedeutende Anomalien. In Punkaharju, Evo u. a. nehmen die Kiefernheiden ziemlich ausgedehnte Flächen ein, denen der Preiselbeerbestand abgeht, obwohl er an anderen Stellen auf derselben Heide und unter demselben Baumbestand sehr gut entwickelt ist. In ein paar Fällen auf Mustaniemi bei Punkaharju waren derartige Flächen so ausgedehnt, dass darauf eine Probefläche von 1/10 ha Platz hatte. Im allgemeinen begegnen solche Flächen auf Sand- und Åsschuttböden, besonders in alten Wäldern. In vielen Fällen waren die reiserlosen Flächen (Binnen-)Seewinden ausgesetzte Åsabhänge, jedoch durchaus nicht immer. An den kleinsten auf

solchen Heiden auftretenden reiserlosen Flecken wurde in vielen Fällen im Rhizomtorf unter der Moosdecke leder- oder papiermasseartiges Mycelium von *Calodon*-Arten, die zu den Hydnaceen gehören, in Flecken von 1 oder höchstens 2 m Durchmesser angetroffen. Da Entwicklungsphasen, Alter und jährlicher Zuwachs dieser »Erdhaut»-Bildungen bis auf weiteres unbekannt sind, lässt sich nicht sagen, in welchem Masse sie die Entstehung reiserloser Flächen hervorrufen. Jedenfalls sind die hier in Frage kommenden *Calodon*-Arten (die eine mit braunen, oben mit flaumigen Fruchtkörpern von ca. 5—10 cm Durchmesser ausgerüstet, an der Oberfläche weises, im Innern graues lederartiges Mycelium bildende = *Calodon scrobiculatus* ?, die andere eine Art, welche ein hartes, papiermasseartiges Mycelium bildet = *C. coeruleus* ?) besonders gewöhnlich und charakteristisch für die Heiden mit reiserlosen Flächen im ganzen Untersuchungsgebiete. Karte Fig. 6 bietet weiterhin ein Beispiel für das Verhalten eines zur Gattung *Tricholoma* gehörigen Pilzes mit roten Fruchtkörpern zu den reiserlosen Flächen auf Mustaniemi bei Punkaharju. Wie aus der Karte hervorgeht, traten die Fruchtkörper nur auf reiserlosen Flächen auf. Es ist natürlich eine unentschiedene Frage, ob das Auftreten des Pilzes das Fehlen der Reiser veranlasst hat oder umgekehrt. Das *Tricholoma*-Mycelium ist keineswegs lederartig, sondern es vermengt sich fast unmerklich mit dem Torf. Die mit dem *Calodon*-Mycelium vermengten Reiserrhizome (die Art tritt oft auch in dem Reisergebiet auf) haben dagegen an vielen Stellen eine weissgefärbte Rinde, und ihr Holzstoff zerfällt unter Zurücklassung der leeren Schalen. Allein schon die physikalische Einwirkung der Erdhautbildungen ist offensichtlich recht verderblich, da sie das Eindringen von Regenwasser in den Erboden sowie den Lufteintritt nachdrücklich verhindern. Bei künftigen Untersuchungen wäre es angebracht, die Bedeutung der Humuspilze in der Biologie der Waldvegetation eingehender zu berücksichtigen.

Reiserlose Flächen begegnen, wie gesagt, oft besonders in alten Wäldern auf trockenen Böden mit dichtem Moospolster. Wie oben gezeigt, bilden sich Keimpflanzen der Preiselbeere nicht in Wandmoospolstern. Man könnte sich denken, dass das Fehlen von generativer Verjüngung die Hauptursache zu der Bildung der reiserlosen Flächen wäre. Die Untersuchungsergebnisse berechtigen jedoch nicht dazu, dieser Erscheinung eine höhere Bedeutung zuzuweisen. Die Bedeutung der Samenverjüngung der Preiselbeere ist im späteren Leben der Reiserbestände überall zu gering. Der Entwicklung der Rhizome wiederum gereicht auch die dichteste Wandmoosdecke wohl nur zum Vorteil. Dies bezeugt die Reichlichkeit der Reiser z. B.

auf den nordfinnischen Heiden des Dickmoostyps (HMT), auf denen die Siedelungen oft von hohem Alter, vollständig von Kultur unberührt und sehr dickmoosig sind.

Wie aus dem katastrophalen Absterben der Preiselbeere auf den Hiebsflächen und aus ihrer Regenerationsweise auf denselben zu schliessen, bedarf sie in vielen Fällen der Beschattung der Bäume. Andererseits fand sich auf den Probeflächen in dichten Fichtenwäldern die Preiselbeere oft recht spärlich, ja sie konnte sogar in den dichtesten jungen Fichtenbeständen, ebenso wie die meisten anderen Waldpflanzen, völlig fehlen. Ebenso finden sich im Schatten der Fichten von Mischbeständen oft reiserfreie Stellen. Da sich auf Lichtungen in dichten Fichtenwäldern, ebenso wie an Rändern derartiger Wälder, reichlich Preiselbeerreiser finden, ist diese Erscheinung auf die allzu reichliche Beschattung der Fichte zurückzuführen. Meine Wahrnehmungen reichen nicht zu einer ins Einzelne gehenden Erklärung der Wirkungsart dieser Beschattung aus. Jedoch sind hier folgende Beobachtungen anzuführen:

Im Frühjahr 1923 wurde auf dem Versuchsgebiet von Vesijako auf einem Abhang (OMT), wo ca. 60-jährige Fichten ziemlich licht wuchsen, in einem dichten, von Preisel- und Heidelbeeren gebildeten Reiserbestand unter Fichten reichlich sterile Preiselbeere von besonders üppigem Wuchse angetroffen, aber sie war genau auf der Fläche, über die sich die Fichtenzweige erstreckten, schwarz geworden und abgestorben. Dies war offensichtlich im vorangehenden Winter oder zeitig im Frühjahr geschehen. Besonders in den peripheren Teilen der Beschattungsfläche des Baumes waren die Reiser jedoch nicht schwarz geworden wie am oberen Ende. Die Grenze zwischen dem schwarz gewordenen und lebendigen grünen Teile war scharf und durchschnitt auch die Blätter (Fig. 7). Infolge dieser Beobachtung wurde dem Absterben der Preiselbeere sowie anderer Reiser besondere Aufmerksamkeit zugewandt und konstatiert, dass diese Erscheinung wenigstens im Sommer 1923 recht allgemein an den Beschattungsflächen von Fichten war, wo Reiser auftraten. Überdies wurden schwarz gewordene



Fig. 7. Ein *Vaccinium vitis idaea*-Spross, dessen obere Teile infolge von Frosteinwirkung schwarz geworden sind. Vesijako, Frühjahr 1923.

Reiser auf Basalbülten der Bäume, auf Stubben, Bülten an Moosrändern und anderen Erhebungen angetroffen. Auch in Mittelösterbotten war diese Erscheinung auf recht vielen Probeflächen unter den Fichten zu konstatieren. Das Wahrscheinlichste ist, dass dieses Phänomen auf die Fröste zurückgeht. Nach SCHRÖTER (1923, S. 247) verlangt die Preiselbeere im Winter Schneeschutz. Die Bodenflächen unter den Fichtenzweigen sind im Winter nur mit einer dünnen Schneedecke überzogen, ebenso ragen Bülten und andere Erhebungen leicht infolge des Windes aus dem Schnee hervor. Es ist möglich, dass die Schwärzungsgrenze in Fig. 7 der Schneegrenze zur Zeit des Gefrierens entspricht. Unter Berücksichtigung dieser Umstände kann die Schneelosigkeit eine Ursache zu dem Fehlen der Reiser der Fichtenbestände bilden. Ebenso kann sie eine Ursache dazu sein, dass sich, wie oben erwähnt, auf Åsabhängen, die den Winden exponiert sind, reiserlose Flächen bilden. Dass der Schutz der Schneedecke von Bedeutung ist, zeigt eine alte Beobachtung, die O. J. (= O. JOHANSSON) in der Zeitung Hufvudstadsbladet Nr. 74, 1925 in seinem Aufsatz über frühere warme Winter erwähnt. Demgemäss wurde in Karjalohja nach dem kalten und trockenen Frühjahr, das auf den schneelosen Winter 1789—90 folgte, konstatiert, dass die Stengel von Beerensträuchern und die Blätter von Heide und Wacholder schwarz geworden und »verbrannt» waren, vermutlich eine Wirkung des Frostes bei Schneemangel.[1])

Die Unregelmässigkeit im Auftreten der Bestände von Preiselbeerreisern rührt auch aus der Konkurrenz mit anderen Arten der Bodenvegetation her. Über die hierher zu rechnenden Erscheinungen kann man am besten dann Beobachtungen anstellen, wenn die konkurrierende Art geschlossene Bestände bildet, die ziemlich weite Flächen bedecken. Auf einer leicht anmoorigen, reichlich mit Preiselbeere und Heidelbeere bestandenen Heide im Versuchsgebiet von Vesijako bildete *Lycopidium annotinum* ausgedehnte Teppiche, auf denen die Preiselbeere fast völlig fehlte, obwohl sie auf den anliegenden Flächen recht üppig war. Auf einigen ziemlich frischen Heiden (MT, OMT) wurde beobachtet, wie *Aera flexuosa* ziemlich bedeutende Flecken bildete, auf denen die Preiselbeere (ebenso wie z. B. auch die Heidelbeere und *Oxalis*) fehlte. Meist sind jedoch diese Arten durcheinander gewachsen. Erwähnt sei noch der auf Karte Fig. 8 dargestellte Fall von Niemiskoski bei Sortavala. Dort bildete in ausgedehntem Fichtenwald auf frischem Tonboden (PyT) *Phe-*

[1]) Auch nach dem eben verflossenen schneearmen Winter 1924—25 scheint es so, dass trotz der Milde desselben die Reiser, besonders *Myrtillus nigra*, in bedeutendem Masse vertrocknet sind, besonders an exponierten Stellen.

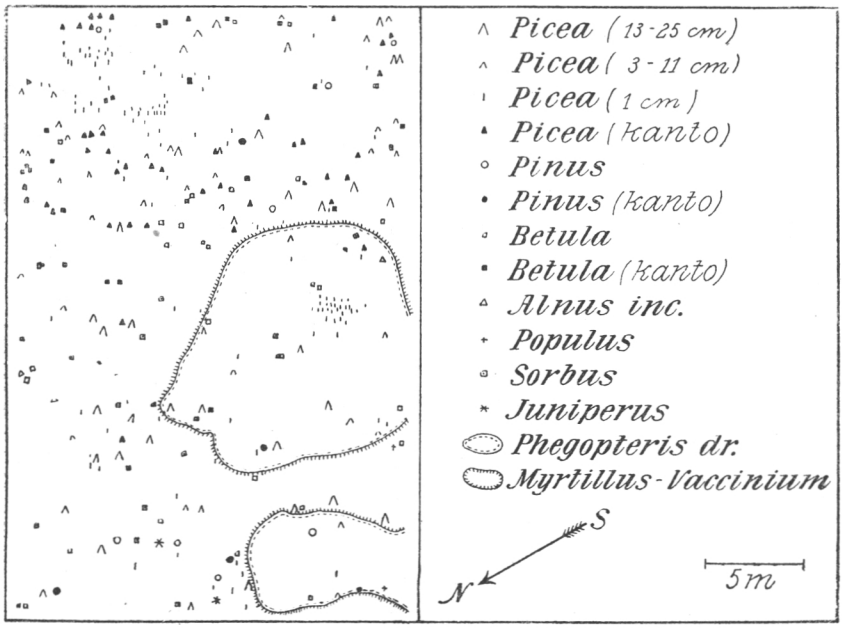


Fig. 8. Karte über das fleckenweise Alternieren von Reisern und *Phegopteris dryopteris* in einer Siedelung von PyT. (kanto = Baumstumpf). Sortavala, Niemiskoski.

gopteris dryopteris geschlossene Flecken mit ausgeprägter Grenze und bis 10 m Durchmesser, auf denen die Preiselbeere (wie die Heidelbeere) fehlte. Wie aus der Karte hervorgeht, kann es sich hier nicht um den Einfluss von Bäumen oder Baumgruppen handeln, der freilich bisweilen, wie in der Darstellung über *Phegopteris* gezeigt werden wird, für die Entstehung von *Phegopteris*-Flecken von Bedeutung sein kann. Anzeichen dafür, dass sich *Phegopteris*- und Reiserbestände aus dem Wege gehen, sind auch anderswo konstatiert worden. Oft wachsen jedoch auch diese Arten ziemlich üppig durcheinander. Möglich ist, dass die alljährlich absterbenden Blätter von *Phegopteris*, die infolge ihres reichlichen Vorkommens die Bodenfläche ganz bedecken, das Wachsen der Preiselbeere verhindern. Diese Erscheinung lenkt so die Aufmerksamkeit auf das Auftreten der Preiselbeere in solchen Siedelungen überhaupt, die reichlich Blätterabfälle produzieren. Die Ergebnisse von den Probeflächen zeigen, dass die Preiselbeere schon in Birken- und besonders in Espenwäldern vor allem auf Erhebungen auftritt, indem sie die Zwischenräume, die vornehmlich von Blätterabfällen bedeckt werden, frei lässt. Auf Brandkulturflächen mit Laubbäumen siedelt sich die Preiselbeere schwieriger an als auf solchen mit Kiefer. Auch in *Larix-*

Beständen war sie bedeutend spärlicher als in den anliegenden gleichaltrigen Beständen von einheimischen Nadelholzarten. In Laubwäldern, wo auch die Gräser der Oberflächenvegetation jährlich eine dicke Abfallschicht bilden, findet sich Preiselbeere besonders spärlich und lediglich auf Baumwurzeln, Steinen, Stubben und an anderen derartigen Stellen. Ausser der unmittelbaren Wirkung der Abfälle sind hier offenbar auch viele andere ökologische Faktoren von Bedeutung. Unterscheiden sich doch schon die Nährstofflösungen in Hainen in so bedeutendem Grade von denen auf trockenen Heiden, dass das Fortkommen der Preiselbeere erschwert werden kann.

Myrtillus nigra Gilib.

Bau: Bei Untersuchung der unterirdischen Teile der Heidelbeere ist die Wahl eines regelmässig gebildeten Reises aus einem gut entwickelten Reiserbestande am empfehlenswertesten. Ein solches Reis krümmt sich nach dem Eintritt in den Rhizomtorf bald wagrecht seitwärts und läuft dann als rhizomartige Bildung im Rhizomtorf weiter. Etwas unterhalb der Eintrittsstelle in den Boden gehen vom Rhizom gewöhnlich ein paar Äste aus. Diese Äste verlaufen zwei bis drei Dezimeter ohne weitere Verästelung, dann aber teilen sich beide im Idealfall in drei, bisweilen in zwei, mitunter in noch mehr Äste, von denen der mittlere am kräftigsten ist. Dieser mittlere Ast wendet sich oft aufwärts und entwickelt sich zu einem grünen Spross oder setzt sein Wachstum, wie Fig. 9 zeigt, im Erdinnern fort und läuft dort wiederum nach 2 bis 3 dm in einem Astbündel aus, das morphologisch dem grünen Spross entspricht. So endet bei der Heidelbeere der Rhizomast in einem grünen Spross oder einem diesem entsprechenden Rhizombündel. Das weitere Wachstum wird von ein paar Seitenzweigen fortgesetzt. Dieses Rhizomsystem ist also sympodial. Wie WARMING (1890, S. 76—77) gezeigt hat, ist auch das oberirdische Sprossystem der Heidelbeere sympodial, wobei das Wachstum der Zweige in der Weise aufhört, dass die Spitzenknospe eines jeden Jahressprosses abstirbt. Deshalb ist das Rhizom der Heidelbeere verzweigter und gewundener als das der Preiselbeere. Es entwickelt sich auch nicht so in die Länge wie das der letzteren. Nach KESO (L. Y. 1909, Nr. 1, S. 40) können die Rhizome der Heidelbeere nahezu 2 m lang werden. Nach meinen Messungen ist dies ungefähr der Maximalbetrag. Auch beim Rhizom der Heidelbeere besteht keine ausgesprochene Grenze zwischen den Jahressprossen. Die Länge der Enden der Rhizomsprosse, die weiss und spröde sind und an der Luft schnell braun werden, steigt auf 10—15 cm.

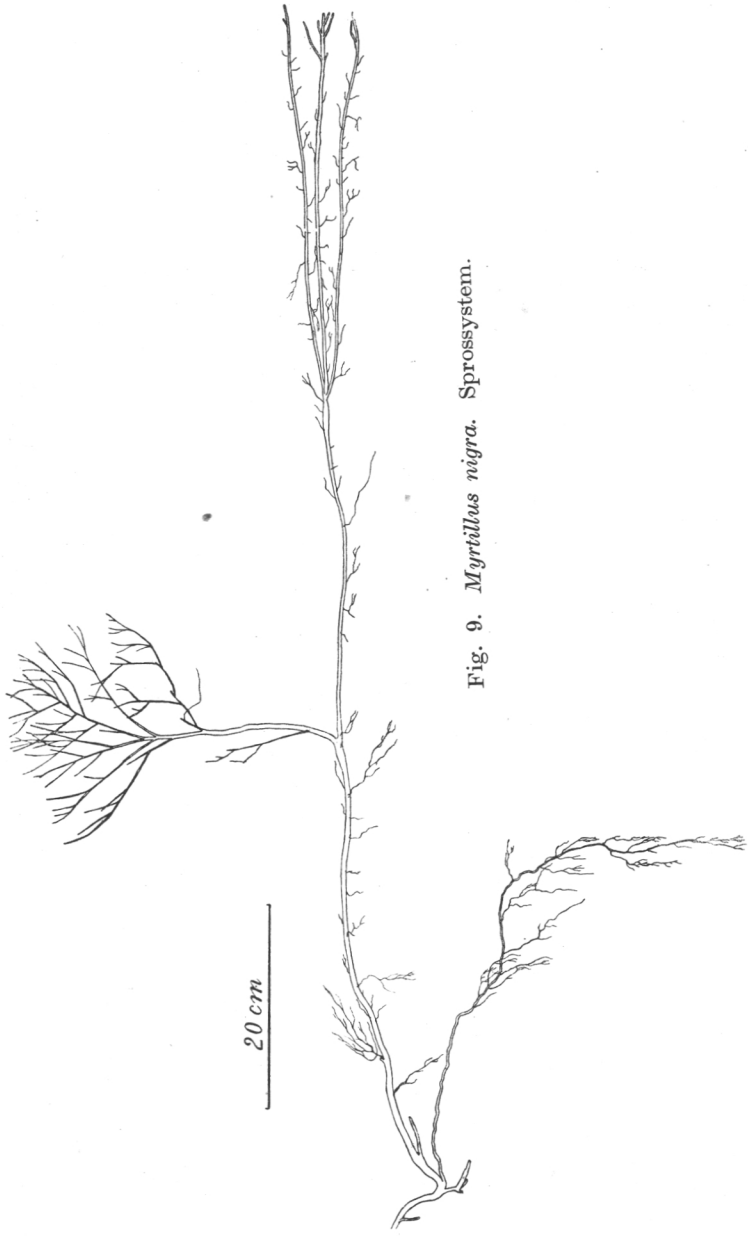


Fig. 9. *Myrtillus nigra.* Sprossystem.

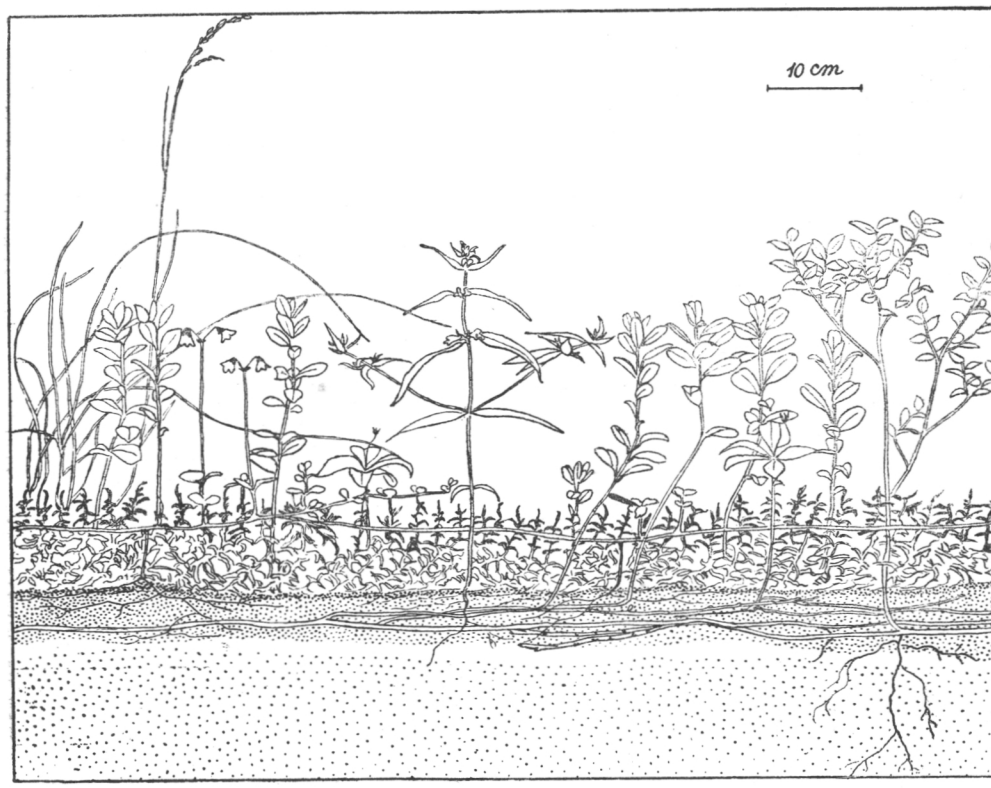


Fig. 10. Profil der Oberflächenvegetation auf frischem Waldboden von MT mit *Myrtillus nigra, Vaccinium vitis idaea, Linnaea borealis, Aera flexuosa, Trientalis europaea, Melampyrum pratense, Pleurozium Schreberi.* Punkaharju.

Das Wurzelsystem der Heidelbeere ähnelt dem der Preiselbeere. Jedoch besitzt die Heidelbeere in den älteren Teilen des Rhizoms zahlreichere und längere dicke Wurzeln. Meist läuft die kräftigste Wurzel unmittelbar »unterhalb» der Verzweigungsstelle aus, weshalb die einzelnen grünen Stengel fest im Boden verwurzelt und kürzesten Weges mit den tieferliegenden Bodenschichten verbunden sind. Bei aufwärts gerichteten Stengeln finden sich weniger ins Moospolster verlaufende feine Wurzeln als bei der Preiselbeere.

Der Umfang der oberirdischen Stengel der Heidelbeere schwankt bedeutend mit dem Standort. Auf Grund von Messungen und Beobachtungen ist die Heidelbeere auf ziemlich trockenen Heideböden (VT) kaum höher als die Preiselbeere. Auf frischen Heideböden (MT und OMT) wird sie dagegen länger als jene, indem sie ca. 25—30cm Höhe erreicht. In ein paar Ausnahmefällen war sie 40 cm hoch (in

OMT- Birkenbeständen). Besonders im Schatten der Fichte blieb ihre Höhe beträchtlich hinter diesen Massen zurück. Erwähnt sei noch, dass die Höhe der Heidelbeere in Suojärvi auf Brandkulturböden (MT) für 1—2-jährige durchschnittlich 3—4 cm, für 10-jährige 6 cm, für 15-jährige 9—10 cm betrug.

Ebenso wie die Preiselbeere ist auch die Heidelbeere auf Grund ihres Wurzelsystems eine »unsterbliche» Pflanze. Nach KESOS Untersuchungen hat die Heidelbeere höchstens 15—32 Jahresringe, in einigen Fällen also mehr als die Preiselbeere. Somit spätestens nach diesem Alter beginnt das allmähliche Absterben und Verwesen der Stengel und Rhizome, während die jüngeren Rhizomäste ihr Wachstum fortsetzen. Die Dicke der Rhizoms schwankt bei der Heidelbeere mehr als bei der Preiselbeere. Oft ist von den grösseren Wurzeln aus aufwärts eine plötzliche Dickenzunahme zu beobachten.

Verjüngung: Wenn die Verwesung im Rhizomsystem der Heidelbeere die Verzweigungsstelle des Rhizoms erreicht, zerfällt das Heidelbeerindividuum in ein paar Schwesterindividuen. So vermehrt sich die Heidelbeere vegetativ durch Verästelung, Wachstum und Verwesung recht intensiv. Verschiedenaltrige Keimpflanzen der Heidelbeere wurden auf etwa zwanzig Probeflächen angetroffen. Sie sind offensichtlich gewöhnlicher als die der Preiselbeere. Aber auch bei der Heidelbeere waren sie stets gering an Zahl, gleichsam zufällig an einer oder ein paar Stellen auf der Probefläche auf bald fruchtbarem, bald magerem Waldboden. Die kleinen Keimpflanzen, von deren Umfang und Form in verschiedenen Altersstufen Fig. 11 eine gute Vorstellung gibt (genauere Erklärung siehe bei SYLVÉN 1906, S. 128), treten fast stets in kleinen, ca. 5—10 Individuen umfassenden Gruppen auf. In ein paar Fällen fanden sich am unteren Ende der Keimpflanze Fruchtreste, so dass die Gruppe bisweilen direkt in

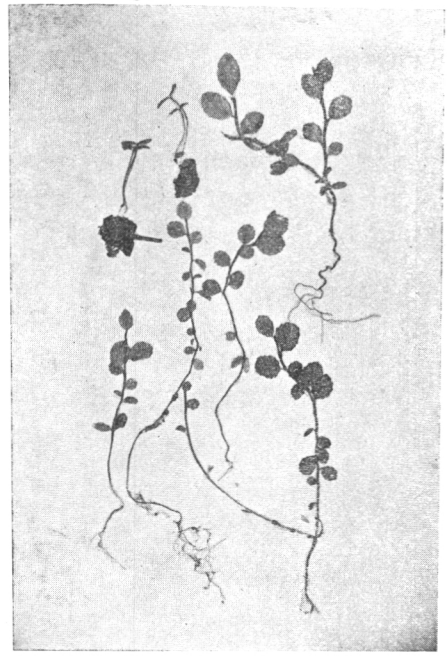


Fig. 11. *Myrtillus nigra:* Keim- und Jungpflanzen vom 1., 2. und 3. Sommer; die Keimpflanzen mit Beerenresten. Die Jungpflanze rechts unten mit einem ± ausläuferartigen Seitenspross.

der Weise entstehen kann, dass mehrere Samen derselben Beere keimen. In etwa 10 Fällen waren die Keime jedoch auf Vogelexkrementen, so dass für das gruppenweise Auftreten oft auch die Vögel verantwortlich gemacht werden können. Es steht somit auch fest, dass die Vögel zur Verbreitung der Heidelbeere beitragen. Nach allem zu schliessen, spielen die Gallinaceen hierbei die Hauptrolle.

Auch die Heidelbeerkeime fehlen auf dickem Moospolster. Am sichersten findet man sie auf Waldpfaden, besonders wenn sie etwas frisch sind. Oft begegnete man Keimpflanzen auch auf vermodernden Stubben, humusbedeckten Steinen, Baumwurzeln, Moosentnahmestellen usw. In hainartigen Wäldern, wo die Moosdecke dünn ist (erwähnt seien z. B. die *Larix*- u. a. [OT-OMT-] Siedelungen von Raivola), kamen Heidelbeerkeimpflanzen auch anderswo auf der Bodenoberfläche vor. Eigentümlich ist, dass auf offenen Hiebs- und Brandflächen Keimpflanzen von Heidelbeeren ebensowenig zu finden waren wie im Walde. Die Regeneration der Heidelbeerbestände geschah in den untersuchten Fällen, ebenso wie bei der Preiselbeere, mit Hilfe der Rhizomsprösslinge.

Von der Art der Verbreitung der Heidelbeere an der österbottnischen Landhebungsküste gibt Karte Fig. 5 ein Bild. Sie geht ebenso wie bei der Preiselbeere in einer einheitlichen Frontlinie vor sich. Von der Heidelbeere trifft man noch reichlicher als von jener Keimpflanzen sowie kleine, in der Entwicklung begriffene

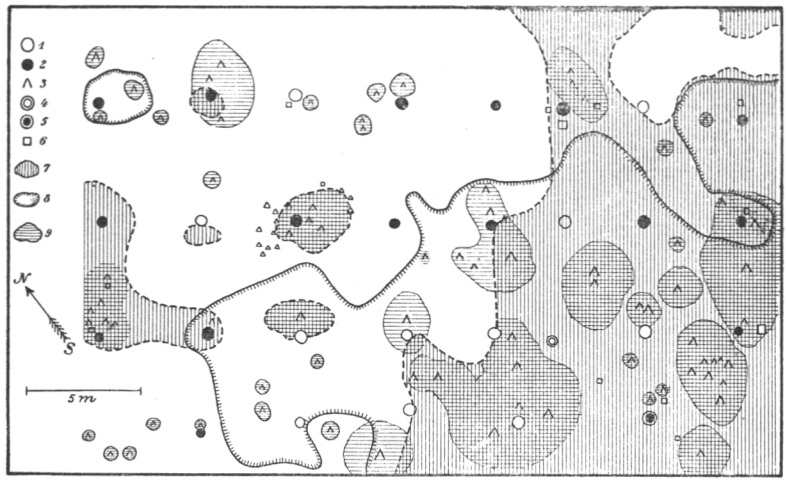


Fig. 12. Karte über die Vegetation des Grenzgebietes zwischen Wiese und Lärchenwald. 1 = *Larix sibirica*, 2 = desgl. Stubbe, 3 = *Picea excelsa*, 4 = *Pinus silvestris*, 5 = desgl. Stubbe, 6 = *Betula alba*, 7 = *Oxalis acetosella*-Fleck, 8 = *Myrtillus nigra*-Fleck, 9 = Beschattungsfläche der Fichte. Raivola.

Flecken an Erlenwurzeln vor der einheitlichen Frontlinie. — Karte Fig. 12 stellt das Grenzgebiet zwischen einer Wiese und einem Lärchenbestand mit Fichtenunterwuchs im Lärchenwald von Raivola dar. Darin endet der geschlossene Heidelbeerreiserbestand mit ausgesprochener Grenze, und ausserhalb derselben finden sich keine einzelnen, aus Samen entstandenen Reiser. Die hauptsächliche Verbreitung ist hier offenbar vegetativ in einer einheitlichen Front erfolgt.

Die Fruchtproduktion der Heidelbeeren differiert nach den Verhältnissen. Auf trockenen Heideböden ist sie zweifellos schon wegen der Schwäche der Heidelbeerreiser recht gering. Auf frischen Heideböden (MT, OMT) ist es dagegen gewöhnlich, dass die Heidelbeere einigermassen Früchte aufweist, während die Preiselbeere beinahe steril ist. In schattigen Wäldern ist auch die Heidelbeere ± steril. Das Lichterwerden des Waldes fördert auch bei der Heidelbeere die Samenproduktion.

Verbreitung und Auftreten: Die Heidelbeere ist im ganzen Untersuchungsgebiet verbreitet. Als eine der gewöhnlichsten Waldpflanzen des Gebietes hat sie sich wahrscheinlich durch alle Standorte »hindurchfiltriert» und ist auf den geeigneten verblieben. Sie fehlte meist völlig auf den Probeflächen der trockensten (von CClT- und CT-Siedelungen beherrschten) Heideböden. In den vereinzelten Fällen, wo sie sich fand, war sie spärlich und von kümmerlichem Wuchs. Auf den Probeflächen auf ziemlich trockenen Heideböden (VT) fehlt die Heidelbeere seltener, aber ihre Frequenz und ihr Deckungsgrad sind niedrig, wobei gleichzeitig ihre Höhe gering ist, kaum grösser als bei der Preiselbeere. Somit ist die Heidelbeere als eine ökologisch ausgesprochen anspruchsvollere Art anzusehen als jene.

Karte Fig. 13 zeigt die typische Art des Auftretens der Heidelbeere auf frischen fetten Heideböden (OMT). Der Reiserbestand der Heidelbeere ist nicht über die gesamte Probefläche verbreitet, sondern tritt in grösseren und kleineren Flecken auf. Auf mässig trockenem Heideboden sind die Flecken oft grösser als auf fruchtbarem Boden, wo sich besonders kleine Flecken reichlich finden (siehe Fig. 13). Die Ursache hierzu ist wahrscheinlich, dass die Samenverjüngung auf mässig trockenen,

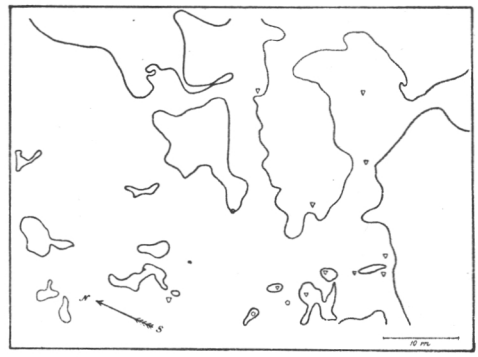


Fig. 13. *Myrtillus nigra*-Flecken in Lärchenwald von OMT. Raivola.

von Wandmoos bedeckten Heiden sehr selten ist und dass die vegetative Verbreitung andererseits zu ausgesprochener Fleckenbildung führt. In dem Falle, den Karte Fig. 13 vorführt (aus dem Lärchenforst von Raivola), fehlt das Wandmoospolster; Keimpflanzen der Heidelbeere treten vereinzelt auf, und die kleinsten Reisergruppen sind auf dieselben zurückzuführen. Ihre Lebenszeit ist jedoch aus dieser oder jener Ursache kurz, oder sie sind von so schlechtem Wuchse, dass sich keine ausgedehnten geschlossenen Bestände bilden. Auf den für die Heidelbeere charakteristischsten frischen Heideböden (MT) ist der Heidelbeerreiserbestand oft so geschlossen, dass dessen Zusammensetzung und Entstehung sehr schwer zu ersehen ist. Eine instruktive Beobachtung kann jedoch angeführt werden.

Von der Heidelbeere trifft man im Untersuchungsgebiet ziemlich allgemein die Varietät *epruinosa*, die im Spätsommer leicht an ihren glänzendschwarzen, des Wachsüberzuges ermangelnden Beeren zu erkennen ist. Diese Varietät findet sich fast immer nur wenig unter der gemeinen Heidelbeere. Bei näherer Prüfung der Art ihres Auftretens kann man leicht konstatieren, dass sie in sich scharf abhebenden Flecken konzentriert auftritt. Diese Flecken sind offenbar das Ergebnis von vegetativer Ausbreitung. Karte Fig. 14 führt

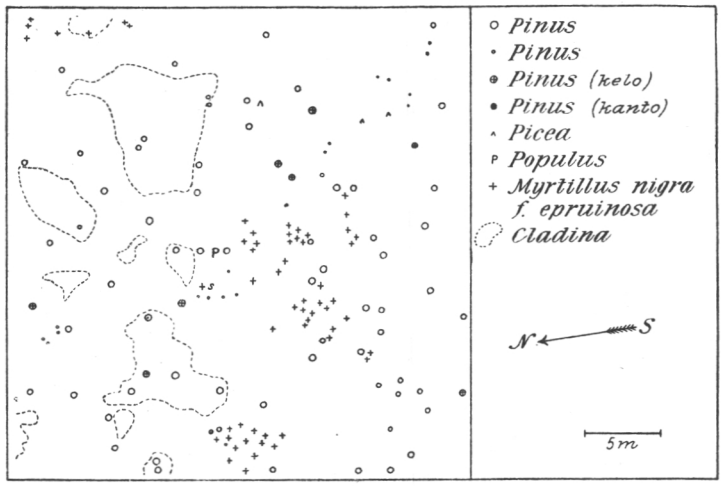


Fig. 14. Karte über das Auftreten von *Myrtillus nigra var. epruinosa* in einem Reiserbestand von VT. Korpiselkä. (kelo = Baumskelett; kanto = Stubbe).

das Auftreten dieser Varietät auf einer Probefläche im Heidelbeerreiserbestand vor (in diesem Falle in VT-Siedelung). Die Heidel-

beerbestände sind somit offensichtlich im allgemeinen aus miteinander vermengten, eine beträchtliche Fläche bedeckenden Flecken zusammengesetzt.

Mustert man das Auftreten der Heidelbeere auf für sie geeigneten Heiden, so bemerkt man jedoch auch da Unregelmässigkeiten. In vielen Fällen findet sich unter den Bäumen blosser Preiselbeerreiserbestand, in den Zwischenräumen sowohl Heidel- als Preiselbeere. In einigen Fällen kann unter dem üppigen Heidelbeerreiserbestand der Zwischenräume die Preiselbeere fast völlig fehlen, wobei die Reiserdecke mosaikartig ist, indem die Preiselbeere unter den Bäumen, die Heidelbeere in den Zwischenräumen auftritt. Diese Erscheinung ist besonders in den Wäldern Lapplands gewöhnlich. Unter der Fichte fehlt die Heidelbeere auf den meisten Probeflächen. Sie verträgt also Baumbeschattung noch schlechter als die Preiselbeere. Von den seltenen eigentümlichsten Fällen sei einer aus Kälviä erwähnt, wo auf einem Moränenhügel in altem Fichtenbestand mit *Linnaea* äusserst zarte, nur 5—7 cm hohe Heidelbeere in vereinzelten Flecken auftrat. Preiselbeere und Gräser fehlten völlig. Der Torf bestand aus Moos, war sehr porös, schlecht verwest, trocken und 15 cm dick; die Fichten zeigten jedoch verhältnismässig guten Wuchs. Vermutlich war die Trockenheit des Torfes die Ursache zu dem schlechten Fortkommen der Heidelbeere.

Infolge des Frostes färben sich die Heidelbeerreiser ähnlich wie die Preiselbeerreiser auf schneefreien Stellen schwarz und sterben ab. Wahrscheinlich verlangt die Heidelbeere, da sie von höherem Wuchse ist, eine höhere Schneedecke. Ebenso verdorrt ein grosser Teil Heidelbeerreiser auf Hiebsflächen ausser in der Umgebung der Stubber Bei Behandlung der Preiselbeere wurde schon die mosaikartige Abwechslung von Heidelbeere und *Aera flexuosa* sowie von Heidelbeere und *Phegopteris dryopteris-* oder *Lycopodium annotinum* erwähnt (Fig. 15 und 16 beleuchten den erstgenannten Fall im Lärchenwald von Raivola). Neben diesen Fällen verdient auch die Beobachtung von einigen Probeflächen in Kotajärvi bei Suojärvi Erwähnung, dass die Heidelbeere auch nicht in jungen und mittelalten Brandkulturwäldern auf solchen Flächen fortkommt, die ein geschlossener *Polytrichum juniperinum*-Bestand bedeckt, sondern dass auf diesen Flächen die Preiselbeere als einzig dominierendes Reis auftritt. Dasselbe Verhältnis wurde zwischen *Polytrichum commune* und Heidelbeere in mehreren bruchartigen Siedelungen konstatiert. Als Erklärung hierfür ist zu beachten, dass diese *Polytrichum*-Arten da einen senkrecht tief in den Mineralboden verlaufenden lebendigen Stengel haben, der mit einer rhizoidenreichen Partie endet, die den

Humus straff zu einer möhrenähnlichen Masse zusammenfasst. Unter den geschlossenen *Polytrichum*-Beständen fügen sich diese Bildungen zu einer geschlossenen, harten, den Pflanzen verderblichen Schicht zusammen. Im übrigen ist ja ein kleiner Anfang zur Anmoorigkeit dem Heidelbeerwuchs nur von Vorteil. Auf mehr versumpftem Boden tritt die Heidelbeere schliesslich nur noch auf Bülten auf.



Fig. 15. *Myrtillus—Oxalis—Solidago—Milium-* etc. Bestand aus dem Lärchenwald von OMT. Raivola.

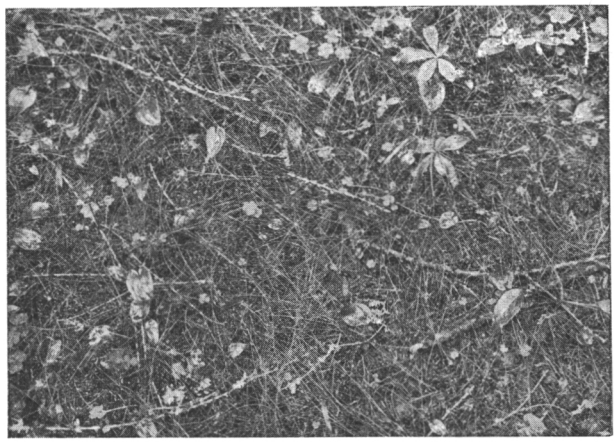


Fig. 16. Ein *Aera fluxuosa*-Fleck auf dem Gebiete des *Myrtillus—Oxalis-* etc. Bestandes der vorigen Figur (15).

Wie schon oben erwähnt wurde, hat die Heidelbeere nicht so reichlich wie die Preiselbeere Wurzeln, die in die halbvermoderte Moosschicht verlaufen. Sie hat dagegen zahlreichere und tiefer in

den Mineralboden eindringende Wurzeln als jene. Wahrscheinlich eignet sie sich weniger für die Verhältnisse auf halbverwestem Heidetorf. Dafür spricht jedenfalls ihre Fähigkeit, auf Hainböden besser fortzukommen (abgesehen vielleicht von Lehmböden, wo die Preiselbeere besser gedeiht). Teilweise kann dieser Unterschied aus den vorteilhaften Voraussetzungen, die die grössere Höhe der Heidelbeere dieser im Existenzkampfe der Pflanzen darbietet, sowie aus der leichteren Samenverjüngung der Heidelbeere, die eine intensivere Ausnutzung der Standortsmöglichkeiten im Gefolge hat, herrühren. Teilweise können jedoch auch ernährungsphysiologische Unterschiede in Frage kommen. — Besonders in Birkenbeständen kommt die Heidelbeere ausgezeichnet fort. In Lärchenbeständen findet sie sich spärlicher als auf anliegenden Heiden mit einheimischen Nadelholzarten. In Hainen lebt sie nur auf Bülten, Baumwurzeln, Steinen u. a. Bei der Ausbreitung auf Wiesensiedelungen (z. B. in dem Fall der obenerwähnten Karte Fig. 12) ist sie niedrig, verkümmert. Die Bodenart war hier Lehm, an der Oberfläche mit Humus vermengt. Die für Wälder charakteristische torfartige Schicht fehlte gänzlich. Es hat somit den Anschein, als ob jene Humusschicht trotzdem auch für die Heidelbeere notwendig wäre. Bei deren Wegfall gedeiht sie jedoch z. B. auf Sand.

Empetrum nigrum L.

Bau: Diese nach SAMUELSON (1913, S. 159—180) zur Bicornes-Gruppe der *Ericaceae*en zählende Art unterscheidet sich von der Preisel- und Heidelbeere u. a. darin, dass sie keine aktiv in das Erdreich wachsenden Rhizome hat. Ihre Stengel wachsen oberhalb der Erdoberfläche und werden erst dann, wenn sich mehr oder weniger Abfälle auf ihnen ablagern, vom Humus bedeckt und setzen reichlich Adventivwurzeln an. Die Krähenbeere ist ein Reis von besonders langsamem Wuchs, dessen Jahressprosse oft nur ein paar Zentimeter lang sind. Dagegen werden ihre Stengel aussergewöhnlich — bis 80 Jahre — alt, wie z. B. KAIRAMOS (KIHLMAN, 1890) Untersuchungen zeigen. Die Höhe der Krähenbeere hat in VT-Siedelungen zwischen 12—17 cm geschwankt und beträgt gewöhnlich etwas mehr als die der Preiselbeere. In MT-Siedelungen ist ihre Höhe bis auf 25 cm gestiegen. In diesen liegt ihre Höhengrenze zwischen Preiselbeere und Heidelbeere.

Verjüngung: Junge Keimpflanzen der Krähenbeere habe ich im Untersuchungsgebiet nur ein paarmal gefunden. In einem Falle fanden sich einige auf Bülten auf einer Meeresuferwiese in Mittel-

österbotten, in einem anderen Falle auf VT-Heide bei der Kirche von Himanka auf einer Fläche, wo die Moosdecke und der Oberflächentorf entfernt waren. Hieraus zu schliessen, ist die Samenverjüngung dieser Art in den Wäldern des Untersuchungsgebietes gering. Auf gewissen Hiebsflächen begegneten zwar kleine, kompakte Krähenbeerenpolster, besonders neben Stubben. Sie waren jedoch in Anbetracht des Alters der Lichtung zu gross, um aus Samen nach dem Hiebe entstanden sein zu können. Offensichtlich sind sie aus den Resten alter Reiser entstanden. Die Krähenbeere bildet reife Beeren vor allem in lichten Wäldern und an Hiebsstellen sowie ausserhalb der hier behandelten eigentlichen Waldsiedelungen, auf Mooren. Auf zahlreichen Probeflächen war sie steril, wahrscheinlich wegen zu starker Beschattung.

Verbreitung und Auftreten: Die Krähenbeere wurde überall im Untersuchungsgebiet angetroffen — im ganzen auf ca. 50 Probeflächen. Sie ist jedoch viel ungleichmässiger verbreitet als Preisel- und Heidelbeere. Gebiete, in denen sie am häufigsten war, sind das Versuchsgebiet von Veikkola, die Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und die Küste von Mittelösterbotten. In dem ersterwähnten Gebiete war offensichtlich die sandige Bodenbeschaffenheit und das Dominieren alter Kiefernwälder, im zweiten Falle die Häufigkeit der von der Art in Süd- und Mittelfinnland hervorzugten Moore und im dritten Falle die Einwirkung des Meeres Anlass für ihr reichliches Vorkommen. An der Meeresküste tritt die Art besonders auf den Meereswinden exponierten Heideabhängen auf, sowie auf dem baumlosen Litoralgebiet als Vorläufer der Waldvegetation oft in grosse Flächen bedeckenden geschlossenen Teppichen. Auch im Binnenland bilden sich derartige ausgedehnte, reine Bestände auf den (Binnen-)Seewinden exponierten Seeuferheiden. Z. B. in der Gegend von Mustaniemi bei Punkaharju verläuft eine solche Zone in ziemlich zusammenhängender Folge am unteren Rande einer Kiefernheide (VT) auf sandigem Boden in einer Breite von einigen Dutzend Metern. Dieselbe Beobachtung hatte ich Gelegenheit an zahlreichen Stellen in Mittelfinnland an den Ufern grösserer Seen zu machen. Weiter vom See entfernt ist die Krähenbeere spärlicher, ihre Bestände sind da weniger geschlossen, gewöhnlich mit anderen Reisern vermengt.

Der Art des Auftretens der Krähenbeere auf den Probeflächen wurde hohe Aufmerksamkeit zugewandt. Oftmals tritt sie als Beimengung unter anderen Reisern auf. Bei näherer Prüfung kann man jedoch stets eine ausgesprochene Grenze feststellen, ausserhalb welcher sich die Krähenbeere nicht findet, während sie innerhalb

derselben völlig kontinuierlich auftritt. Verfolgt man die Grenze, so kann man beobachten, wie dieselbe einen geschlossenen Kreis bildet. Karte Fig. 17 führt einen Fall vom Versuchsgebiet von Veikkola aus altem Kiefernbestand (VT) vor. Die Krähenbeere schien hier »hie und da» vermengt mit anderen Reisern, vor allem Preiselbeere, aufzutreten. Die kartographische Untersuchung deckte jedoch die Fleckenstruktur auf. Der abgebildete Fleck mass mehrere Dutzend Meter im Umkreis. Auf derselben Heide fanden sich mehrere ebenso schöne Flecken. Auf der benachbarten Hiebsfläche waren die Flecken viel kleiner, gleichzeitig aber dichter und frei von anderen Reisern. Offenbar ist die deutliche fleckenartige Struktur der Krähenbeerbestände eine Folge der vegetativen Verbreitung, des hohen Alters der Reiser und der Schwäche der Samenverjüngung. Es ist sehr wohl möglich, dass die Flecken aus mehreren Anfangsindividuen entstanden sind, aber aus der Umfänglichkeit der Zwischenflächen und der Grösse des Minimalumfangs der Flecken zu schliessen, dürften schon zwei, drei Anfangsindividuen zur Hervorrufung des auf der Karte dargestellten Fleckes genügen.

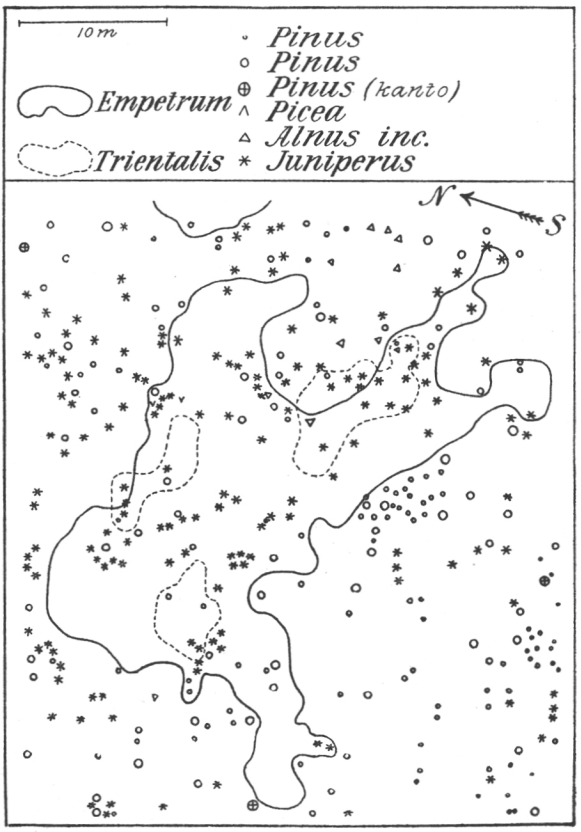


Fig. 17. Karte von *Empetrum*- und *Trientalis*-Flecken in VT-Kiefernbestand (kanto = Baumstumpf). Veikkola.

Die Krähenbeere kommt ziemlich gut nur auf den trockensten Heideböden (CC1T-CT) des Untersuchungsgebietes fort. Auf frischen Heiden (MT-OMT) hatte sie auf den Probeflächen schon den Charakter eines Edaphids, trat sehr spärlich auf und war zart. Dabei

entwickelt sie sich auf den Hiebsflächen üppiger als im Walde. Ebenso bevölkert sie gern Weg- und Pfadränder. Da die Krähenbeerflecken auf den Hiebsflächen tatsächlich kleiner waren als in alten Wäldern, muss man wohl annehmen, dass auch die Reiserbestände im Wald teilweise absterben, indem der Boden infolge von Hieben austrocknet, obwohl dies nicht direkt konstatiert worden ist. Einigemale wurde denn auch die Beobachtung gemacht, dass sie auf den Hiebsflächen lieber im Umkreis von Stubben auftritt. Das schlechte Fortkommen dieser Art in den süd- und mittelfinnischen Wäldern dürfte von ihrem grossen Lichtbedürfnis sowie ihrem langsamen Wachstum herrühren, welche das Zurückbleiben hinter den schnell wachsenden Reiserarten im Gefolge haben. Wegen ihrer grossen Anspruchslosigkeit kommt jedoch diese Art wie viele andere ähnliche auf den ärmlichsten Heiden und Mooren aus, die ihre letzte Zuflucht bilden.

Nach VESTERGREN (1902) sowie BRAUN (s. SCHRÖTER 1923, S. 261) verlangt auch diese Art Schneeschutz im Winter, aber das Bedürfnis nach einer Schneedecke (kaum die Fähigkeit, eine solche zu ertragen) ist bei *Empetrum* geringer als bei der Heidelbeere. Möglich ist, dass das Auftreten der Krähenbeere an See- und Meeresufern teilweise von den Schneehöhenverhältnissen abhängig ist, indem sich an diesen Stellen wegen der Exponiertheit für Winde weniger Schnee anhäuft. Teilweise mag dies auch von den Lichtverhältnissen und den für das Keimen der Samen günstigen Verhältnissen sowie vorteilhaften Konkurrenzbedingungen herrühren.

Calluna vulgaris L.

Bau: An Stellen, zu denen das Licht ungehinderten Zutritt hat, auftretend, hat *Calluna* das Aussehen eines dichten kleinen Strauches. Sie hat eine ziemlich starke Hauptwurzel, die mehrere Dezimeter tief in den Mineralboden eindringt. Adventivwurzeln hat ein Heidekrautindividuum von diesem Typ sehr wenig. Die im Waldschatten auftretenden Individuen sind zart und weisen spärliche, aber lange Zweige auf. Das Heidekraut hat so eine besondere Fähigkeit — mehr als jede andere Reiserart des Gebietes — ihren Bau je nach den Beschattungsverhältnissen zu variieren. Die im Waldschatten herangewachsenen, schlanken und langen Heidekrautsprosse senken sich allmählich zu Boden, werden allmählich unter der Abfalldecke und in dem darum wachsenden Moose oder den Flechten vergraben und durch Adventivwurzeln im Boden beifestigt.

Das Alter des Heidekrautes hat A. KESO (1908) zu höchstens 21—35 (—41) Jahren bestimmt. Jedoch ist es oft sichtlich

unmöglich, das Alter der vegetativ entstandenen Heidekrautindividuen von der Keimung ab zu bestimmen, da es unbegrenzt ist.

Die Höhe des Heidekrautes schwankt, und zwar in der Weise, dass sie in geschlossenen Wäldern auf trockenen Heideböden meiner Probeflächen 16—20 cm, bisweilen bis 30 cm betrug. Noch höher wächst das Heidekraut auf Brand- und Schwendflächen. In Suojärvi war es auf ca. 10-jähriger Brandkulturfläche 30 cm, auf 15-jähriger 40—50 cm und auf 25-jähriger höchstens 80 cm hoch. Zwischen MT- und VT-Siedelungen wurde kein nennenswerter Unterschied konstatiert. Im Kirchspiel Heinola wurde Heide gemessen, die in dichter Siedelung auf MT-Brandkulturfläche auftrat. Ihre Länge betrug 115 cm. Da jedoch die Stengel einigermassen schräg standen, ragten sie nur 70—80 cm empor. Die Länge der Jahressprosse ist oft ca. 10 cm. Auf trockenen Heideböden (CT, CC1T) erreichte das Heidekraut nie diese Höhe.

Verjüngung: Die vegetative Verjüngung der Heide ist von ziemlich geringer Bedeutung, besonders im Vergleich zur Samenverjüngung. Die Heide blüht auf offenen Flächen ausserordentlich reichlich, aber auch in geschlossenen Wäldern ist völlig steriles Heidekraut selten. In dieser Beziehung besteht ein beträchtlicher Unterschied zwischen dem Heidekraut und den anderen Reisern. — Die Heidekrautsamen sind klein und platt und können sich daher mit Hilfe des Windes einigermassen ausbreiten. Ihre Keimfähigkeit ist augenscheinlich unter günstigen Verhältnissen gut. Keimpflanzen des Heidekrautes trifft man nämlich massenweise auf jungen Brandflächen, Schwenden, Feuerstätten, Moosentnahmestellen u. a. In von der Kultur unberührten, älteren Waldsiedelungen sind sie seltener. Gleichwohl begegneten Heidekrautjungpflanzen verschiedenen Alters recht oft auf trockenen Heiden besonders an Stellen, wo an Rissen in der Moos- oder Flechtendecke der blosse Mineralboden zutage trat. Auch auf vertrockneten Hiebsflächen fanden sich oft Keimpflanzen von Heidekraut bedeutend mehr als unter den Baumbeständen. Es ist denkbar, dass die Aschenstoffe auf die Keimung und Entwicklung des Heidekrautes günstig einwirken. Da dieses keine unterirdischen Organe zur vegetativen Verjüngung hat, geht es bei Bränden völlig zugrunde. Auch deshalb ist die Verjüngung dieser Pflanze an solchen Stellen nur durch Samen möglich. Dagegen hat es oft den Anschein, als ob die üppigen Heidekrautsträucher auf Hiebsflächen aus einstigen Heidekrautindividuen oder -gruppen entstanden wären, indem diese kurze, kräftige Zweige in ausserordentlicher Dichte ansetzten und reichlich zu blühen begannen.

Verbreitung und Auftreten: Das Heidekraut gehört zu den häufigsten Reisern der Untersuchungsgebiete. Bald wirkt hier fördernd das reichliche Vorkommen von trockenen, hellen Kiefernheiden, wie in Veikkola und Evo, bald, wie in Suojärvi oder Punkaharju, das von geschwendeten Wäldern. HEIKINHEIMO (1915, S. 153) hat jedoch den Umstand festgestellt, dass in der Verbreitung dieser Art in Süd- und auch Mittelfinnland Ungleichmässigkeiten zutage treten, indem sie in einigen alten Brandkulturgegenden fehlt. Die Ursache hierzu war, dass sich unsere Pflanze in ursprünglichen Wäldern nicht in der Nähe findet. Am spärlichsten fand sie sich auf den von mir untersuchten Gebieten an der österbottnischen Küste. Das Dominieren von Fichtenwäldern und das Fehlen von Brandkultur sind vielleicht der Hauptanlass hierzu. Die Spärlichkeit von Heidekraut an der österbottnischen Küste ist eine Parallelerscheinung zur Spärlichkeit oder dem gänzlichen Fehlen vieler anderer, Brandkulturböden bevorzugender Arten daselbst.

Über die Art des Auftretens des Heidekrautes in für sie charakteristischem, altem Kiefernbestand auf trockener Sandheide gibt Karte Fig. 18 ein gutes Bild. Das Heidekraut bildet dort kleine Flecken von höchstens 2—3 m Durchmesser, die einem oder mehreren vegetativ verbreiteten, aus Samen entstandenen Individuen entsprechen. Kleine, jüngere Individuen sind mehrere an entblössten

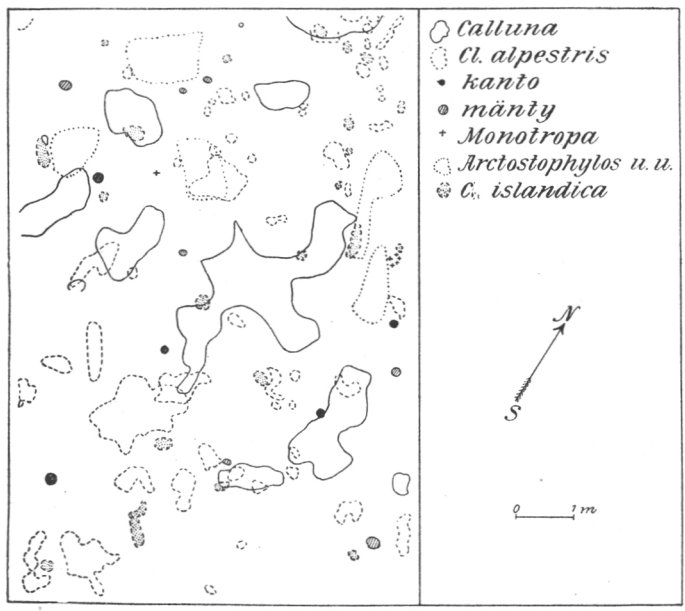


Fig. 18. Karte über die Vegetation auf CT-Kiefernheide. Suistamo. *Cl. alpestris* = *Cladina alp.*, kanto = Baumstumpf, mänty = Kiefer, *C. islandica* = *Cetraria isl.*

Stellen zu beobachten. An einem solchen Standort (C1T, CT) verschwindet das Heidekraut auch in hohem Alter nicht aus dem Walde. Auch in alten Wäldern, die von üppigerer Moosvegetation bedeckt sind (VT), fand sich auf den Probeflächen oft Heidekraut. Ist der Wald dichter, so tritt es spärlich (Frequenz 1—3), zart, fleckenweise auf. Bei geringerer Dichte des Waldes kann die Frequenz auf 6—7 steigen, wie z. B. auf den durch Reinigungshiebe und Durchforstungen gepflegten Heidewäldern auf Sandboden in Evo. Wenn auch die Samenverjüngung einigermassen spärlicher ist, so bietet doch der frischere Boden an solchen Stellen der vegetativen Verjüngung bessere Möglichkeiten als auf den trockensten Heiden.

Der mehr ephemere Charakter des Heidekrautes im Vergleich mit den anderen Reisern zeigt sich am besten, wenn man dessen verschiedenes Auftreten auf Schwend- und Brandflächen ungleichen Alters untersucht. Ausser auf den ständigen Probeflächen wurde das Auftreten desselben auch in typischem mittelfinnischem Brandkulturgebiet in Taipale, Kirchspiel Heinola, untersucht. Alle auch nur in geringem Grade geeigneten Waldböden daselbst haben zu verschiedenen Zeiten als Brandkulturboden gedient. Es dominieren mässig trockene (VT) und frische (MT, OMT) Heiden. Auch hainartige Siedelungen finden sich relativ reichlich. Die jüngsten Schwendflächen sind ca. 25-jährig, einige sogar noch jünger. Dominierende Bäume sind Kiefer und Birke, welche beide schöne, reine Bestände bilden. Die Fichte ist auch auf für sie geeigneten Böden spärlich. Das Heidekraut fällt dort durch sein reichliches Auftreten auf. Seine Hauptstellen sind: 1. Alte, ziemlich lichte Kiefernwälder auf mässig trockenem Boden. In diese ist das Heidekraut zum grössten Teil bereits bei der Verjüngung des Waldes eingedrungen und hat sich zum guten Teil durch vegetative Verjüngung am Leben gehalten. Eventuell haben Waldbrände, die die Bodenoberfläche später abgesengt haben, ohne Bäume zu vernichten, auch die Samenverjüngung ab und zu von neuem ermöglicht. — 2. An felsigen Stellen. Wegen des felsigen Bodencharakters sind Felsen verschiedener Grösse charakteristisch. Diese werden von einem üppigen Heidekrautbestand umwuchert, der in den umgebenden Wald so tief eindringt, als Licht in grösserer Fülle vorhanden ist. Beim Roden des Schwendlandes sind an den felsigen Stellen Bäume ungefällt geblieben, weshalb diese daselbst mitunter sehr alt sind. Da jedoch die Bäume Brandwunden aufweisen und auf ihnen *Psora ostreata* auftritt, so sind diese Gebiete offensichtlich verbrannt, und das Heidekraut hat sich aus Samen reichlich dorthin verbreitet. — 3. Junge Schwendbodenwälder. Am besten kommt das Heidekraut in der Gesellschaft der

Kiefer fort. Stellenweise findet es sich jedoch auch in reinem, jungem Birkenbestand recht reichlich. Solange die Bäume noch klein sind, bildet das Heidekraut hohe geschlossene Bestände, sobald sich aber der Wald schliesst und den Boden beschattet, stirbt das Heidekraut ab (siehe Fig. 19 und 20). Gewöhnlich geschieht dies im Alter von



Fig. 19. Absterben von *Calluna* unter *Pteris*, *Calamagrastis* u. a. in 30-jährigem Birkenbestand auf Brandkulturboden. Auf der Probefläche sind reichlich kleine Sprösslinge von *Vaccicnium vitis idaea* sichtbar. Heinola, Taipale.



Fig. 20. Völlig abgestorbene üppig gewachsene *Calluna*. Aus demselben Walde wie bei der vor. Fig.

30—40 Jahren. Teilweise kann es davon herrühren, dass das Heidekraut sein maximales Alter erreicht hat und die fortgesetzte Samenverjüngung aufhört. Das Absterben infolge hohen Alters geschieht

jedoch gewöhnlich nicht so plötzlich. Zu beachten ist auch, dass das Heidekraut nicht auf Lichtungen eingeht. Diese Pflanze verschwindet somit beinahe spurlos nach dem Bestandesschluss, und an ihrer Stelle erhebt sich langsam, aber sicher Preisel- und Heidelbeerreiserbestand, der in späterem Alter, wie sich aus einem Vergleich mit den benachbarten Siedelungen mit Sicherheit erschliessen lässt, den Erdboden bedeckt (und anzeigt, dass die Siedelung bald vom V- bald vom M-Typus ist). In dem Falle, den Figur 19 darstellt, sieht man u. a., wie kleine Preiselbeeren aus den erhaltenen Rhizomen unter absterbendem Heidekraut und Gras reichlich hervorsprossen.

Dieselben Erscheinungen: die Reichlichkeit von Heidekraut, das aus Keimpflanzen entstanden ist, auf offenen Brand- und Schwendflächen auch frischen Bodens und das katastrophale Absterben dieser Pflanzen, sobald sich der Wald schliesst, war auch z. B. in Suojärvi und Punkaharju in zahlreichen Fällen zu konstatieren. Auch auf trockenen Heideböden, wo das Heidekraut eine ständige Art ist, fehlt es in der nächsten Umgebung der Bäume, und in den am besten geschlossenen Beständen kann es daselbst durchgängig sehr spärlich und zart sein.

Das Heidekraut ist trotz der intensiven Samenverjüngung in hohem Grade unfähig, sich in üppigen Hainsiedelungen auszubreiten, unfähiger als z. B. Heidel- und Preiselbeere. Nach Schröter (1923, S. 222) ist das Heidekraut »ein ausgesprochener Magerkeitszeiger, eine Pflanze mineralarmen Bodens, eine 'oligotrophe' Pflanze par excellence, die nicht nur auf besseren Böden der Konkurrenz anderer weicht, sondern durch Düngungen sogar direkt geschädigt wird, an 'Nährstoffüberschuss' stirbt.» Es ist möglich, dass diese Eigenschaft von *Calluna* eine Ursache des Fehlens dieser Pflanze in Hainen ist. Da die Art jedoch bei Kulturversuchen sogar bedeutende Mengen Düngstoff verträgt (vgl. Heikinheimo 1915, S. 149), haben vermutlich auch andere Ursachen mitgewirkt, vielleicht vor allem die Beschattung der üppigen Rasendecke.

Arctostaphylos uva ursi L.

Bau: Diese Pflanze besitzt eine sehr kräftige und tief in den Boden eindringende Hauptwurzel, von deren oberem Ende die sich oberirdisch verbreitenden Äste auslaufen. In einigen Fällen, wie an der sandigen Küste des Finnischen Meerbusens im Kirchspiel Kymi, habe ich beobachtet, dass die Jahrestriebe der Äste 40—50 cm lang sein können. In der Mehrzahl der Fälle sind sie jedoch kürzer.

Auch bei dieser Pflanze können die Äste Aventivwurzeln ansetzen, die Hauptwurzel aber ist von grosser Bedeutung.

Auch *Arctostaphylos* wird, wie sich schon aus der Grösse der Flecken schliessen lässt, recht alt. KAIRAMO hat bis 80 Jahresringe in ihrem Stengel getroffen.

Verjüngung: Die jüngsten Individuen mit Keimblättern habe ich nicht auf den Probeflächen gefunden, dagegen wurden auf einer ausgedehnten ca. 3—4-jährigen Brandheide (CT) zwischen der Bahnstation Sievi und Kiiskilä in Mittelösterbotten reichlich kleine, kaum 10 cm breite Exemplare gefunden, die deutlich aus Samen entstanden waren. Ebenso begegneten kleine junge Exemplare auf einer Brandfläche in Loimola sowie im Versuchsgebiet von Ruotsinkylä bei Tuusula. In älteren Wäldern wurden nur alte Individuen gefunden. Es dürfte also sicher sein, dass sich diese Pflanze im wesentlichen durch Keimpflanzen verjüngt, die sich vornehmlich auf den Brandgebieten trockener Heiden, vermutlich auch auf Hiebsflächen, an Wegrändern und an anderen offenen Stellen auf derartigen Böden entwickeln. Diese Pflanze blüht und bildet reichlich Früchte nur an offenen Standorten.

Verbreitung und Auftreten: Am reichlichsten begegnete *Arctostaphylos* im Versuchsgebiet von Veikkola. Hierin tritt zweifellos der Einfluss dominierender geeigneter trockener Sandheiden zutage. Jedoch wurde sie einigermassen über sämtliche Untersuchungsgebiete verteilt angetroffen, im ganzen auf 18 Probeflächen. Von den Fundorten lagen 10 auf trockenen Heideböden (CC1T und CT), 6 auf mässig trockenen (VT) und 2 auf frischen Heideböden (MT). Die Frequenz betrug in altem Walde nur 1—2, sogar auf Brandflächen war die Anzahl der Individuen ziemlich gering, abgesehen von dem Jungbestand in Kiiskilä, wo der durchschnittliche Abstand der Individuen nur kaum 1 m betrug. Reichlich wurde diese Pflanze an Landstrassengrabenrändern, auf trockenen Sandheiden an Waldsäumen in Veikkola sowie an mehreren Stellen am Rande der Küstenlandstrasse von Österbotten angetroffen. In diesen Fällen sind die Individuen zu Teppichen von einigen Dutzend Metern Länge verschmolzen.

Im Waldesinnern trat die Pflanze besonders auf frischeren (VT- und MT-) Heiden unter Preiselbeere und Wandmoos zurück, indem sie beim Wachsen erstickt war. Von dem gewöhnlichen Umfang der Flecken in CC1T-Siedelungen gibt Karte Fig. 18 einen guten Begriff. In einem Falle fand sich von der Art auf VT-Heide nur ein Fleck an einer ehemaligen Feuerstelle. Einen eigentümlichen Fall habe ich in Mittelösterbotten in Kalajoki auf einer trockenen

Heide konstatiert, die infolge eines Hiebes vor mehreren Jahren ausgetrocknet und aus diesem oder jenem Grunde unbewaldet geblieben war. Dort bildete *Arctostaphylos* Ringe von 3—4 m Durchmesser. Die belaubten Sprosse waren in den mittleren Teilen des Fleckes völlig abgestorben. Die jungen Spitzensprosse waren dagegen grün, woher der grüne Ring. Ich habe auch anderswo bemerkt, dass die Blätter von *Arctostaphylos* und die sie tragenden älteren Äste leicht absterben. Vermutlich geschieht dies im Winter. Näheren Aufschluss über die Ursachen hierzu konnte ich nicht gewinnen. Angeführt sei auch der von Fig. 21 illustrierte, wenn auch seltene Fall aus dem Kirchspiel Sippola, wo die Pflanze Edaphid auf einem grossen verwitternden Rapakivi-Stein war, während sie auf der umgebenden, freilich baumbestandenen reiserreichen MT-Heide völlig fehlte. In Siedelungen, die üppiger waren, trat unsere Pflanze auch nicht als Edaphid auf.

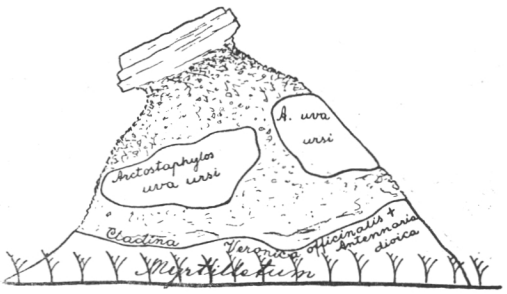


Fig. 21. *Arctostaphylos uva ursi* auf verwittertem Rapakivi-Stein.

Linnaea borealis L.

Bau: Fig. 10 und 22 stellen *Linnaea*, die besonders infolge der Untersuchungen von WITTROCK und SERNANDER zu den genauer bekannten Pflanzenarten gehört, an ihrem natürlichen Platze dar. Man bemerkt einen längs der Bodenfläche auf dem Moose verlaufenden, langgliedrigen Hauptspross, der, indem die Spitzenknospe vor dem Absterben bewahrt bleibt, jährlich 10—16 Internodien entwickelt oder 6—45 cm in die Länge wächst. Der Ausläufer verzweigt sich sehr spärlich. Schon im zweiten Jahre wachsen jedoch aus den Blattachseln kurzgliedrige kleine Äste empor, welche Blätter an der Stelle der älteren Stengelteile sowie Blüten tragen. Wird der Spross in höherem Alter unter dem rings herum wachsenden Moos immer tiefer und tiefer begraben, so haben diese gerade aufwärts wachsenden Assimilationssprosse eine hohe Bedeutung. Sie werden jedoch nur 2, 3 cm hoch und 3—4 Jahre alt, können aber an den Spitzenknospen einen Schössling ansetzen. An den Stämmen von *Linnaea* gibt es nach den übereinstimmenden Untersuchungsergebnissen von WITTROCK und KESO höchstens 10—14 Jahresringe. Unter günstigen Verhältnissen ist das Alter des Stammes

natürlich gewissermassen unbegrenzt. Die Länge des lebendigen Teiles steigt nach WITTROCK auf 10.5, bisweilen auf 18 Fuss (ca. 4—5 m), und Ausläufer von dieser Länge habe ich auch in meinen Untersuchungsgebieten gemessen. Die Hauptwurzel ist bei *Linnaea* schwach. Sie stirbt zwar nach meinen Wahrnehmungen nicht bald ab, wie WITTROCK vermutet, ist aber in keiner Sonderstellung den Adventivwurzeln gegenüber. An der Unterseite jedes Jahrestriebes wird gewöhnlich eine Wurzel angesetzt, die sich von hier aus senkrecht durch die Moosschicht in die Humusschicht, wo sie sich zu sehr langen, weissen, fadenartigen Mykorrhizen vergabelt, herabschiebt. Bis zum Mineralboden dringen *Linnaea*-Wurzeln gewöhnlich nicht vor.

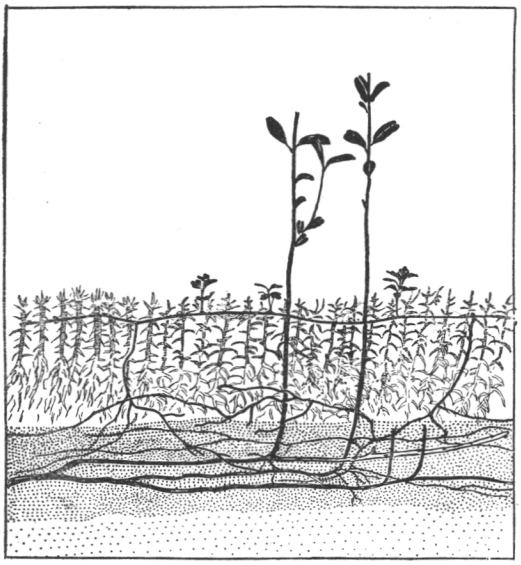


Fig. 22. Vegetationsprofil mit *Linnaea borealis*, *Vaccinium vitis idaea*, *Dicranum undulatum*, *Pleurozium Schreberi*. Punkaharju.

Verjüngung: *Linnaea* blüht und bildet reichlich drüsig behaarte, leicht festhaftende Klettenfrüchte auch in ziemlich schattigen Wäldern der Untersuchungsgebiete, jedoch, besonders in Fichtenbeständen, am reichlichsten auf Lichtungen. Gleichwohl ist *Linnaea* eine Pflanzenart, deren Keimpflanzen sehr selten sind. WITTROCK gründet seine Beschreibung (1878, S. 26) auf eine 1-jährige Keimpflanze, SYLVÉN (1906, S. 65) bemerkt, dass er in der Natur nur eine Keimpflanze angetroffen habe. Ich habe *Linnaea*-Keimpflanzen auf zwei Probeflächen in Mittelösterbotten gefunden. Die eine war in einem alten OMT-Fichtenbestand, wo die Moosdecke sehr spärlich war, die andere auf VT-Heide bei der Kirche von Himanka auf Flächen, wo Moos und Oberflächenteile des Torfes entfernt waren. Diese Ende Juli 1923 gesammelten Keimpflanzen, von denen Fig. 23 eine Probe gibt, gehören deutlich zu zwei aufeinander folgenden Altersklassen. Wenn, wie ich annehme, die kleineren von meinen Keimpflanzen aus demselben Sommer stammen, die grösseren aus dem zweiten Sommer, so bekommt die Keimpflanze im ersten Som-

mer ausser den Keimblättern höchstens zwei Paar Blätter, von denen das eine jedoch sehr klein ist. Die Höhe der Keimpflanze von der Erdoberfläche aus beträgt 10—12 mm. Bei den Jungpflanzen aus dem zweiten Sommer sind diese Blätterpaare, abgesehen von dem erwähnten dritten, vergilbt, und ausserdem haben sich 3—4 neue Internodien entwickelt, so dass die gesamte Stengellänge zur Beobachtungszeit ca. 25 mm betrug. Schon in seinem zweiten Jahre beginnt sich der Stengel in einen dorsiventralen Kriechspross zu verwandeln. Die Hauptwurzel verzweigt sich sofort im ersten Sommer, und im zweiten Sommer ist es bereits schwer, die Hauptachse von den zahlreichen gleichstarken Wurzelästen zu unterscheiden.

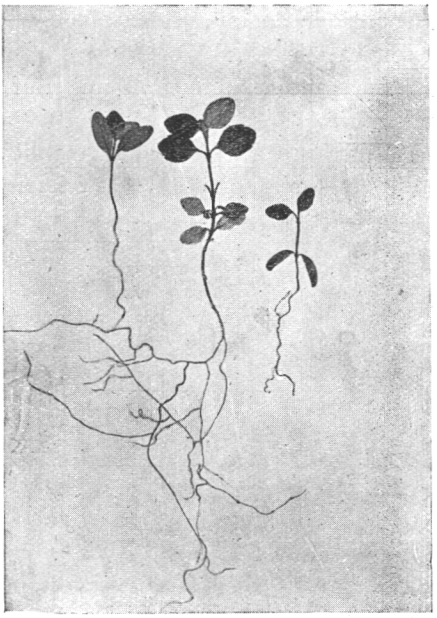


Fig. 23. *Linnaea borealis*-Jungpflanzen vom 1. und 2. Sommer. Himanka, Ende Juli 1923. Ein wenig vergr.

Die Sprosse von *Linnaea* verzweigen sich zu allmählich immer selbständiger werdenden und infolge der Verwesung schliesslich sich völlig isolierenden Teilen besonders durch Vermittlung der Assimilationssprosse. Wegen der Schwäche der Samenverjüngung hat denn auch die vegetative Verjüngung hohe Bedeutung für die Erhaltung der *Linnaea*-Vorkommnisse.

Verbreitung und Auftreten: Auch *Linnaea* gehört zu den Arten, die in allen Untersuchungsgebieten allgemein anzutreffen sind, und in ihrer Häufigkeit liessen sich zwischen den verschiedenen Gebieten keine erheblichen Differenzen feststellen.

Wie z. B. Linkola konstatiert hat, ist es für *Linnaea* charakteristisch, dass sie besonders in alten Wäldern auftritt. Dies dürfte daraus resultieren, dass sie nur auf Waldhumus gut fortkommt, sowie daraus, dass sie sich wegen ihrer spärlichen generativen Verjüngung erst im Lauf von Jahren vegetativ über ausgedehntere Gebiete ausbreiten kann. Am reichlichsten, etwa in der Hälfte der Probequadrate oder noch mehr, wurde *Linnaea* auf meinen Probeflächen auf frischen Heideböden angetroffen, gewöhnlich mit dominierender Fichte (MT-OMT) und in daraus entstandenen, leicht anmoorigen

Bruchsiedelungen, und zwar gewöhnlich für OMT eine höhere Frequenz als für MT-Siedelungen. In gewissen Fällen, wie in den alten Kiefernwäldern von Evo und auf drei Probeflächen in Österbotten, war *Linnaea* auch auf mässig trockenen Heiden auf Sandboden (VT-Kiefernwald) ebenso reichlich. Auf mässig trockenen Böden (VT) trat sie sonst im ganzen nur auf 15 Probeflächen auf, wobei die Frequenz abgesehen von den erwähnten Ausnahmefällen 1—2 war. Auf den trockensten Heiden (C1T, CT) fand sich diese Art nicht auf den Probeflächen.



Fig. 24. Karte über einen *Linnaea*-Fleck und mehrere *Aera*-Flecken in OMT-Lärchenwald. 1 = *Picae excelsa*, 2 = *Larix sibirica*, 3 = *Aera flexuosa*, 4 = *Linnaea borealis*. Raivola.

Wie sich schon aus der vorherrschenden vegetativen Verjüngungsweise von *Linnaea* folgern lässt, ist diese Art eine fleckenweise auftretende Pflanzenart. Karte Fig. 24 von einer Versuchsfläche aus dem Lärchenwald von Raivola bietet einen schön entwickelten Fleck von ca. 10 m Durchmesser. Wegen des schnellen Längenwachstums und der relativ schwachen Verzweigung des Sprosses sind die Flecken jedoch oft sehr zipfelig.

An der Landhebungsküste des Bottnischen Meerbusens verbleibt *Linnaea* bei der Ausbreitung nach dem Uferhain im Gebiete der dickeren Humusschicht oberhalb der Heidel- und Preiselbeer-Grenze (Karte Fig. 25). Auf zahlreichen Probeflächen, besonders in den dichten Fichtenbeständen von Suojärvi, wurde konstatiert, dass *Linnaea* auch gut an solchen Stellen fortkommt, wo die beiden ebengenannten Beerenreiser nicht wachsen. Ja, sie kann sich sogar in diesen reiserlosen Gebieten schöner entfalten als unter den Reisern. So tritt sie oft unter Fichten üppig auf. Möglich ist, dass sie, da sie ein niedrigeres Gewächs ist, nur dünneren Schneeschutz benötigt. Auf Mustaniemi bei Punkaharju fand sie sich reichlich auf Probeflächen in reiserlosen Kiefernbeständen. Die auf der Moosdecke verlaufenden Verjüngungssprosse

sind auch nicht den Verheerungen der im Rhizomtorf hausenden Pilzmycelien ausgesetzt. Da sie mit langen Internodien versehen ist, findet sie auch leichter Lichtflecken, um so auch im schattigen Walde fortzukommen. Bisweilen häuft sie sich auf morschen Stubben in dichten Siedelungen an und zeigt so, dass sie auch bei völliger Isolierung von der mineralischen Unterlage gedeiht. In üppigen Hain- und Bruchsiedelungen wurde *Linnaea* schliesslich nur als Edaphid auf Bülten und morschen Stubben entdeckt. Auf einer Probefläche auf trockener Heide (CT) trat sie dagegen als Edaphid in frischen Senkungen auf. Unter der Lärche ist sie in Raivola, Punkaharju und Evo deutlich schlechter gediehen als in den benachbartene Siedlungen mit heimischen Nadelhölzern. In reinen Birkenwäldern kommt sie — vermutlich wegen der beeinträchtigenden Wirkung der Blätterabfälle — ebenfalls schlechter fort (4 mal angetroffen, davon nur einmal, VT, reichlich) als in gleichaltrigen Nadelholzwäldern.

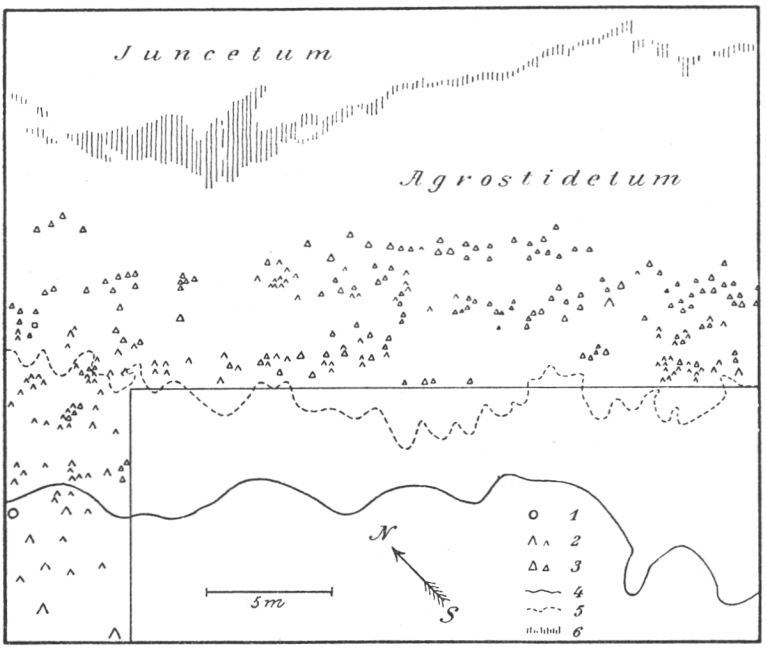


Fig. 25. Karte über die Vegetation an der Grenze der Meeresuferwiesen und Waldbestände. 1 = *Pinus silvestris*. 2 = *Picea excelsa*, 3 = *Alnus incana*, 4 = untere Verbreitungsgrenze von *Linnaea*, 5 = desgl. von *Myrtillus* und *Vaccinium*, 6 = Hochwassergrenze.

Lycopodium selago L.

Bau: Die Stengel von *Lycopodium selago* sind in überaus regelmässiger Weise dichotom verzweigt. An der Spitze eines jeden Jahrestriebes entwickeln sich in den Blattachseln Sporangien. Aus der Anzahl der Sporangiengruppen kann man schliessen, dass die Stengel 8—10 Jahre grün, d. h. am Leben bleiben, indem das jährliche Längenwachstum 2—3 cm beträgt und die ganze Pflanze eine Höhe von ca. 20 cm erreicht. Nach dem Niedersinken wachsen an den Stengeln Wurzeln an, die sich ebenfalls dichotom verzweigen und 10—20 cm in den Boden eindringen. Diese Art hat keinerlei ausläufer- oder rhizomartige Spross e.

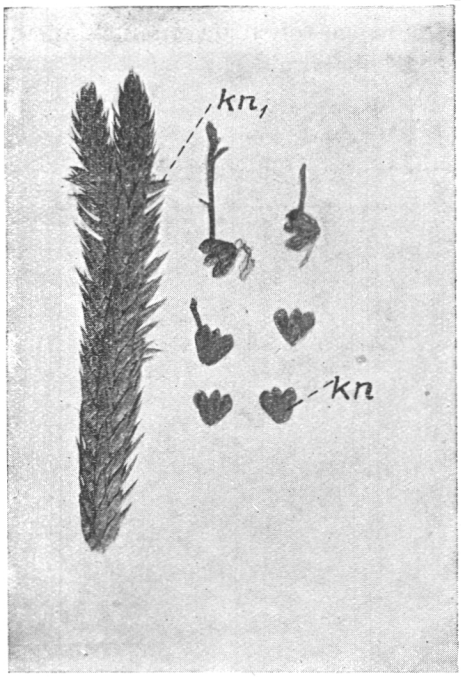


Fig. 26. Sprosspitze von *Lycopodium selago* mit Kurzästen *(kn_1)*, die Keimknospen *(kn)* getragen haben. Drei von den Knospen haben gekeimt. Etwas vergrössert.

Verjüngung: Die Stengel von *L. selago* sind in höherem Alter spröde. Die buschigen Zweigbündel brechen infolge des Schneedruckes sowie auch infolge der von unten aus langsam fortschreitenden Fäulnis leicht auseinander. So vermehrt und verbreitet sich diese Art einigermassen vegetativ. Eine intensivere vegetative Vermehrung geschieht jedoch mit Hilfe der Keimknospen, die in den Blattachseln entstehen. Daraus gekeimte kleinere und grössere *L. selago*-Individuen (siehe Fig. 26) habe ich in der Nähe der Mutterpflanze gefunden, und sie bilden wohl auch das intensivste Verjüngungs- und Verbreitungsmedium dieser Art. Generative Verjüngung wurde für diese Art auf den Probeflächen nicht festgestellt.

Verbreitung und Auftreten: Die Art wurde spärlich überall im Untersuchungsgebiet auf insgesamt 22 Probeflächen angetroffen. Am spärlichsten fand sie sich in dem Sandgebiet von Veikkola. Abgesehen von einem Fall aus einem *Aconitum*-Fichtenbestand und einem anderen von einem Bruchrande begegnete die Art nur in

jungen Wäldern, in einem Falle in einem Kiefernbestand auf Schwendfläche, in den anderen in Birken- und Erlenbeständen auf Schwendflächen, wobei es sich überall um frische Böden (mit OMT-, AT-Siedelungen) handelte. In *Aconitum*-Hainen wuchs sie jedoch am liebsten auf Steinen. Die Frequenz auf den Probeflächen war stets gering (1 oder weniger). Die Art trat in charakteristischen dichten Polstern auf, deren Breite oft nur etwa 20 cm, in einem Falle 60 cm betrug.

Lycopodium annotinum L.

Bau: Lycopodium annotinum besitzt einen längs des Bodens unbegrenzt wachsenden und sich spärlich verzweigenden Langspross. Aus diesem Spross steigen kurze Assimilationssprosse empor, die auch Sporangien tragen. Ebenso geht davon in Zwischenräumen von ca. 5—10 cm senkrecht nach unten je eine kräftige Wurzel aus, die in 1—2 cm Tiefe nach beiden Seiten einen Wurzelzweig aussendet. In immer grösserer Tiefe laufen neue Astpaare aus. So erinnern die Hauptzüge im Bau dieser Art einigermassen an den Bau von *Linnæa* unter den Samenpflanzen. Die Länge der Jahrestriebe beträgt bei den Langsprossen gewöhnlich 10—15 cm, bei den Assimilationssprossen 4—6 cm. Der Langspross wird im ganzen mehrere Meter lang und Jahrzehnte alt, ehe er zu faulen beginnt.



Fig. 27. *Lycopodium annotinum.* Jungpflanze von etwa dem 3. Sommer; pr = Protocormus (Fuss). Raivola, Lärchenforst.

Verjüngung: L. annotinum bildet recht allgemein leichte, staubkornartige Sporen, wenn es auch auf den meisten Probeflächen nur steril war. Nach BRUCHMAN keimen die Sporen erst nach 6—7 Jahren, und erst nach 12 bis 15 Jahren tritt die Geschlechtsreife ein, während die gesamte Lebensdauer der Prothallien etwa 20 Jahre beträgt (siehe FITTING, JOST u. a., S. 391—392). Junge, aus Sporen entstandene Individuen wurden nur auf einigen Probeflächen im Lärchenforst von Raivola in üppigen Hainen (OT) auf humusbedecktem Waldboden gefunden, wo sie vereinzelt hie und da, im ganzen etwa 10 Exemplare, angetroffen wurden. Fig. 27 bringt ein Bild von ihnen. Die darin abgebildete Pflanze zeigte ca. 3 Jahressprosse. Jüngere Keime sind denn auch nur mit grosser Mühe zu finden, da sie sehr klein und unterirdisch sind. Die Sporenverjüngung ist offenbar spärlich, während die vegetative Verjüngung und Vermehrung mit Hilfe der Ausläufer recht intensiv ist. Keimknospen hat diese Art nicht.

Verbreitung und Auftreten: *L. annotinum* kam in allen Untersuchungsgebieten auf insgesamt 65 Probeflächen vor. Es ist somit eine recht häufige Waldpflanzenart und zweifellos die häufigste *Lycopodium*-Art in Süd- und Mittelfinnland. Diese Art kam nur auf frischen und feuchten Böden (in MT-, OMT-, FT- und Bruchsiedelungen) vor, abgesehen von drei Fällen, wo sie recht spärlich auf mässig trockenem Heideboden (VT) auftrat. In MT-Siedelungen war die Frequenz fast stets unter 1, nur in einem Falle, in einem Meeresufer-Fichtenbestand von diesem Typ, betrug sie 3. In OMT-Siedelungen ist eine grössere Frequenz, 2—3, auf mehreren Probeflächen zu beobachten. Findet sich am unteren Rande derartiger Heiden anmooriger Boden, so trifft man *L. annotinum* dort gewöhnlich viel reichlicher. In einigen Fällen bildet diese Art, wie ich früher ausgeführt habe (1924, S. 181), einen zusammenhängenden, geschlossenen Vegetationsgürtel am Rande eines Bruches. Ebenso kann sie in den Uferhainen des Bottnischen Meerbusens stellenweise in ziemlich grossen Flecken auftreten. In Punkaharju wurde ein Fall konstatiert, in dem sich diese Art deutlich auf einer Grenzlichtung zwischen zwei Kulturflächen niedergelassen hatte. In einem anderen Falle bildete sie im Versuchsgebiete von Vesijako eine ausgedehnte teppichartige Zone an der Grenze eines Schwendboden-Erlenbestandes und eines alten Fichtenbestandes (OMT) auf ähnlichem Boden. In derartigen geschlossenen *L. annotinum*-Beständen fehlen gewöhnlich die Reiser nahezu völlig, und auch die anderen Pflanzen kommen in ihnen schlecht fort. In üppigen (OT-, AT-) Hainen war *L. annotinum* nicht vertreten, ebenso wenig in jungen Brandkulturwäldern. Nach der Tabelle Linkolas (1921, S. 142—143) kommt diese Art erst in 30—35-jährigen Brandkulturwäldern vor. Weil die Geschlechtsreife der Prothallien erst nach 20 Jahren von der Sporensaat aus gerechnet eintritt, wäre ja ein merkbar früheres Auftreten kaum zu erwarten. Auch in den Lärchenbeständen von Raivola war die Art spärlich, obwohl Keime daselbst vorkamen. Möglicherweise breitet sie sich jetzt gerade dorthin aus.

Wie zu erwarten, führt die vegetative Ausbreitung zur Fleckenbildung. Eine solche zeigt die Karte Fig. 28. Nicht immer lassen sich die Flecken deutlich abgrenzen. Karte 29, wo die Ausläufer vermerkt sind, führt einen solchen Fall vor. Da die Ausläufer dieser Art spärlich verzweigt sind, nimmt der Fleck allmählich unbestimmte Formen an. Jedoch lässt sich auch hier, wie aus der Karte ersichtlich ist, deutliche Konzentrierung auf bestimmte Flächen beobachten. Da dies offensichtlich nicht von einer Veränderung der Bodenbeschaffenheit herrührt, ist diese Fleckenbildung durch vegetative Verbreitung entstanden.

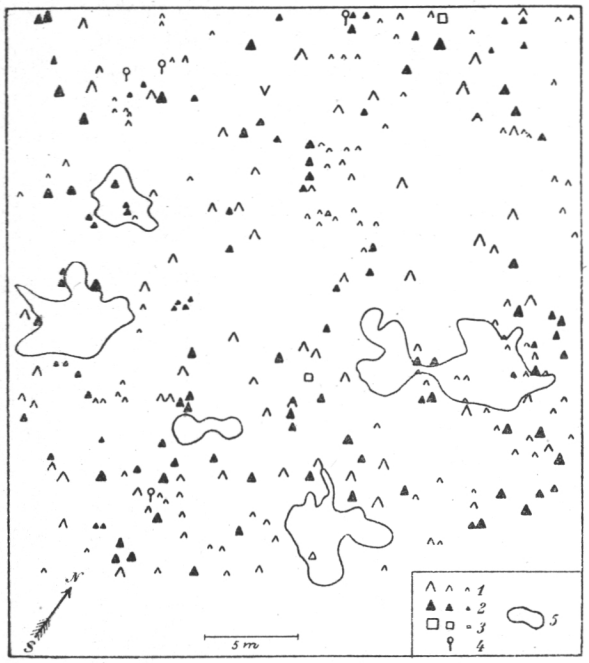


Fig. 28. Karte über Bäume und *Lycopodium annotinum*-Flecken auf frischem Heideboden von OMT. Vesijako. 1. = *Picea excelsa*, 2 = dgl. tote, 3 = *Betula alba*, 4 = *Populus tremula*, 5 = *Lycopodium annotinum*.

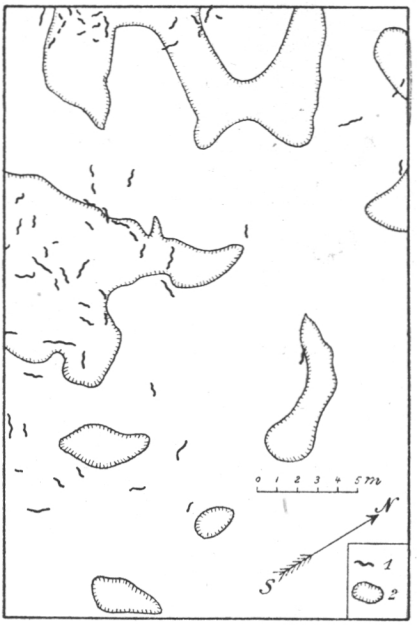


Fig. 29. *Lycopodium annotinum* auf einer VT-Heide. Suojärvi. 1 = *Lycopodium*-Ausläufer, 2 = reiserlose Fläche.

Lycopodium clavatum L.

Bau: *L. clavatum* erinnert in seinem Bau bedeutend an *L. annotinum*. Doch verbleiben die Ausläufer noch höher an der Oberfläche des Moospolsters als die von *L. annotinum*. Daraus schon resultiert teilweise der Umstand, dass der vom Ausläufer senkrecht abwärts wachsende unverzweigte Anfangsteil der Wurzel sehr stark und lang — oft 5 cm lang ist. Teilweise dürfe dies auch darin seinen Grund haben, dass *L. clavatum* an trockneren Stellen als die vorigen Arten wächst und die Wurzel zur Erlangung von Feuchtigkeit tiefer in den Boden eindringen muss. So kann man beobachten, dass bei *L. selago*, *L. annotinum* und *L. clavatum* das Wurzelsystem um so stärker ist, je trockener die Standorte sind, auf denen die betreffende Art charakteristisch ist. Die Verzweigung der Wurzel ist bei dieser Art dichotom. — *L. clavatum* verjüngt sich intensiv vegetativ. Generative Keime habe ich bisher nicht angetroffen.

Verbreitung und Auftreten: L. clavatum ist nur auf 12 Probeflächen aufgetreten, begegnete aber in allen Untersuchungsgebieten. Am spärlichsten war die Art in Mittelösterbotten und Raivola, am reichlichsten in Punkaharju, wo sie in mittelalten Brandkulturwäldern angetroffen wurde. Auch anderswo zeigte sich diese Art in Schwendbodenwäldern (MT, PyT, OMT, FT), gern besonders auf Lichtungen. In Veikkola fand sie sich auch in alten Heidewäldern (VT, MT). Stets war die Frequenz gering (1 oder niedriger). Die Ergebnisse von meinen Probeflächen stützen also LINKOLAS (1921, S. 173) Ergebnisse, nach denen diese Art kulturbeeinflusste Standorte vorzieht. Nach der Art des Auftretens handelt es sich auch hier um eine fleckenweise vorkommende Pflanze.

Lycopodium complanatum L.

Dem *Bau* nach erinnert diese Art im allgemeinen an die beiden vorhergehenden. Die ausläuferartigen Langsprosse verlaufen nur tiefer, d. h. näher der Erdoberfläche und sind kräftig.

Hinsichtlich der *Verbreitung und des Auftretens* ist zu bemerken, dass die Art überall häufiger als die vorhergehende auf den Probeflächen (deren 25) angetroffen wurde, nur in Raivola hat sie gefehlt (da die Probeflächen hainartig waren). Meist trat sie auf trockenen und mässig trockenen, oft auch auf frischen Heideböden mit Kiefernbeständen auf. In hainartigen (OMT) Wäldern war sie überhaupt nicht vertreten, auch nicht in jungen Schwendwäldern. Dagegen fand sie sich z. B. auf ausgedehnten reiserlosen Flächen auf Sandboden (VT) auf Mustaniemi bei Punkaharju vielleicht reichlicher als gewöhnlich. Die Frequenz ist nur auf der letztgenannten Probefläche etwas über 1 gestiegen.

Krautartige Pteridophyten.

Pteris aquilina L.

Bau: Fig 30 und 31 führen Stengelpartien von *Pteris* vor, die völlig unterirdisch sind. Wie daraus hervorgeht, hat diese Art ein überaus kräftiges, reichlich verzweigtes Rhizomsystem. Das Rhizom liegt im Mineralboden ca. 5—15 cm tief. Sein Hauptstamm ist im Wuchse unbegrenzt. An dessen Seite entstehen kurztriebartige, kurzgliedrige Äste, die Blattanlagen oder Blätter tragen. Davon

gehen auch reichlich relativ zarte, sich verästelnde Wurzeln aus (siehe Fig. 31). Unter günstigen Verhältnissen, bisweilen nach zahl-

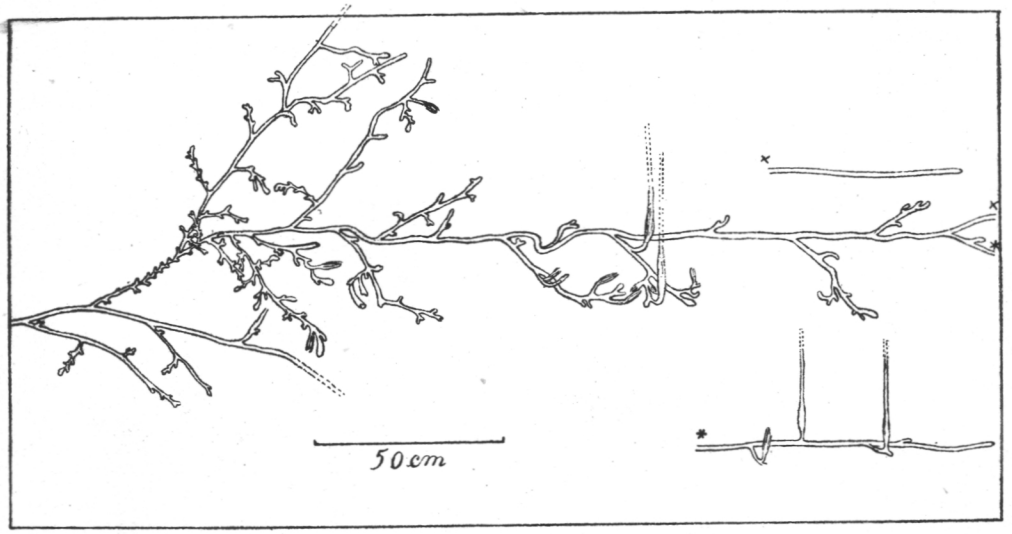


Fig. 30. *Pterisaquilina.* Rhizomsystem. Raivola, Lärchenforst.

reichen Blattgenerationen, kann der Kurztrieb sich wieder in einen Langtrieb verwandeln. Die Langtriebe sind platt, ca. 15 mm breit, 7—8 mm hoch, schwarzberindet, mit zwei inneren Stützlamellen versehen, zähe. Sie werden mehrere Meter lang und wachsen jährlich ca. 20—30 cm in die Länge. Ich habe einen von 4 m herausgegraben, der jedoch abgebrochen war. Der grösste Teil der entstehenden Blattanlagen bleibt besonders bei älteren Kurztrieben unentwickelt, und die ganzen Kurztriebe sterben schliesslich völlig ab.

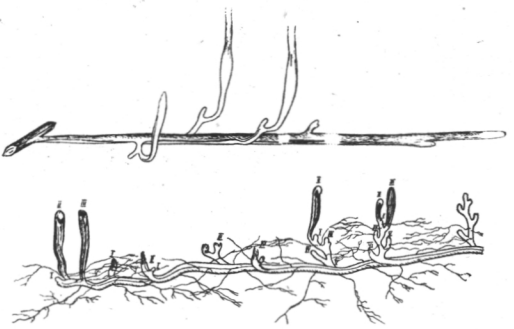


Fig. 31. *Pteris aquilina*-Rhizomstücke mit Lang- und Kurzstrieben. Stark verkleinert. Raivola.

Verjüngung: Pteris verjüngt und breitet sich leicht mit Hilfe der oben geschilderten Rhizome aus, wie auch aus dem fleckenweisen Auftreten geschlossen werden kann (Fig. 69). Prothallien von *Pteris* habe ich nicht angetroffen. Die Verjüngung auf Hiebs-, Schwend-

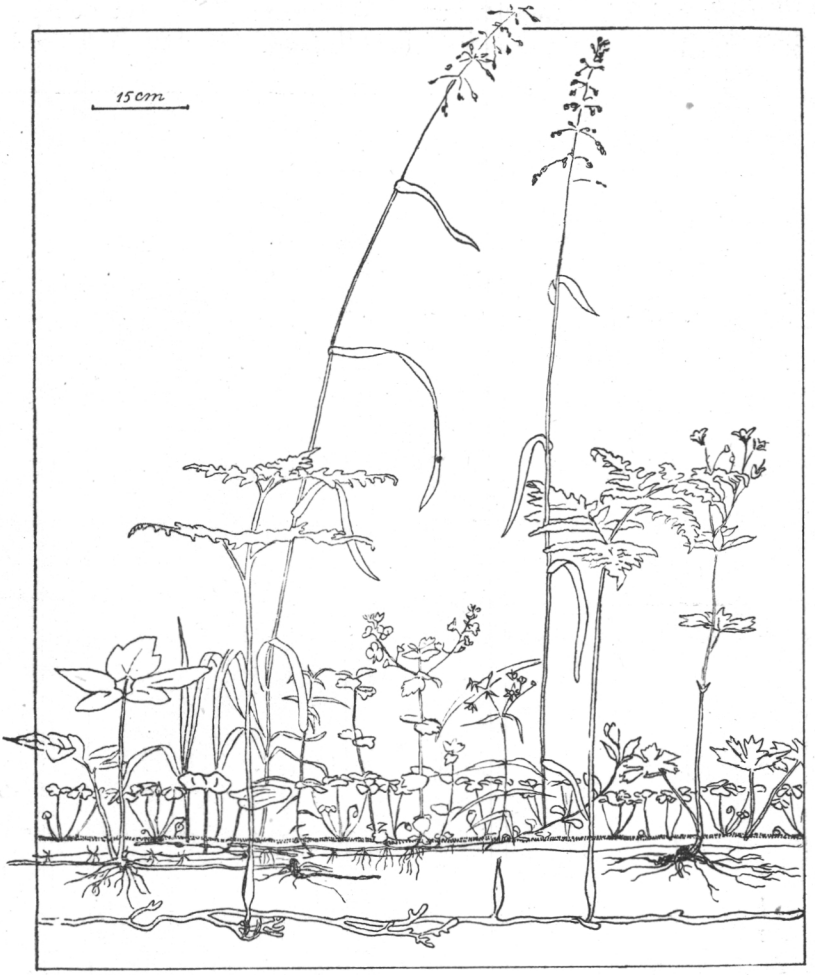


Fig. 32. Profil der Oberflächenvegetation aus dem Lärchenforst von OT mit *Pteris aquilina, Milium effusum, Aegopodium podagraria, Geranium silvaticum, Veronica chamaedrys, Stellaria holostea, Majanthemum bifolium, Oxalis acetosella.* Raivola.

und Brandflächen würde besondere Untersuchung verdienen, da es wahrscheinlich ist, dass die tief im Boden liegenden Rhizome auch auf Schwend- und Brandflächen vor dem Zerpflügen und Absterben bewahrt bleiben und dass der neue Bestand sich aus ihnen regeneriert. Die generative Verjüngung kann mithin auf ihnen gering sein.

Verbreitung und Auftreten: Pteris war ausserordentlich selten in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien, und in Mittelösterbotten wurde sie überhaupt nicht angetroffen. Da diese Art

Kultur-, besonders Brandkulturwälder bevorzugt, ist ihr Fehlen in dem ersterwähnten Gebiete schwieriger zu erklären als das in Mittelösterbotten, wo es derartige Waldböden nicht gibt und wo noch manche andere, dieselben bevorzugende Pflanzenart fehlt. In den übrigen Untersuchungsgebieten ist *Pteris* häufig.

Pteris kommt am besten auf frischen Waldböden (MT, OMT), besonders in hellen Birken- und auch Kiefernwäldern fort. In Fichtenwäldern dagegen gedeiht sie nicht gut. Auch auf frischem Hainboden tritt sie unter Laubbäumen auf, freilich reichlich nur an trockneren Stellen, ebenso findet sie sich reichlich in den Lärchenhainen von Raivola. Auf feuchten Böden (FT) tritt sie auf den Probeflächen nicht auf. Auf trockenen Heideböden (VT) ist sie nur auf den Brandkulturwald-Probeflächen vertreten. *Pteris* sucht auf zahlreichen Probeflächen deutlich Lichtungen auf, und ihre Häufigkeit vermehrt sich beträchtlich auf den Hiebsflächen.

Die Art des Auftretens ist wahrscheinlich stets eine fleckenweise. An den zum Vorschein kommenden Blättern ist dies jedoch gewöhnlich nicht leicht zu konstatieren, da die Entfernungen zwischen den von demselben Stengel ausgehenden Blättern mehrere Meter betragen können.

Phegopteris dryopteris (L.) Fée.

Bau: Diese Pflanze wird von einem 1—2 cm tief im Humus dichotom verzweigten Rhizom gebildet, bei dem die Länge der Jahrestriebe bis ca. 3—5 cm beträgt. Jeder Jahrestrieb hat im Winter 1—2 scheibenartige Blattanlagen, die Juli—August des folgenden Sommers Sporangien tragen. In den älteren Teilen des Rhizoms bilden sich bei dieser Art keine Blätter mehr wie bei *Pteris*, da die Kurztriebe fehlen.

Verjüngung: Das sich reichlich verzweigende Rhizom betätigt sich eifrig bei der vegetativen Verjüngung und Ausbreitung, wie auch aus dem regelmässigen Auftreten dieser Art in ± dichtbestandenen Flecken hervorgeht, die sich schliesslich — offenbar freilich von verschiedenen Anfangsindividuen herrührend — zu Flecken von mehreren Dutzend Metern erweitern können.

Farnkrautprothallien, die sich an geeigneten Stellen ziemlich regelmässig finden, können nicht immer leicht ohne genauere Untersuchungen auf ihre Art hin bestimmt werden. Auf einer (OMT) Probefläche in Pyhäjärvi begegneten jedoch auf der Wurzelerde einer entwurzelten Fichte an frischen Schattenstellen und auf dem blossgelegten Boden recht reichlich — flächenweise in Form einer

grünen Decke — Farnprothallien und auf denselben kleine Anfänge von Sporophyten, die augenscheinlich zu dieser Art gehörten, da diese im Umkreise sehr reichlich vertreten war; andere Farnarten fanden sich dagegen überhaupt nicht in der unmittelbarer Nachbarschaft und auch in grösserem Abstande sehr spärlich. Da auch ein Teil der anderswo oft gefundenen Farnprothallien zu dieser Art gehören konnte, ist wohl zu vermuten, dass die generative Verjüngung für diese Art in der Natur von Bedeutung ist. Ihre Bedeutung wird nur durch die Spärlichkeit von passenden Keimunterlagen der Sporen verringert. Dazu scheinen nur solche schattige Ränder von Bülten, Wurzelerhebungen, Stubben usw. geeignet zu sein, wo der ständig frisch erhaltene humushaltige Boden bloss ist. In dunkleren Höhlungen entwickeln sich jedoch keine Sporophyten, obwohl sich oft Prothallien in ihnen finden.

Verbreitung und Auftreten: Ph. dryopteris ist in allen Untersuchungsgebieten häufig — die häufigste und reichlichste Farnart der Probeflächen. Am reichlichsten und regelmässigsten tritt sie auf feuchten und nassen humusreichen fetten Böden auf, besonders in alten Fichtenwäldern (FT, AT), sie begegnet aber oft schon auf frischen Heideböden (OMT, PyT) reichlich, auch hier am liebsten in alten Fichtenwäldern (besonders DrMT). Geringe Anmoorigkeit fürchtet diese Art nicht, aber an den wässrigen Stellen wächst sie ausschliesslich auf Bülten, morschen Stubben usw. Auf jungen Brandkulturflächen tritt sie nicht auf, aber schon in mittelalten Birkenbeständen (OMT) ist sie in ein paar Fällen recht reichlich. In ein paar Fällen trat sie auch in ca. 40-jährigem Schwendboden-Erlenbestand in dichtbestandenem Fleck um einen Steinhaufen herum auf, möglicherweise aus erhaltenen Rhizomen entwickelt. Auf Gebieten mit MT-Siedelungen kommt sie nur bisweilen als eine Art Edaphid in frischen Senkungen vor.

Ph. dryopteris tritt oft in dichten Beständen und in scharf abgegrenzten Flecken auf. Rhizome und Wurzeln bilden ein dichtes Netz im Torf, wie z. B. im Zusammenhang mit *Vaccinium* bereits erwähnt wurde. Fig. 33 illustriert das Vorkommen von *Phegopteris* in einem alten OMT-Fichtenbestand in Kalajoki. Daraus ersieht man deutlich, wie diese Art am reichlichsten unter Fichten auftritt. Eine sichere Erklärung für diese Erscheinung kann ich nicht anführen. Wahrscheinlich resultiert sie daraus, dass unter Fichten die Reiser fehlen und diese Art somit guten Platz zum Wachsen hat. Da diese Pflanze im Winter völlig unterirdisch ist, dürfte sie Schneemangel und Fröste nicht fürchten wie die Reiser, ein Umstand, der hier ebenfalls von Bedeutung sein kann. Möglicherweise ist für sie auch der jährliche reichlichere Nadelabfall unter den Fichten von Vorteil,

besonders an solchen Stellen, wo wegen der Schnelligkeit des Verwesens die unmineralisierte Humusdecke dünn bleibt. Wenn der schattenspendende Baum gefällt wird oder umstürzt, entwickeln sich die Blätter von *Phegopteris* kräftiger, und ihre Zahl in den Rhizomen vermehrt sich, so dass also die Beschattung unter der Fichte gleichwohl allzu stark sein kann. Auf die Moosdecke hat *Phegopteris* mit ihren im Herbst absterbenden und den Boden dicht bedeckenden Blättern eine erstickende Wirkung. Beim Übergang vom Farnhain zu den umgebenden trockneren Böden verschwindet *Phegopteris* später als die grossen Farnarten der feuchten Böden *(Athyrium filix femina, Polystichum dilatatum, P. spinulosum)*.

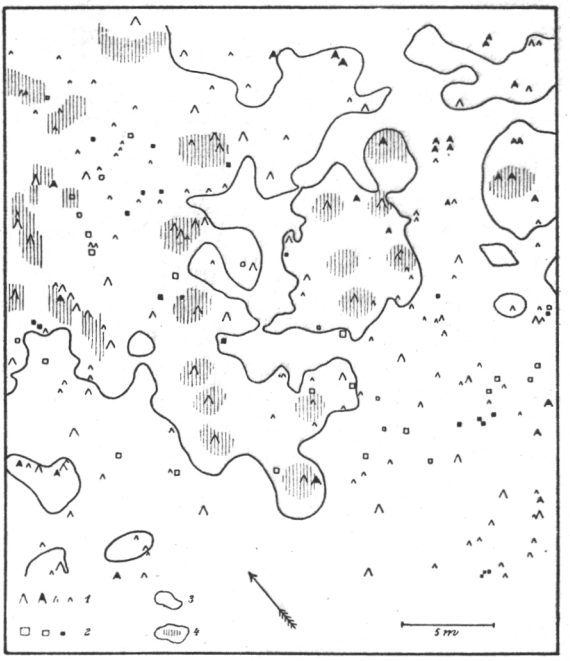


Fig. 33. Anhäufung von *Phegopteris dryopteris* auf den unter Fichten befindlichen reiserlosen Stellen. Frischer Waldboden (OMT) in Kalajoki. 1 = *Picea excelsa*, 2 = *Betula alba*, 3 = *Phegopteris dryopteris*-Flecke, 4 = dichter *Phegopteris*-Bestand ohne Reiser.

Equisetum silvaticum L. gehört eigentlich zu den Pflanzenarten der Bruchmoore, wo es oft unter den Hauptarten auftritt. Es wurde jedoch auch in Hainen (FT) feuchter, nicht anmooriger Böden angetroffen, sogar spärlich, ± edaphidartig in feuchten Senkungen von Probeflächen, die auch anderen Waldsiedelungen (PyT, OT, AT, OMT) entstammten. Diese Art hat ein besonders starkes, mehrere Meter betragendes, tief in dem vom Grundwasser feucht gehaltenen Boden verlaufendes Rhizom, von dem Assimilationssprosse aufsteigen. Da die Entfernungen zwischen den von demselben Rhizom ausgehenden Assimilationssprossen gross sein kann, ist die Fleckenstruktur von aussen oft nicht leicht zu bemerken, obwohl das fleckenweise Auftreten dieser Art unbedingt eigen ist.

Grasartige Pflanzen.

Luzula pilosa L.

Bau: Nach RAUNKIAER (1895—99, S. 397) ist *L. pilosa* eine schwach bültenbildende Pflanzenart, bei der die einzelnen Sprosse oft 2-jährig sind. Im ersten Jahre entwickelt sich daran nur eine Blattrosette, die grün überwintert (oft ist jedoch in Finnland die Blattbasis bereits im Herbst und Winter abgestorben und nur die Blattfläche grün). Im folgenden Frühjahr setzt der Spross seinen Wuchs zum Blütenstand fort. Jedoch entwickelt sich der Spross oft direkt zum Blütenstand, ohne überwinternde Blattrosetten zu bilden. So fand sich z. B. in dem in Fig. 34 dargestellten Falle an jedem

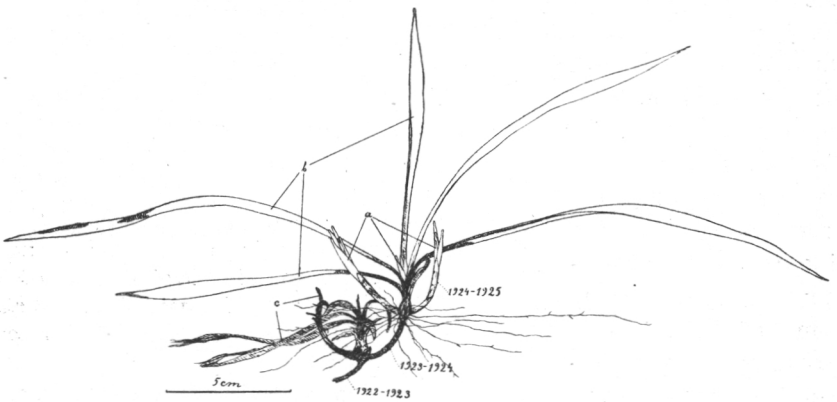


Fig. 34. *Luzula pilosa* zeitig im Frühjahr. a = Blätter des ersten, b = desgl. des vorigen, c = desgl. des vorvorigen Sommers. Helsinki, Frühjahr 1925.

Spross ein Ansatz zu einem Blütenstand. In anderen Fällen kommen auch reine Blattknospen vor. Es hat den Anschein, als ob sich diese erst vor allem aus den im Frühjahr entstehenden Sprossen entwickelten. Die Stielpartie der Sprosse ist oft 2—3 cm lang. Deshalb kommt die Tochterrosette in einer kleinen Entfernung von der Mutterrosette zu liegen, und so breitet sich die Bülte allmählich aus und zerfällt infolge Verwesung schliesslich in mehrere Bülten.

Verjüngung: L. pilosa blüht besonders reichlich sehr zeitig im Frühjahr fast an allen ihren Standorten, wobei sie zugleich recht keimfähigen Samen produziert, was man daraus schliessen kann, dass ihre Keimpflanzen ausserordentlich häufig überall anzutreffen sind, wo die Pflanze überhaupt begegnet. Die Jungpflanzen, von

denen Fig. 35 Abbildungen bringt, erkennt man leicht besonders am Keimblatt, das niedergebogen und an der Seite des Hypokotyles festgedrückt ist und, wie die *Juncus*-Arten, an der Spitze beim Wurzelhalse den Samen trägt. Die ganze Keimpflanze ist unterirdisch, aber bald im selben Sommer entwickeln sich die ersten kleinen grünen Blätter, und dadurch werden die Keimpflanzen auch oberflächlich leicht wahrnehmbar. Wie oben gezeigt, kommt auch der vegetativen Verjüngung eine Bedeutung zu, und diese kann zu einer, freilich recht langsamen, Verbreitung führen. Da *L. pilosa* zu den Pflanzenarten gehört, deren Stengel sich beim Reifen der Frucht nach dem Boden niederbiegen und dazu wegen ihrer schiefen Stellung nahe der Erdoberfläche sind, bleiben die Samen nahe bei der Mutterpflanze. Nach SERNANDER (1906) breiten jedoch die Ameisen die Samen aus. Eine wie grosse Bedeutung diesem Umstand zukommt, haben meine Beobachtungen nicht gezeigt. Doch ist sicher festgestellt, dass sich unter dem Fruchtstengel fast ausnahmslos Keimpflanzen finden.

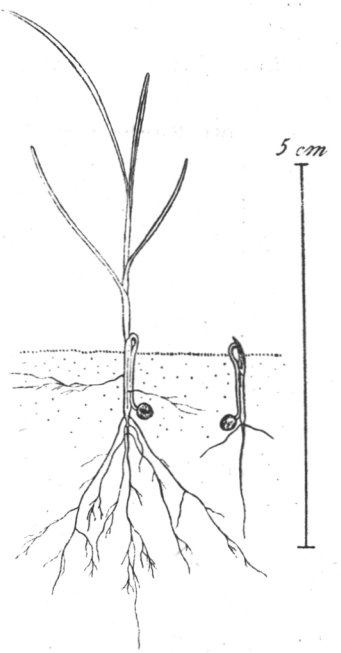


Fig. 35. *Luzula pilosa*-Keimpflanzen mit Samen. Kälviä.

Verbreitung und Auftreten: L. pilosa gehört zu den gewöhnlichen Waldpflanzen des Untersuchungsgebiets. Ihr Hauptfundort sind frische ± fruchtbare Waldböden (OMT, PyT, Haine). Auf diesen beträgt die Frequenz auf mehreren Probeflächen 4—6. Auch auf magereren frischen Heideböden (MT) findet sie sich fast regelmässig, aber ihre Frequenz ist auf solchen Probeflächen nur 1—2, bisweilen 3. Auf trockenen Heideböden (CT, VT) tritt sie nur bisweilen und sehr spärlich auf. In den üppigsten (AT-) Laubhainen ist sie jedoch bereits spärlich, indem sie nur auf Wurzeln und Steinen sowie besonders unter Fichten wächst. In Lärchenbeständen kommt sie ausgezeichnet fort, ebenso in Birkenbeständen. Auf Brandkulturflächen siedelt sie erst nach einiger Zeit über, gedeiht aber bereits in jungen Brandkulturwäldern gut. Auf Schlägen, besonders solchen in üppigen Fichtenwäldern, kommt sie auf deren reichlichen in Verwesung übergehenden Abfällen besonders gut fort und bildet bisweilen nahezu geschlossene Flecken auf ihnen. Nach anmoorigen Böden breitet

sich *L. pilosa* viel weniger aus als z. B. *Pyrola secunda* und *Trientalis*. Sehr gern wächst sie auf grossen abfallbedeckten Steinen in frischen Wäldern. — Fleckenweises Vorkommen unter scharfer Abgrenzung lässt sich im Auftreten dieser Art auf den Probeflächen nicht oft konstatieren, wenn sich auch besondere, mitunter recht deutliche Anhäufungsstellen fast stets unterscheiden lassen (siehe Fig. 36).

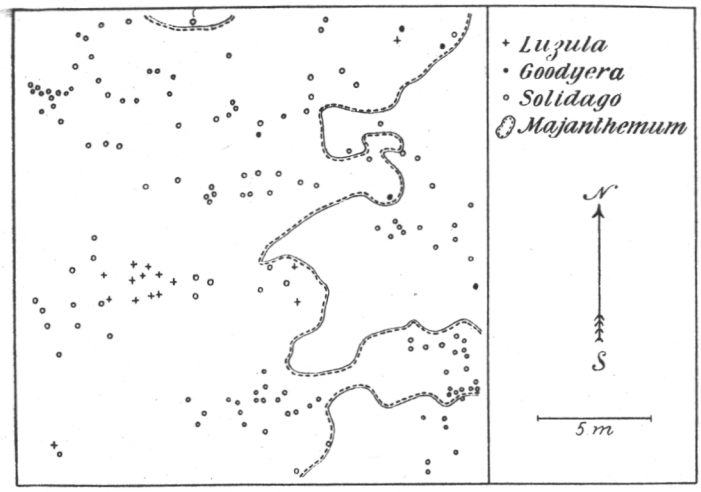


Fig. 36. Karte über das Vorkommen von *Luzula*, *Solidago* und *Goodyera*, desgleichen die Fleckengrenze von *Majanthemum*. Fichtenwald (MT) in Suojärvi.

Carex digitata L.

Bau: Die Sprosse sind, wie RAUNKIAER (S. 468—470) gezeigt hat, monopodial. In den Blattachseln bilden sich Knospen, die sich abwechselnd zu Verjüngungs- und Blütenstengeln entwickeln. Die Sprosse sind mit reichlichen Adventivwurzeln versehen, wachsen schräg längs der Bodenfläche und sterben allmählich vom hinteren Ende aus ab.

Verjüngung: C. digitata blüht und produziert ziemlich reichlich Samen auch in geschlossenen Wäldern. Ihre Keimpflanzen sind denn auch, da die Standorte überdies gewöhnlich für das Keimen geeignet sind, sehr häufig und von reichlichem Auftreten. Ihre Häufigkeit ist ziemlich dieselbe wie die der Keimpflanzen von *Luzula pilosa* an deren Standorten. Die Jungpflanzen von *C. digitata* erkennt man am sichersten an der Frucht an ihrer Basis (siehe Fig. 37).

Unsere Pflanze gehört zu denjenigen grün überwinternden Pflanzenarten, die zeitig im Frühjahr blühen, ehe sie von den sich später entwickelnden grösseren Kräutern u. a. Waldpflanzen beschattet werden. Die Früchte reifen erst unter dem Dache dieser Kräuter und haben nur eine geringere Möglichkeit, sich weiter auszubreiten, besonders da sich die Fruchtstengel, wie z. B. bei *Luzula* und *Oxalis*, niederbiegen. Jedoch transportieren die Ameisen nach SERNANDER (1906) die Samen auch dieser Art eifrig, wobei der fetthaltige, saftige Basalteil des Utriculus ihnen als Nahrung dient. — Da die Jahrestriebe nur einige Zentimeter lang sind, geht die vegetative Ausbreitung sehr langsam vor sich.



Fig. 37. Eine *Carex digitata*-Jungpflanze. Raivola.

Verbreitung und Auftreten: C. digitata ist zwar über alle Untersuchungsgebiete verbreitet, aber sie ist nur in den hainreichen Gegenden häufig. Sie begegnete auf 39 Probeflächen in der Gegend von Sortavala, in Raivola, Punkaharju, Evo und Vesijako sowie auf je einer in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und in Pyhäjärvi-Österbotten. Die Art trat lediglich in hainartigen und Hainsiedelungen auf. In *Aconitum*-Hainen fand sie sich vornehmlich auf Steinen, abgesehen von spärlich mit Kräutern bedeckten, von der Fichte beschatteten Flächen, wo sie ebenfalls auf der normalen Bodenfläche reichlich auftrat. Auch sonst wächst sie gern auf grossen humusbedeckten Steinen. Auch in feuchten Farnhainen begegnete sie nur nach Art eines Edaphids an trockneren Stellen. Am besten kommt sie auf warmen, üppigen Åsabhängen auf Kiesboden fort. In den alten Lärchenforsten von Raivola war sie recht reichlich (Frequenz 5—7). In jungen Schwendwäldern war sie selten und spärlich. Da die Vorkommnisse nicht kartographisch untersucht worden sind, ist es schwer zu sagen, in welcher Schärfe ihre Grenzen ausgeprägt sind.

Aera flexuosa L.

Bau: Wie bei vielen Graminaceen wächst auch bei *A. flexuosa* jeder Spross zunächst wagrecht nach Art eines Rhizoms im Boden, wendet sich dann aufwärts und setzt seinen Wuchs zum Assimilations- und Fruktifikationsspross fort. Der neue Spross entsteht an der

Basis des früheren nahe der Bodengrenze. Oft entstehen solche an mehreren Blattachseln, und so verzweigt sich das sympodiale Rhizom der Pflanze. Wie RAUNKIAER (1895—1899, S. 588) gezeigt hat, schwankt der Bau von *A. flexuosa* bedeutend nach dem Standort in der Weise, dass an offenen Stellen die Rhizompartie der Sprosse kurz und die Wuchsart deshalb bültenbildend ist, wobei die Sprosse gleichzeitig reichlich blühen. Im Waldschatten bleibt der grösste Teil der Sprosse ohne Blüten; die Rhizompartie hat an diesen Stellen lange Internodien, weshalb sich keine Bülten bilden.

Verjüngung: A. flexuosa blüht sehr wenig in geschlossenen Wäldern. Sie verjüngt und verbreitet sich im wesentlichen vegetativ durch Bildung von Rhizomen, wie sich schon leicht aus dem fleckenweisen Auftreten schliessen lässt. Auf Schlägen, Schwend- und Brandflächen blüht *A. flexuosa* reichlich. An derartigen Stellen habe ich Keimpflanzen in einem Falle in Punkaharju recht reichlich gefunden. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass sie, da relativ schwer feststellbar, an derartigen Stellen teilweise unbemerkt geblieben sind. Im Waldesinnern sind sie dagegen sicher äusserst spärlich. Auf einer jungen Brandfläche in Österbotten hatte sie sich wenigstens zum grössten Teil aus ehemaligen Rhizomen verjüngt und blühte nun ausserordentlich reichlich. Bei der Samenverbreitung dürfte dem Vieh Bedeutung beizumessen sein, was man daraus schliessen kann, dass sich mehrmals Keimpflanzen auf trockener Heide im Mist gefunden haben. Besonders auf trockenen Heiden findet man oft dichte *A. flexuosa*-Bülten, die wahrscheinlich auf diesem Wege entstanden und unfähig sind, sich weiter zu verbreiten.

Verbreitung und Auftreten: A. flexuosa war in allen meinen Untersuchungsgebieten die häufigste Grasart der Wälder (auf ca. 120 Probeflächen auftretend). Am reichlichsten erscheint sie auf frischeren Heideböden in Waldbeständen mit spärlichen Reisern und Kräutern, besonders in alten Wäldern mit dicker Humusschicht. Leichte Anmoorigkeit ist für sie eher von Vorteil als von Nachteil. Ihre Frequenz auf derartigen Probeflächen war oft 6—8. Die Ursache zu der grossen Häufigkeit in diesen Wäldern dürfte vor allem in der aus dem hohen Alter der Flecken resultierenden Umfänglichkeit derselben sowie in den Konkurrenzverhältnissen liegen. Auch auf mässig trockenen Heideböden (VT) ist *A. flexuosa* ziemlich häufig und bisweilen reichlich, aber auf den trockensten Probeflächen (CC1T) ist sie nur als Edaphid aufgetreten. Auch in hainartigen (OMT-, PyT-) Siedelungen kommt diese Art vor, bisweilen (in Fichtenwäldern) sogar reichlich. In den alten Lärchenforsten von Raivola bildet sie hier und da ausgedehnte Flecken, im allgemeinen aber

liebt sie nicht besonders Lärche und Laubbäume. In Hainen mit üppiger Kräutervegetation kommt sie schlecht fort, indem sie auf Steinen usw. auftritt. Nach Olsen (1921) gedeiht *A. flexuosa* nur auf sauren Böden. Es ist möglich, dass der Hainboden nicht hinreichend sauer für diese Art ist. Besonders auf Lichtungen nach Hieben werden ihre Sprosse kräftig, bilden Bülten und fangen an reichlich zu blühen. Auf Schwendflächen ist sie sogar spärlicher als auf altem Waldboden. Dagegen wächst sie gern auf Waldbrandstellen und an Pfadrändern.

Mit den langen, sehr schmalen Blättern und den im Schatten verlängerten Rhizomen sammelt *A. flexuosa* leicht das zur Verfügung stehende, selbst spärliche Licht im schattigen Walde und kann so z. B. die Beschattung der Fichte besser vertragen als viele andere Waldpflanzen. Da die Rhizome und die Wurzeln von *A. flexuosa* ein recht dichtes Netz in der Humusschicht bilden, geraten sie in einen heftigen Konkurrenzkampf um Raum und Nährstoffe mit den auf dieselbe Weise wachsenden Reisern, *Oxalis*, *Phegopteris*, *Majanthemum* usw. Deshalb konnte auch oft ein gegenseitiges Meiden dieser Arten auf den Probeflächen konstatiert werden (siehe Fig. 15 u. 16). Auch *Carex globularis* mied sie deutlich auf einer Probefläche, möglicherweise aus demselben Grunde.

Aera caespitosa L.

A. caespitosa ist eine ausgesprochene Bültenpflanze, weshalb man von einer vegetativen Ausbreitung bei ihr nicht gerade sprechen kann. Ihre Assimilationssprosse sind, wie Raunkiaer (S. 589) gezeigt hat, zweijährig (die Knospenphase eingerechnet 3-jährig). Im ersten Jahre entwickelt sich nur eine Blattrosette, im zweiten erst der blühende Stengel. In alten Wäldern trifft man *A. caespitosa* nur auf sehr frischen Böden (AT, FT, LT). In jungen (gewöhnlich Laub-) Wäldern erstreckt sich ihr Auftreten viel ausgedehnter auf frische Heideböden (in OT-, PyT-, OMT-Siedelungen häufig). Auf den oben genannten feuchten Waldböden (AT, FT) kann *A. caespitosa* unter jungem Walde, wie in dem Falle in Fig. 38, als dominierende Pflanze auftreten und geschlossene Bestände bilden. Auf Brandkulturflächen und an Wegrändern ebenso wie auf Schlägen kam sie oft vor, während sie in den benachbarten Waldsiedelungen fehlte. An derartigen offenen Stellen blüht sie auch bedeutend reichlicher als unter Bäumen. Auf mässig trockenen und trockenen Heideböden (MT, VT) wandert sie oft mit dem Vieh, indem sie, offensichtlich im Mist entstanden, als einzelne Bülte auftaucht, wobei sie

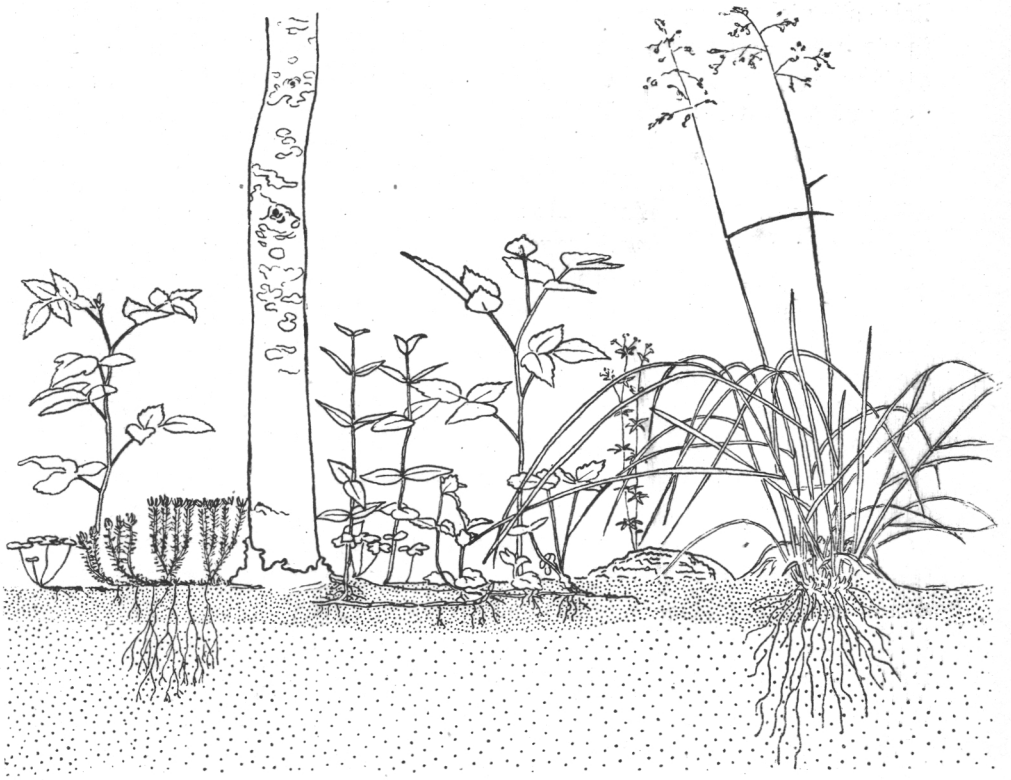


Fig. 38. Vegetationsprofil aus einem 40-jährigen *Alnus incana*-Wald (OT—FT) auf frischem Brandkulturboden mit *Alnus incana, Rubus idaeus, Aera caespitosa, Lysimachia vulgaris, Galium mollugo, Fragaria vesca, Veronica chamaedrys, Oxalis acetosella, Lycopodium selago.* Punkaharju. $^1/_{10}$ nat. Gr.

jedoch der Verbreitungsfähigkeit nach der Umgebung ermangelt. Nach LINKOLA (S. 197) sind auch z. B. Bruchmoore ursprüngliche Standorte dieser Art.

Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.

Bau und Verjüngung: Ihrer Wuchsart nach ist diese Art bültenbildend, jedoch nicht immer ausgesprochen, vor allem nicht in Wäldern. In den alten Waldsiedelungen von Suojärvi, wo diese Art sehr reichlich ist, kann man oft beobachten, wie ihre Blattrosetten in Reihen nacheinander auftreten (Fig. 39). Diese Reihen sind zweifellos durch vegetative Ausbreitung entstanden. Die Reihe besteht aus mehreren rhizomartigen Ästen. Die Wurzeln von *Calamagrostis* dringen tief

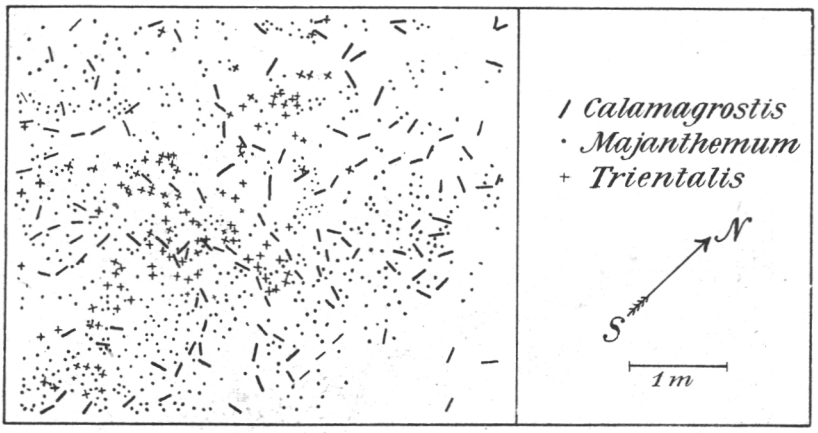


Fig. 39. Karte über das Auftreten von *Calamagrostis*, *Majanthemum*, *Trientalis* in Kiefernwald (MT).

in den Mineralboden ein und bleiben nicht im Humus wie die Wurzeln der typischsten Waldpflanzen. Da sie unter den Baumsiedelungen recht spärlich Blüten ansetzt, hat diese vegetative Ausbreitung und Verjüngung eine wichtige Bedeutung für das Leben der Vorkommnisse dieser Art. Keimpflanzen von *Calamagrostis* wurden auf den Probeflächen nur auf einem Schlage, in einem Fichtenbestand auf Brandkulturboden und in einem *Aegopodium*-Hain in Punkaharju gefunden.

Verbreitung und Auftreten: C. arundinacea fehlt völlig an den Beobachtungsstellen in Mittelösterbotten, wie in höherem oder geringerem Masse viele andere mässig trockene Waldhänge, besonders Brandkulturböden, bevorzugende Pflanzenarten. Die Parallele zu Ahvenanmaa (Åland) ist hier merkbar, insofern als *C. arundinacea* auch dort nur an drei Stellen begegnet; vgl. PALMGREN 1922, S. 71. In den anderen Gebieten war diese Art ± häufig; besonders in Karelien war sie auf einigen Probeflächen ausserordentlich reichlich. Am reichlichsten trat sie auf mässig trockenen und frischen Heideböden auf. Auf trockenen Heideböden (VT, CT) war sie sehr selten oder meist überhaupt nicht anzutreffen, abgesehen von trockenen Hainböden (VRT u. a. Hainsiedlungen), wo sie zu den Hauptarten gehört. Auch auf besonders frischen Hainböden (AT, FT) ist sie sehr spärlich, in einzelnen Fällen nur auf Steinen vertreten, obwohl sie in der weiter oben auf trocknerem Boden liegenden Siedelung reichlich ist. Auf anmoorigen Waldboden hat sie sich in mehreren Fällen von den höher gelegenen Heiden aus sehr schlecht verbreitet. *C. arundinacea* ist ausserordentlich häufig auf mässig frischen Heideböden (MT,

OMT) auf Schlägen und auf offenen Brandkulturböden sowie in den darauf entstandenen jungen Wäldern (oft Birkenwälder). Von derartigen Probeflächen bietet Fig. 40 ein Beispiel von Punkaharju. Beim



Fig. 40. Vegetation auf einer Hiebsfläche (MT—OMT) mit *Calamagrostis arundinacea* als dominierender Pflanzenart. Unbeweidet! Punkaharju.

Bestandesschluss behauptet sie sich, freilich gänzlich steril, besser als z. B. das Heidekraut, indem sie sogar in Fichtenbeständen unter der Fichte auftritt. Unter der Lärche kommt diese Art nicht besonders gut fort, obwohl sie auch dort oft begegnet. *Phegopteris*-Flecken mied sie auf einer Probefläche. Auf beweidetem Waldboden ist die Art stets spärlich (auch auf Brachen), — viel spärlicher als auf den benachbarten umzäumten, vor dem Vieh geschützten Gebieten. Vermutlich hätte die Pflanzendecke der Wälder in den Untersuchungsgebieten schon wegen der Erhaltung dieser Art in hohem Grade ein anderes, viel üppigeres Aussehen, als es tatsächlich der Fall ist, wenn die Wälder vor dem Vieh geschützt würden.

Calamagrostis epigea (L.) Roth.

Wie bekannt, unterscheidet sich diese Art von *C. arundinacea* u. a. dadurch, dass sie lange unterirdische Rhizome und daher keinerlei Bülten bildet. Ihre vegetative Ausbreitung ist deshalb auch besonders

intensiv. Diese Art tritt in allen Beobachtungsgebieten an geeigneten Standorten auf. Leider habe ich sie vielleicht nicht immer mit der erforderlichen Sicherheit von *C. arundinacea* unterschieden, da sie, wenn steril, schwieriger zu erkennen ist, oft auch mit der letzteren vermischt auftritt. Letzten Sommer, wo ich dieser Art höhere Beachtung geschenkt habe, hatte es den Anschein, als ob sie auch auf mässig frischen Heideböden (VT und MT) verbreiteter sein könnte, als meine Beobachtungen aus dem ersten Sommer zeigten.

Reichlich kommt diese Art jedenfalls auf den Sandheiden von Evo (VT, CT, auch MT) vor, indem ihre Frequenz auf den Probeflächen oft 6—7 betrug. Auch in Punkaharju tritt sie auf mehreren Probeflächen auf mässig trockenem Sand- oder Kiesboden ziemlich reichlich auf. U. a. fand sie sich auf den reiserlosen Probeflächen von Mustaniemi. Am häufigsten erscheint jedoch die Art auf trockenen Heideböden (CT, CClT), jedoch nur spärlich und steril. Blühend wurde sie in Wäldern nur auf Schlägen und Brachen vermerkt (sie trat u. a. auf der Fläche von Fig. 40 reichlich blühend auf, vermengt mit *C. arundinacea*).

Milium effusum L.

Die Sprosse von *Milium effusum* stellen im ersten Lebensjahre in der Humusschicht verlaufende, bis 20 cm lange, mit Adventivwurzeln versehene Rhizomteile dar. Im zweiten Sommer entstehen an der Spitze grüne Blattrosetten und im dritten Sommer Blütenstengel. Neue Rhizome entwickeln sich in den Blattachseln an der Aufbiegungsstelle. So verjüngt und verbreitet sich diese Art vegetativ. Nach Beobachtungen im Lärchenwald von Raivola zeigt *M. effusum* jedoch auch eine besonders intensive Samenverjüngung. Keimpflanzen davon fanden sich recht reichlich auf allen Probeflächen, wo die Art blühend vorkam.

M. effusum tritt auf den Probeflächen nur in der Gegend von Sortavala, Raivola und an der österbottnischen Küste auf (auch in Pyhäjärvi auf einer Probefläche). Überall war es nur in AT-, FT-, OT-, LT- Siedelungen fruchtbaren Hainbodens anzutreffen. Am reichlichsten kommt es in den Schären von Rahja in Mittelösterbotten auf Paattiskeri vor, wo es in ausgedehnten Grauerlenhainen an den Landhebungsufern der Inseln nahezu geschlossene Bestände bildet. Die Art ist wahrscheinlich abhängig vom Waldhumus, sie geht jedenfalls nicht auf offene Flächen über, wo derselbe fehlt.

Krautartige monokotyledone Pflanzen.

Majanthemum bifolium L.

Bau: Vom Rhizom von *Majanthemum*, das in nur 1—2 cm Tiefe im Rhizomtorf hinläuft, gibt Fig. 41 eine gute Vorstellung. Wie daraus ersichtlich, wird dasselbe von schlanken, langen Internodien



Fig. 41. *Majanthemum bifolium.* Sprossystem vom Herbst. Helsinki.

gebildet. Aus der Nähe jeder Niederblattbasis gehen davon strahlenartig gewöhnlich 6 spärlich verzweigte Wurzeln aus. Das ganze Rhizom kann über einen Meter lang werden. Nach RAUNKIAER (1895—1899, S. 212) kann man darin wenigstens 10 Jahrestriebe unterscheiden. In zwei Fällen habe ich ein ca. 50-gliedriges Rhizom konstatiert, das etwa 125 cm lang war, wobei das Basalende bereits braun, morsch war. Nach der Anzahl der Assimilationssprosse und der Verästelung zu schliessen, waren diese Rhizome jedoch nur 6

Jahre alt, welches Alter als das Maximalalter der Jahrestriebe dieser Rhizome in meinen Untersuchungsgebieten überhaupt anzusehen sein dürfte. Das Rhizom verzweigt sich nach RAUNKIAER (S. 210) sympodial. Gewöhnlich nach einem oder ein paar rhizomartigen langen Gliedern gehen davon aufwärts gekrümmte, sich kurzgliedrig gestaltende Assimilations- und Fruktifikationssprosse aus, die, zunächst in den paar ersten Jahren monopodial wachsend, ein grünes Blatt, später sympodial einen blühenden Spross jährlich bilden. Ich habe Sprossenäste angetroffen, die viermal, aber nicht öfter geblüht haben. Ausser Assimilationssprossen gehen von dem Rhizom oft ein oder zwei Rhizomäste aus.

Verjüngung: Wie aus der Existenz und der Struktur des Rhizomsystems zu schliessen, hat diese Art eine intensive vegetative Verjüngung. *Majanthemum* blüht und produziert reifen Samen in ziemlich reichlichem Masse. Keimpflanzen wurden jedoch sehr spärlich, nur auf ein paar Probeflächen auf frischem Heideboden (OMT) im Humus angetroffen. Teilweise konnten sie unbemerkt bleiben, da die Keimpflanzen unterirdisch sind und Jungpflanzen von ein paar Jahren fast ebenso grosse Blätter aufweisen können wie erwachsene. Nur durch Hervorgraben einer grossen Menge Blätter lässt sich völlige Gewissheit über die Anzahl der Keimpflanzen erlangen. Jedenfalls sind sie im Hinblick auf die Häufigkeit der Art recht spärlich.

Verbreitung und Auftreten: Majanthemum wurde auf ca. 125 Probeflächen angetroffen. Es ist somit eine der gewöhnlichsten Waldpflanzen Süd- und Mittelfinnlands und tritt auf geeigneten Böden reichlich auf. Besonders auf frischen Böden (OMT, OT, AT, FT) war die Frequenz oft 5—7, bisweilen 8—10. Auch unter Heidelbeerreisern kommt es auf frischem Boden gut fort. Auch auf Lehmböden (PyT) ist es häufig. Dagegen tritt es bereits auf mässig trockenen Heideböden (VT) äusserst selten auf (z. B. auf einigen hierher gehörigen Sandheiden von Evo) und ist dann stets spärlich, in einem Falle als Edaphid in einer frischen Senkung. Auf Probeflächen von trockenen Heideböden (CT) fand es sich überhaupt nicht. Geringe Anmoorigkeit fürchtet *Majanthemum* nicht, sondern es ist z. B. auf dem etwas anmoorigen unteren Saume der Fichtendickicht-Heiden von Suojärvi reichlicher als weiter oben. Weiter im Bruch kommt es jedoch nur auf Bülten vor. Auf Brandkultur- und Hiebsflächen findet es sich nach Art von Heidel- und Preiselbeere, sich anfänglich kümmerlich aus erhaltenen Rhizomen verjüngend. Oftmals sieht man es fast allein dominierend in dichtem Fichtenbestand und unter Bäumen, wonach zu schliessen es Beschattung sehr viel verträgt. In alten Wäldern mit dickem Humus entwickelt es sich am

schönsten, tritt aber reichlich z. B. in mittelalten Birkenbeständen fetter Brandkulturböden auf. Unter der Lärche kommt es gut fort, kaum jedoch nennenswert reichlicher als in benachbarten Fichten- und Kiefernbeständen.

Deutliche Fleckenbildung konnte auch für diese Art oft in solchen Fällen konstatiert werden, wo sie nicht über die ganze Probefläche verbreitet war. Fig. 36 bietet die Grenzen ihrer Flecken auf einer Probefläche. Ein derartiger ausgedehnter Fleck ist wahrscheinlich aus mehreren Primärflecken verschmolzen. Die gemeinsame Grenze wurde jedoch nicht durch etwaige kleine Veränderungen des Standortes noch durch konkurrierende Arten, sondern vorzugsweise durch die eigene Ausbreitungstendenz von *Majanthemum* bestimmt.

Convallaria majalis L.

Bau: Das Maiglöckchen besitzt, wie aus Fig. 42 ersichtlich, ein wagrecht im Erdinnern in 3—4 cm Tiefe, meist im Mineralboden oder Mull verlaufendes, verästeltes Rhizom. Jeder Jahrestrieb im

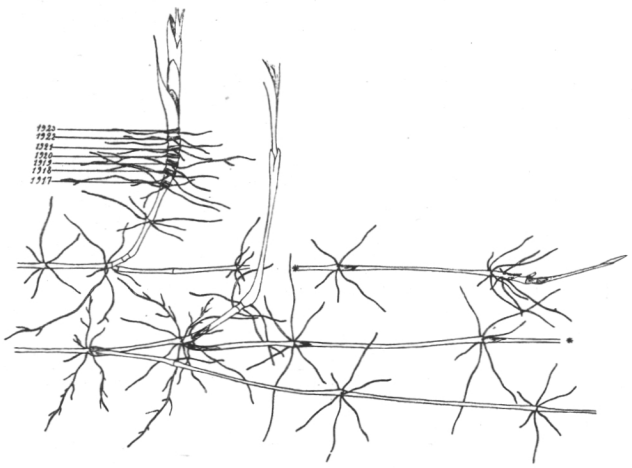


Fig. 42. Sprossystem von *Convallaria majalis* aus dem sandigen Heideboden in Mustaniemi, Punkaharju (Kiefernbestand von VT). Links oben ein 8 Jahre alter Assimilations- und Fruktifikationsspross.

Rhizom wird von 3—4 langen Internodien und von einen aus kurzen, später schwellenden Internodien bestehenden, aufwärts gerichteten Spitzenteil gebildet. Dieser Teil wächst in den folgenden Jahren fortgesetzt als Assimilationsspross aufwärts und bildet grüne Blätter. RAUNKIAER (S. 207) hat einen 8-jährigen Assimilationsspross beschrie-

ben. Ein solcher ist auch in Fig. 42 zu sehen. Neue Rhizomäste gehen von der Basis des Assimilationssprosses aus. Die Länge der Rhizompartie des Jahrestriebes schwankt zwischen ca. 10 und 30 cm. Von jeder Knotenstelle des Rhizoms gehen gewöhnlich 6 spärlich verästelte Wurzeln aus. Der Assimilationsspross bildet hie und da an passenden Stellen, bisweilen jährlich, einen Blütenzweig. Nach Erreichung der Bodenfläche stirbt die Spitzenknospe des Assimilationssprosses ab, sie kann aber durch die weiter unten im Erdinnern befindlichen Knospen, wie RAUNKIAER gezeigt hat, ersetzt werden.

Verjüngung: Convallaria tritt auf den Probeflächen fast stets steril auf, weshalb es nicht zu verwundern ist, dass Keimpflanzen von ihr nur zweimal angetroffen wurden. Die Verjüngung geschieht offenbar im wesentlichen mit Hilfe der Rhizome. Hierfür spricht auch das ziemlich regelmässige Auftreten von *Convallaria* in Flecken.

Verbreitung und Auftreten: Das Maiglöckchen wurde als Waldpflanze im allgemeinen in allen Untersuchungsgebieten angetroffen. Seltener kommt es in Mittelösterbotten vor. In der Art seines Auftretens besteht auch ein grosser Unterschied zwischen Mittelösterbotten und den anderen Gebieten. Während man die Pflanze anderswo auf Heideböden recht allgemein antrifft, tritt sie im erstgenannten Gebiet nur auf frischen Böden, vor allem in Meeresuferhainen, auf. Zu dieser Art des Vorkommens haben wir eine Parallele auf Ahvenanmaa, wo die Art nach PALMGREN (1922, S. 71) nicht zur Nadelwaldvegetation gehört. Auch eine Menge anderer Züge gibt es, die die Vegetation in Mittelösterbotten mit der der Nadelwälder auf Ahvenanmaa im Gegensatz zu der mittelfinnischen gleichmässig gestalten. PALMGREN hat die Verschiedenheit der Kulturverhältnisse (besonders der Brandkulturverhältnisse) in diesen Gebieten als einen Hauptfaktor angesehen. Es lässt sich schwer entscheiden, in welchem Masse auch das fragliche Auftreten von *Convallaria* in Mittelösterbotten von den Kulturverhältnissen abhängt. Auf jungen Brandkulturflächen verjüngt sich die Pflanze vornehmlich aus den erhaltenen Rhizomen und ist, wie schon LINKOLAS Untersuchungen gezeigt haben, erst in mittelalten Wäldern am häufigsten. Durch ihr Auftreten in Waldsiedelungen erweist sie sich nicht als in besonderem Masse kulturfreundlich, eher das Gegenteil (auf Hainwiesen jedoch zieht sie offensichtlich aus der Kultur Nutzen). Am besten kommt sie auf warmen Moränen- und Sandböden fort; auf feuchten ± anmoorigen Böden war sie immer sehr spärlich (hier spärlich auf Bülten angetroffen). Vermutlich liegt auch hierin eine Ursache zu der Spärlichkeit des Maiglöckchens in Österbotten, wo trockene warme geneigte Lokale selten sind. Even-

tuell wirken jedoch auch die Kulturverhältnisse wenigstens mehr indirekt ein.

Das Maiglöckchen tritt auf Heiden in Flecken auf. Oft sind dieselben jedoch schlecht zusammenhängend, was aus dem Alter der Flecken resultieren kann. Das Maiglöckchen blüht reichlicher in Hainen, besonders an offenen Stellen, als auf Heiden, jedoch begegneten vereinzelte Individuen auch auf CT-Heide mit Frucht. Auf Mustaniemi bei Punkaharju wuchs die Pflanze reichlich auf reiserlosen Flächen (in VT- und MT-Siedelungen). In Brandkulturwäldern kommt sie am besten auf heidekrautfreien Flächen fort, und auf einer Probefläche hatte es den Anschein, als ob sie *Pteris*-Siedelungen miede.

Paris quadrifolius L.

Bau: Fig. 43 zeigt ein vollständiges *Paris*-Individuum aus dem Lärchenwald von Raivola *(Pinus*-bestand*)*. Wie daraus ersichtlich, wird der Hauptteil dieser Pflanze von einem unterirdischen,

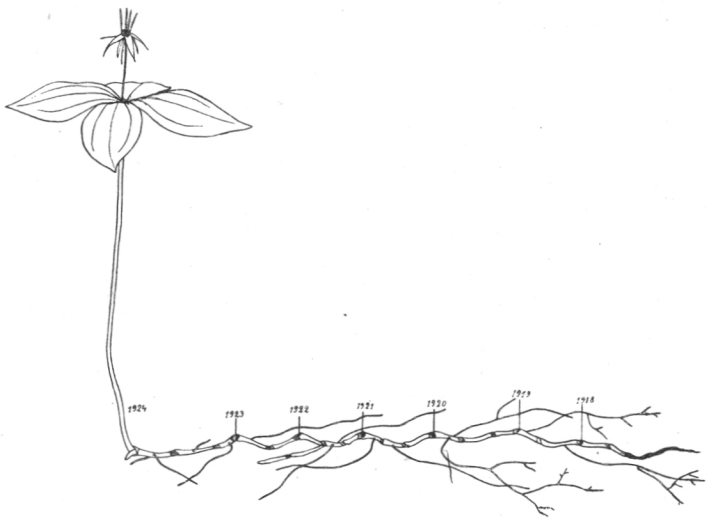


Fig. 43. Sprossystem von *Paris quadrifolia* mit 7 frisch erhaltenen Jahressprossen am Rhizom. Raivola, Kiefernbestand von OT.

wellenförmig geschlängelten Rhizom gebildet. An jedem Jahrestrieb des Rhizoms sind zwei oder drei Internodien. Im Frühjahr beim Einsetzen des Wuchses schiebt sich die Spitze des Rhizoms mehr in die Tiefe, im Herbst wiederum wendet sie sich aufwärts, so dass die Winterknospe, in deren Innern sich die Anlage zum Assimilations-

spross bildet, in der Nähe der Erdoberfläche auf den »Wellenkamm» gerät. Das Rhizom ist sehr spärlich verästelt (vgl. RAUNKIAER, 1895—99, S. 209) und wird von 6—8 lebendigen Jahrestrieben gebildet (mehrere Dutzend Bestimmungen). RAUNKIAER erwähnt, dass man sogar 10 Jahrestriebe am Leben antreffen kann. Die Wurzeln sind spärlich verästelt und kurz, deren sind 2 bis 3 Stück an jedem Jahrestrieb. Das Rhizom verläuft ca. 2—3 cm tief im humusreichen Boden.

Verjüngung: Gewöhnlich ist der grösste Teil der *Paris*-Individuen steril, nur einzelne fertil. Von Keimpflanzen habe ich nur ein Exemplar im Lärchenforst von Raivola angetroffen. Nach RAUNKIAER (S. 209) ist das Keimblatt ein grünes Blatt. Dem Keimblatte folgen im selben Jahre zwei Unterblätter. Im folgenden Jahre entwickelt sich wiederum ein grünes Blatt und zwei Unterblätter, und so geht die Entwicklung mehrere Jahre nacheinander fort. Erst später differenziert sich der Spross in der Weise, dass er sich monopodial zum Rhizom, an dem sich nur schuppenartige Unterblätter bilden, und zu einem besonderen Assimilationssprossenzweig verästelt. — Da das Rhizom von *Paris* schwachverästelt ist, so ist die vegetative Bildung neuer Individuen nicht besonders intensiv, obwohl sie neben der Samenverjüngung auftritt.

Verbreitung und Auftreten: Paris tritt über das ganze Gebiet auf. Ihr Vorkommen ist jedoch nur auf fette Hainböden beschränkt (OT, AT, FT u. a. Haine, seltener und spärlich bereits in OMT-Siedelungen). In den besten Hainen (AT) war die Frequenz 2—3, meist war sie unter 1.

Am besten kommt *Paris* in Laubwäldern fort; unter der Fichte ist sie ± steril. In vielen Fällen tritt sie in fleckenweisen Gruppen auf. (Da die Art spärlich war, reichen meine Beobachtungen nicht dazu aus, z. B. von den Samenverjüngungsverhältnissen derselben eine richtige Vorstellung zu geben.)

Goodyera repens (L.) RBr.

Bau und Verjüngung: Wie aus Fig. 3 ersichtlich, wächst das haarige Rhizom dieser Art in der halbverwesten Basalschicht des Mooses gewöhnlich in einer Länge von höchstens 20—30 cm. Davon verlaufen spärlich sehr kurze, unverzweigte Mykorrhizen in den umgebenden Torf. Die Sprossenäste werden nach RAUNKIAER (S. 325) ca. 30 cm lang, richten sich sämtlich an ihrer Spitze vom Boden empor und gestalten sich zu einer Blattrosette, die grün überwintert und im folgenden Sommer den Blumenstengel bildet. Nach dem Blühen stirbt auch die Rhizompartie der Sprosse ab,

so dass sich die Äste schnell davon befreien. Wie bei den übrigen Orchideen ist auch bei *Goodyera* die Samenverjüngung nahezu unbekannt, vielleicht vor allem wegen des unterirdischen Wuchses der aus beinahe mikroskopischen Samen entstehenden Keimpflanzen. Besonders intensiv ist sie auch bei dieser Art nicht, — aus der Spärlichkeit der Individuen und deren fleckenweisem Auftreten zu schliessen, welch letzteres zweifellos die Folge der oben beschriebenen vegetativen Verjüngung ist. (Auf einer Probefläche in Punkaharju fanden sich jedoch recht kleine Individuen, die möglicherweise in der ersten Erstarkungsphase sind.)

Verbreitung und Auftreten: G. repens ist über alle Untersuchungsgebiete verbreitet. Sie hat sich als die häufigste Orchidee in den Wäldern der Gebiete erwiesen (auf 60 Probeflächen angetroffen). Besonders häufig ist sie z. B. in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien, seltener hingegen in der Gegend von Sortavala. Vermutlich ist hier besonders das Alter der Wälder und die Verschiedenheit der Kultureinflüsse von Bedeutung. Wie Linkola (1921, S. 246) konstatiert hat, tritt diese Art in alten Wäldern mit dicker Rohhumusschicht auf. Dies kann man schon aus dem Bau und der Lage des Rhizoms und der Wurzeln schliessen. Als solche gehört diese Art zu den für unsere Nadelholzheiden charakteristischsten Pflanzenarten. Nach Linkola (mü. Mitt.) wächst sie (in Salmijärvi) auch in Birkenwäldern. Sie tritt besonders auf mässig frischen (MT, OMT) Heiden auf (Frequenz höchstens ca. 2) und fürchtet nicht geringe Anmoorigkeit, sondern diese ist eher von Vorteil. Auch auf trockneren Heideböden (VT) begegnete sie in 9 Fällen. Nach Hainsiedelungen scheint sie überhaupt nicht zu gehen. Es ist möglich, dass diese Art nicht besonders strenge Konkurrenz verträgt, z. B. nicht von seiten der Reiser; sie war wenigstens in einigen Fällen besonders gut auf reiserlosen Flächen gediehen.

Listera cordata (L.) R. Br.

Bau und Verjüngung: Über den Bau der unterirdischen Teile dieser Art hat J. A. Brundin eine Spezialuntersuchung veröffentlicht. Von der Basis der Assimilitionssprosse gehen mehrere unverzweigte Wurzeln von ca. 15 cm Länge aus, teils abwärts, teils wagrecht seitwärts ganz in der Oberflächenschicht des Torfes. Die Spitzen dieser Wurzeln wenden sich aufwärts und entwickeln sich zu grünen, blättertragenden und blühenden Stengeln. Neue Verjüngungssprosse bilden sich aus den an der Stengelbasis entstehenden, wagrechten Wurzeln. Jene »Rhizomwurzeln» bleiben wenigstens drei Jahre am Leben, und erst

im vierten Jahre blühen die grünen Sprosse. Ungefähr nach Ablauf dieser Zeit befreien sich also die aus den einzelnen Wurzeln entwickelten Sprossengruppen voneinander. So geht bei dieser Art eine recht intensive vegetative Verjüngung und Ausbreitung vor sich.

Verbreitung und Auftreten: L. cordata trat recht allgemein in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und im Küstengebiet von Mittelösterbotten auf. In anderen Gebieten war sie sehr spärlich oder fehlte völlig, wenigstens auf den Probeflächen. Es besteht jedoch ein Unterschied in dem Auftreten in den Einöden Kareliens und in Österbotten. In Karelien begegnete sie fast nur an den unteren Heiderändern an mehr oder weniger anmoorigen Stellen (auf Flächen, wo z. B. *Pyrola secunda* auftritt, sowie auf solchen mit noch dickerem Torf). In Österbotten fand sie sich wenigstens auf 10 Probeflächen auf frischem Heideboden (OMT, MT), besonders in der Nähe des Meeresufers. Auch hier kommt die Parallele im Auftreten der Pflanzen zwischen Österbotten und Ahvenanmaa zum Vorschein (siehe PALMGREN 1922, S. 75). Eventuell rührt diese Verschiedenheit aus der Magerkeit der Oberflächenschichten der alten karelischen Heiden her. Ausser in alten Fichtenwäldern, die als bevorzugtester Standort der Art anzusehen sind (vgl. LINKOLA, S. 246), begegnete sie auch zweimal in Kiefernbestand, einmal vereinzelte Individuen in Mischwald von Kiefer- und Birke. In den günstigsten Fällen war ihre Frequenz auf den fruchtbarsten österbottnischen Heiden ca. 3, oft war sie unter 1. Die Art tritt fast immer in kleinen Gruppen auf. Erste Ansätze, Keimpflanzen, habe ich auch bei dieser Art nicht gefunden.

Dikotyledone Kräuter.

Anemone nemorosa L.

Bau: Diese Art hat ein dickes, sprödes, 3—4 cm tief im Erdreich verlaufendes, schwachwurzeliges, wagrechtes Rhizom (Fig. 47), das jährlich ein grünes Blatt und, wenn die Pflanze genügend kräftig ist, einen Blütenstengel an der Spitze bildet. Das Rhizom setzt nach dem Blühen sein Wachstum sympodial fort und verästelt sich einigermassen, indem es im ganzen höchstens 2—3 dm lang und mehrere (6—7?) Jahre alt wird, ehe es von der Basalpartie aus abstirbt. Die Blütenstengel entwickeln sich bereits im Herbst so weit, dass die Pflanze blüht und gleich im Frühjahr Blätter für die Assimilation bildet, wo die grösseren Haingewächse sie noch nicht beschatten.

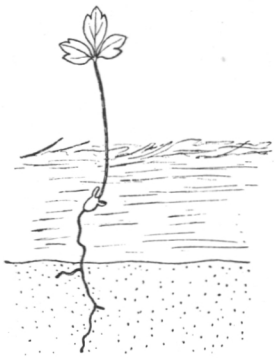


Fig. 44. Jungpflanze von *Anemone nemorosa* mit den unterirdischen Keimblättern. Fichtenbestand von OMT, Ruotsinkylä, Frühjahr 1925.

Verjüngung: Neben der durch die Rhizome geschehenden Verjüngung und Ausbreitung hat bei dieser Art die Samenverjüngung eine besonders hohe Bedeutung. Die Art blüht und produziert Früchte fast auf allen ihren Standorten. Ihre Früchte fallen direkt zu Boden, — die Ameisen breiten sie nach SERNANDER auf weitere Flächen aus, und so keimen die Samen schnell in der frischen Erde. Die entstehende Keimpflanze ist völlig unterirdisch, wie bei so mancher echten Waldpflanze. Wie bereits WARMING (S. 67) gezeigt hat (vgl. Fig. 44), formt sich die Hypokotyle der Keimpflanze zu einem dicken, knollenartigen Rhizomanfang. Es dauert mehrere Jahre, ehe sich aus der Keimpflanze eine blühende Pflanze entwickelt. Bis dahin setzt sie nur ein grünes Blatt jährlich an. Verschieden alte Jungpflanzen von *A. nemorosa* habe ich ausserordentlich reichlich auf allen ihren Standorten gefunden.

Verbreitung und Auftreten: Die Anemone trat nur auf den Probeflächen in Veikkola und Raivola auf. Anderswo fehlte sie entweder völlig oder kam, wie in der Gegend von Sortavala, auf begrenzten Gebieten vor. In ihrem Auftreten ist diese Art auf Hainsiedelungen frischen und fruchtbaren Bodens beschränkt (OMT, OT). In den alten Lärchenbeständen von Raivola kommt sie gut fort (Frequenz oft 7—8). Eine kartographische Untersuchung der Vorkommnisse dieser Art wäre zweifellos eine dankbare Aufgabe.

Rubus saxatilis L.

Bau: Die Stengel von *Rubus saxatilis* werden unter günstigen Verhältnissen sehr lange (2—3 m und noch mehr) Ausläufer, die mit grünen Blättern ausgerüstet sind, abgesehen von der Spitze, die sich in das Erdreich hineinschiebt, daselbst Wurzel fasst und sich dann unter Entwicklung zum Blütenspross aufwärts wendet. Die Ausläufer verzweigen sich im zweiten Lebenjahr, wodurch die vegetative Verjüngung und Ausbreitung vor sich geht. Oft bildet jedoch *R. saxatilis* gar keine langen Ausläufer, sondern verjüngt sich nur im Erdinnern aus den gegen den Herbst entstehenden, kurzen, sich bald aufwärts wendenden, mit Unterblättern versehenen Sprossen (vgl. WARMING S. 54 und BRUNDIN S. 49).

Verjüngung: Keimpflanzen von *Rubus saxatilis* habe ich in den Meeresuferhainen in Österbotten, in den Lärchenforsten von Raivola und auf einigen Hiebsflächen von Punkaharju angetroffen. Sie sind wahrscheinlich im allgemeinen ziemlich reichlich an solchen Stellen zu finden, wo diese Pflanze reichlich Früchte produziert, also doch keineswegs an allen ihren Standorten. Wichtiger ist an vielen Stellen die vegetative Verjüngung und Ausbreitung.

Verbreitung und Auftreten: Rubus saxatilis ist eine der gewöhnlichsten Waldpflanzen, abgesehen von der österbottnischen Küstengegend. Dort trat sie in Nadelbaumwäldern recht spärlich auf, obwohl sie in den Uferhainen und an der Grenze derselben und des offenen Strandes sehr häufig war. (Auch in Nadelwäldern auf Ahvenanmaa kommt diese Art nach PALMGREN, 1922, s. 97, nur in OMT und nur selten vor!) Das allgemeine Vorkommen dieser Art rührt zweifellos mit von der Mannigfaltigkeit ihrer Standorte her. Am reichlichsten trat sie auf den Probeflächen von ± frischen Lehmböden (PyT) auf (Frequenz bis 7—9). Ziemlich ebenso reichlich ist sie in Hainen auf trocknerem Boden (VRT). In Hainen auf feuchtem Boden (AT, FT) ist sie viel spärlicher. Auf gewöhnlichen frischen Nadelbaumheiden (besonders im Schatten der Fichte) kommt sie ziemlich schlecht fort, abgesehen von Schlägen, Brachen und jungen, noch von Laubbäumen oder Kiefern beherrschten Brandkultur- und Brandwäldern, wo sie, besonders auf fruchtbarem Boden (OMT), sehr reichlich sein kann. In den alten Lärchenbeständen von Raivola gedeiht sie ziemlich gut. Auf trockenen sandigen Heideböden (VT) hat sie sich z. B. in den alten, hellen Kiefernbeständen in Evo zu ziemlich umfänglichen Flecken ausgebreitet.

Potentilla tormentilla Sibth.

Diese Art hat bekanntlich ein dickes, knollenförmiges mehrjähriges Rhizom 2, 3 cm tief im Boden. Die Ausbreitung dürfte überhaupt kaum vegetativ vor sich gehen, dagegen ist die Samenverjüngung unter geeigneten Verhältnissen äusserst intensiv. Keimpflanzen dieser Art habe ich auf (MT, OMT) Brandkulturflächen in bedeutenden Mengen angetroffen; dies sind denn auch die beliebtesten Standorte dieser Art in den Untersuchungsgebieten. Überhaupt war die Art in ihrer Ausbreitung in allen Untersuchungsgebieten allgemein, abgesehen von dem österbottnischen Gebiet, wo sie, wie viele andere Brandkulturböden bevorzugende Pflanzenarten, überaus selten ist. Besonders reichlich begegnete *P. tormentilla* als Waldpflanze in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien. Ihre

Abnahme bei dem Übergang zu immer älteren Waldsiedelungen ist sehr schnell, abgesehen von bruchartigen Böden, wo sie auch in alten Waldsiedelungen auftritt. Unter geschlossenen Baumbeständen ist sie zum grössten Teil steril. Ursprünglich gehört sie, wie LINKOLA (S. 320) konstatiert hat, zu den Moorpflanzen (Brücher, Reisermoore). Ihren Standortverhältnissen nach erinnert diese Art also z. B. bedeutend an *Calluna*, doch verträgt sie mehr Schatten; sie kommt denn auch im Schatten von *Calluna* auf Brandkultur- und Brandflächen ausgezeichnet fort, indem sie erst nach dem Eingehen des Heidekrauts verschwindet. Besonders gut gedeiht sie z. B. auf Lehmboden (PyT). In Lärchenbeständen kam sie merkwürdigerweise spärlich, in Kiefern- und Birkenbeständen (MT, OMT) reichlicher vor.

Viola canina L.

Bau und Verjüngung: Viola canina hat eine starke mehrjährige Hauptwurzel, von der der oberirdische Stengel gerade aufsteigt. Dieser stirbt im Herbst bis zum Boden ab. Die Verjüngung geschieht aus den an der Stengelbasis entstehenden Knospen. Da sich mehrere Knospen zum Spross entwickeln, verzweigt sich die Pflanze. Diese Verzweigung dürfte jedoch ziemlich selten zu einer Vermehrung führen. Diese geht durch Vermittlung der Samen vor sich. Die Art hat allgemein auch in relativ schattigen Wäldern geblüht, reichlicher jedoch nur auf Lichtungen, Hiebs- und Brandkulturflächen und an anderen offenen Stellen. Auf ein paar Probeflächen im Waldschatten wurden kleistogame Blüten bei dieser Art konstatiert. Keimpflanzen begegneten an solchen Stellen, wo der Boden frei ist, besonders auf Schlägen, Brandkulturflächen und an mooslosen Stellen auch unter den Bäumen.

Verbreitung und Auftreten: Viola canina ist über alle Untersuchungsgebiete verbreitet. Beachtenswert häufig war sie auf den Sandheiden von Veikkola und Evo und in den jungen Kulturwäldern der Moränenböden von Punkaharju, geradezu selten dagegen in der österbottnischen Küstengegend (nur in Uferhainen), ebenso fehlt sie auf den Probeflächen im Lärchenforst von Raivola. Schon daraus, dass sich diese Art nur durch Samen verbreitet, lässt sich schliessen, dass sie in ihrem Auftreten spärlich bemooste Standorte, hainartige Siedelungen, Ahos und Schläge bevorzugt. In älteren, starkbemoosten VT- und MT-Siedelungen wurde sie nur zwei- bis dreimal (auf den genannten Sandgebieten) angetroffen. Die Art tritt nicht in Hainen auf feuchtem Boden (FT) auf; auch in AT- und OT-Siedelungen ist sie selten.

Viola Riviniana Rchb.

Ihrem *Bau* und ihrer *Verjüngung* nach erinnert diese Art in den Hauptpunkten an *V. canina*. (Fig. 45). Ihre Keimpflanzen werden regelmässig auf solchen Probeflächen angetroffen, wo die Art selbst

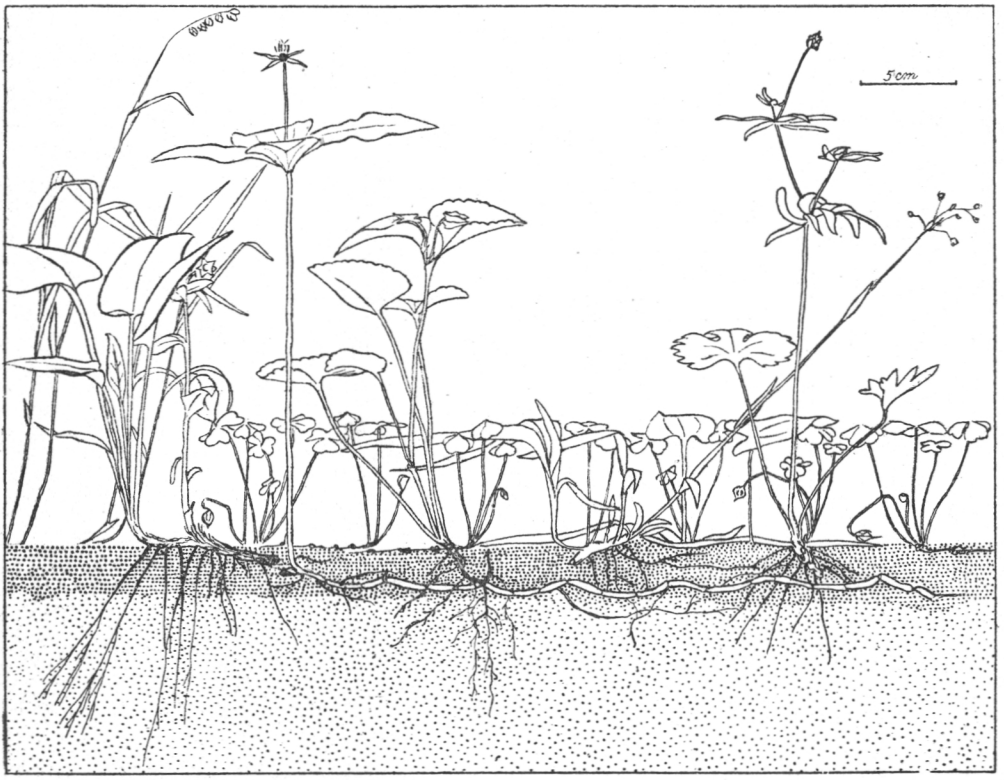


Fig. 45. Vegetationsprofil aus einem OT-Lärchenbestand mit *Paris, Pulmonaria officinalis, Melica nutans, Ranunculus acer, Viola Riviniana, Luzula pilosa, Majanthemum bifolium, Oxalis acetosella.* Raivola.

reichlicher ist. Nachdem sie später im Sommer in den Schatten von grösseren Gräsern geraten ist, setzt *V. Riviniana* kleistogame Blüten an, aus denen sich keimfähige Samen entwickeln. In *Verbreitung* und *Auftreten* weicht *V. Riviniana* bedeutend von *V. canina* ab. So fehlt sie im Gebiet von Veikkola, ebenso in den Untersuchungsgebieten der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien, wo *V. canina* häufig ist. Auch in Punkaharju und Evo ist sie bedeutend spärlicher als *V. canina*. Dagegen ist sie ausserordentlich häufig im Lärchen-

forst von Raivola, in Vesijako und besonders im Haingebiet von Sortavala. In Österbotten ist auch diese *Viola*-Art eine Seltenheit; nur auf einer Probefläche (OMT) wurde sie angetroffen. — Diese Verbreitung wird durch das Auftreten der Art auf vorzugsweise frischen fruchtbaren Böden (in OMT-, PyT- und Hain-Siedelungen) erklärt. In üppigen Hainen ist sie oft zu den Hauptarten zu zählen (Frequenz auf mehreren Hainprobeflächen 3—5). Sie liebt offensichtlich Laubbaum- und Lärchenhaine mehr als die entsprechenden Siedelungen mit Fichte und ist apophyt. Sie geht jedoch nicht gern auf solche gewöhnliche magere Waldböden, deren Baumbestand gefällt oder abgebrannt worden ist (VT, MT), wie dies *V. canina* tut. Diese sind wahrscheinlich für sie zu trocken und kärglich.

Aegopodium podagraria L.

Bau: In Fig. 46 und 47 ist *Aegopodium* so abgebildet, wie es am gewöhnlichsten auf den Probeflächen auftrat: als dreiblättrige Blattrosette. Diese wird von einem in ca. 3 cm Tiefe verlaufenden

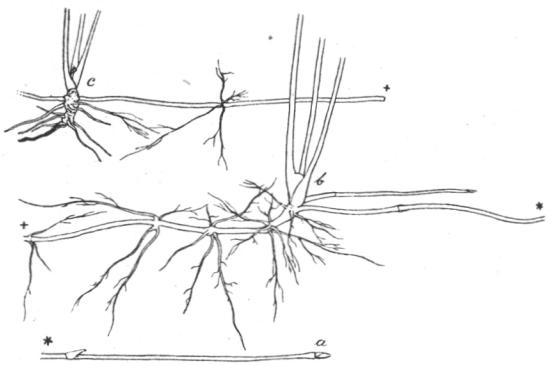


Fig. 46. Sprossystem von *Aegopodium*. *a* = die Anlage zum Assimilationsspross des nächsten Sommers, *b* = Assimilationsspross von demselben Sommer, *c* = 2-jähriger Assimilationsspross. Lärchenwald von Haintypus. Raivola.

langinternodischen, nur mit Unterblättern versehenen Rhizom an der aufwärts gewandten Spitze getragen. Von der Rosettenbasis gehen meistens zwei neue Rhizomsprosse aus, die 3—5 dm wagrecht verlaufen, sich dann nach der Erdoberfläche krümmen und daselbst eine neue Blattrosette bilden. Der Rosettenstiel lebt einige wenige Jahre, und unter günstigen Verhältnissen entwickelt sich daraus ein Blütenstengel. Die verbindenden Rhizomteile von

Aegopodium werden jedoch nur zwei bis drei Sommer alt, so dass sich der lebendige Zusammenhang zwischen den einzelnen Rosetten nur auf so lange Zeit erstreckt. Die Höhe der Blattrosetten steigt gewöhnlich auf 20—30 cm (in einem *Aconitum*-Haine bis 50 cm).

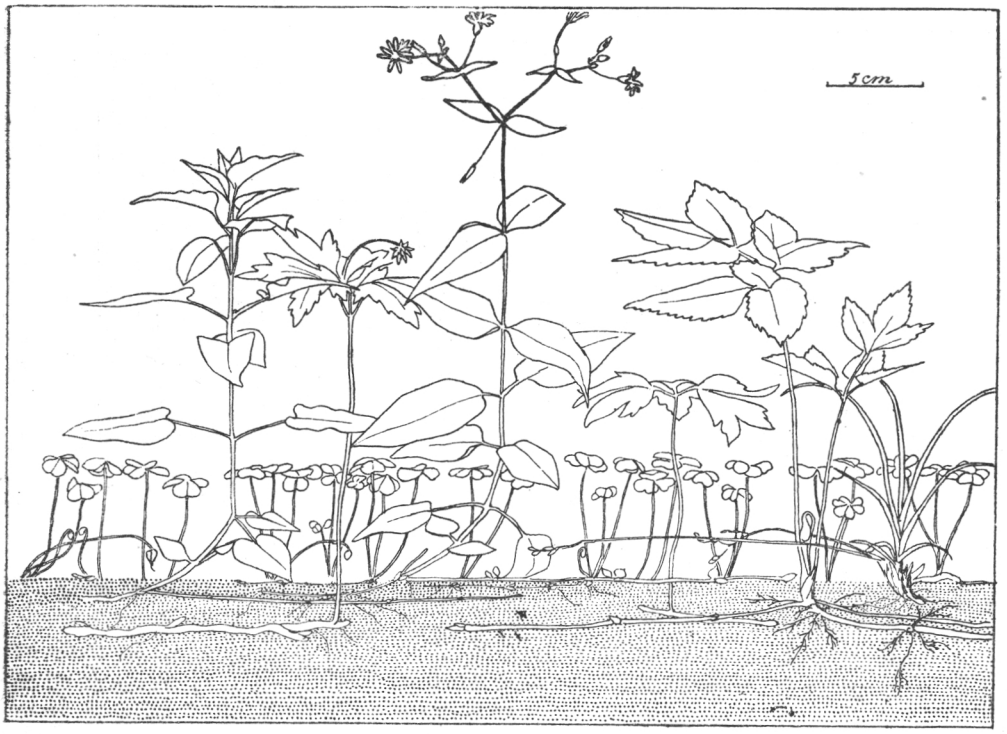


Fig. 47. Vegetationsprofil aus Lärchenwald von OT mit *Stellaria nemorum, Aegopodium podograria, Anemone nemorosa, Carex digitata, Oxalis acetosella.* Raivola.

Verjüngung: Aegopodium blüht nur selten in geschlossenem Walde. Das Hauptmittel zur Erhaltung und Ausbreitung der Vorkommnisse in den Wäldern ist somit intensive vegetative Verjüngung mit Hilfe der Rhizome. An offenen Stellen trifft man jedoch auch vereinzelte blühende Individuen und regelmässig auch in deren Nähe Keimpflanzen an. Auf Hiebsflächen entwickeln sich Blütensprosse sehr reichlich, wie Fig. 48 zeigt. An solchen Stellen sind auch Keimpflanzen von *Aegopodium* in grosser Menge zu finden. Unter geeigneten Verhältnissen hat somit auch die Samenverjüngung bei *Aegopodium* eine hohe Bedeutung.



Fig. 48. Reichlich blühende *Aegopodium podograria* auf einer Hiebsfläche von Haintypus in Punkaharju.

Verbreitung und Auftreten: *Aegopodium* tritt an den für sie geeigneten, im allgemein spärlich vorhandenen Lokalen überall in den Untersuchungsgebieten auf, ausser in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und in Mittelösterbotten, wo ich sie überhaupt nicht angetroffen habe. Im Walde ist sie eine Hainpflanzenart, die lediglich auf nährstoffreichem Boden vorkommt. In den besten Hainen ist sie oft die am reichlichsten auftretende Pflanzenart (Frequenz z. B. in der Gegend von Sortavala in *Aconitum*-Hainen oft 8—10). Die Art kommt gut fort und tritt reichlich auf, jedoch auch auf trockneren Flächen als *Aconitum* und die Hainfarne. Erwähnt seien von solchen Stellen mässig frische Verwitterungshänge, wo z. B. *Tilia* u. a. edle Laubholzarten auftreten. Unter den heimischen Nadelbäumen, besonders Fichte, kommt diese Art auch auf fruchtbarem Boden deutlich schlechter fort, was daraus zu schliessen ist, dass sie auf den benachbarten, von Laubbäumen oder Lärche eingenommenen Flächen in vielen Fällen reichlicher war. Auf reichlicher mit Reisern bestandenen Heiden (OMT, PyT usw.), wo z. B. *Oxalis* noch ausgezeichnet gedeiht, wurden von dieser Art nur sporadische Individuen angetroffen, und zwar in der Nähe von Hainen. Auch auf anmoorigem, selbst fruchtbarem Boden habe ich sie nicht gefunden.

Bereits in Farnhainen ist sie seltener, und auf einer Probefläche schien sie *Phegopteris*-Flecken zu meiden. Als einigermassen weit verbreitete und wegen ihrer intensiven Verjüngungs- und Ausbreitungsfähigkeit unter geeigneten Verhältnissen reichlich auftretende Hainpflanzenart verdient *Aegopodium* bei der Behandlung der Hainsiedelungen des Gebietes besondere Beachtung. Diese Auffassung hat bereits früher VALLE (1919, S. 28) vorgebracht.

Oxalis acetosella L.

Bau: Oxalis hat ein nahe der Erdoberfläche, unmittelbar unter der trockenen Abfallschicht verlaufendes, mit dünnästigen, festen, langen Adventivwurzeln versehenes, sich monopodial verzweigendes Rhizom (siehe Fig. 49, 32, 45, 47). Die im Herbst entstehenden

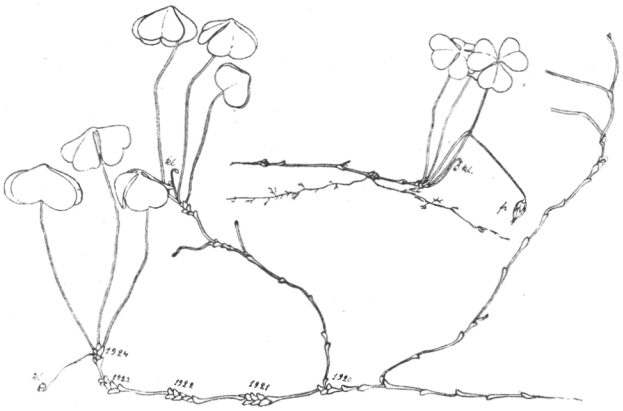


Fig. 49. Sprossystem von *Oxalis acetosella* im Lärchenforst von Raivola. Das untere Exemplar ca. 5 Jahr alt; kl = kleistogame Blüten, fr = Frucht.

Internodien sind kurz, das im Frühsommer entstandene erste ist lang, bisweilen entstehen mehrere lange nacheinander. Die Länge der Jahrestriebe schwankt infolgedessen, indem sie gewöhnlich ca. 2 cm, bisweilen bis 8 cm beträgt. Nach meinen Beobachtungen im Lärchenforst von Raivola wird das Rhizom ca. fünf Jahre alt und fängt dann an, vom Basalende aus abzusterben. Die Blätter, von denen gewöhnlich 2—3 eine Rosette bilden, bleiben den Winter über grün. Besonders wenn sie noch jünger sind, sind sie sehr empfindlich gegen Regentropfen und andere Berührung und schliessen sich zusammen, ebenso wenn sie vom Sonnenschein getroffen werden. Auch die Blattstiele machen Beugungen, deren Aufgabe es ist, die Oberfläche des Blat-

tes in eine geeignete Stellung zum Licht zu bringen. In dem Blattstiel geschieht die Beugung im wesentlichen an einer bestimmten Stelle etwas oberhalb des Zentrums. Da sich die Blätter von *Oxalis* nur 6—8 cm erheben, bleiben sie gewöhnlich im Schatten aller übrigen erwachsenen Kräuter, und diese Fähigkeiten sind daher von besonderem Nutzen.

Verjüngung und Ausbreitung: Oxalis blüht mit offenen Blüten zeitig im Frühjahr, wenn die sie im Sommer beschattenden Kräuter sich noch nicht über ihr ausgebreitet haben. Wie Fig. 45 und 49 zeigen, biegen sich ihre Früchte beim Reifen zum Boden herab. So haben die freiwerdenden Samen äusserst wenig Gelegenheit, sich weiter von der Mutterpflanze weg zu verbreiten. Später im Sommer produziert die Pflanze kleistogame Blüten, von denen auch reichlich Samen reifen. Die kräftigen Samen sind sehr keimfähig, danach

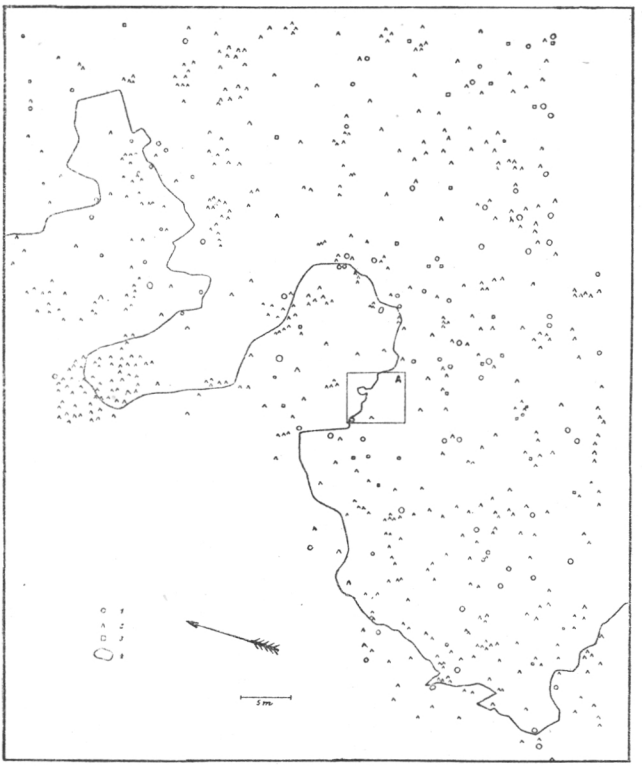


Fig. 50. Karte über die Verbreitungsgrenze von *Oxalis acetosella* im Kiefern-Fichtenwald von OMT—MT. Naturwaldabteilung des Lärchenforstes von Raivola. 1 = *Pinus silvestris*, 2 = *Picea excelsa*, 3 = *Betula alba*, 4 Verbreitungsgrenze von *Oxalis acetosella*. Massstab 5 m.

zu schliessen, dass sich Keimpflanzen von *Oxalis* überall, wo die Pflanze nur auftritt, überaus reichlich finden. So reichlich brachte kaum ein anderes von mir beobachtetes Waldgewächs Keimpflanzen hervor. Ausser aus ihren Samen verjüngt und verbreitet sich *Oxalis* natürlich auch recht intensiv vermittels ihrer in Wuchs und Alter unbegrenzten, verzweigten Rhizome.

Verbreitung und Auftreten: Die Verbreitung von *Oxalis* ist in dem Gebiete nicht so vollständig, wie sie sein könnte; mit anderen Worten, man trifft sie nicht an allen für sie eventuell geeigneten Stationen. Am deutlichsten kann man das in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien beobachten, wo die Art, wie bereits LINKOLA ausgeführt hat, auf weiten Flächen fehlt. In den anderen Gebieten ist sie häufig. In ihrem Auftreten beschränkt sie sich auf frische fruchtbare Böden (PyT-, OMT- und Hainsiedelungen), wo die Moosdecke ± dünn ist oder fehlt.

Der Art und Weise des Auftretens von *Oxalis* habe ich grosse Aufmerksamkeit zugewandt. In der Naturwaldabteilung des Versuchsgebietes von Raivola begegnet diese Art besonders reichlich auf fruchtbarem Lehmbodenabhang. Weiter unten, wo der Boden sandig und weniger fruchtbar wird, verschwindet sie. Bei näherer Prüfung liess sich konstatieren, dass die Verbreitungsgrenze von *Oxalis* auf diesem Hange sehr geschlängelt war, jedoch auch unerwartet scharf. Ohne Schwierigkeit liess sich diese Grenze durch die ganze Naturwaldabteilung verfolgen. Sie wurde in einer Strecke von einigen Hundert Metern kartographisch aufgenommen (Fig. 50). Auf Grund von sorgfältigem Suchen kam ich zu der Überzeugung, dass die Art überhaupt nicht ausserhalb dieser Grenze auftritt. Das Auftreten bei der Grenze beleuchtet die in grösserem Massstabe gezeichnete Karte Fig. 51, von einem Teile der Grenze, auf welcher

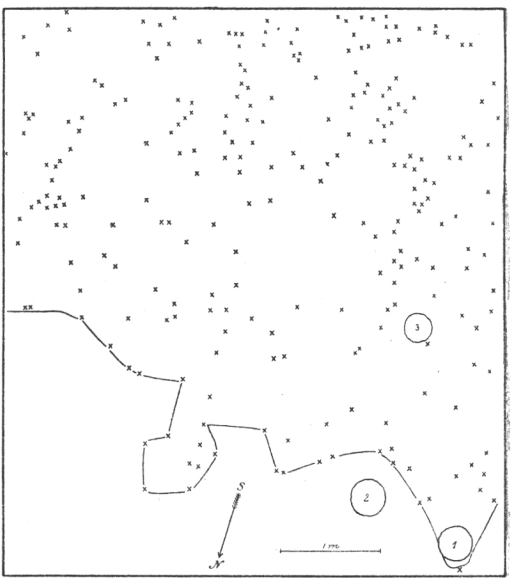


Fig. 51. Das mit A markierte Viereck der vor. Figur in grösserem Massstabe. Oxalis-Blattrosetten sind durch Kreuze markiert. 1 = *Pinus silvestis*, 2 = eine Stubbe, 3 = *Picea excelsa*.

Karte jede *Oxalis*-Blattrosette einzeln eingetragen ist. Wie aus dieser willkürlich gewählten Stelle hervorgeht, ist die Dichte bis zur Grenze beachtlich gross; letztere ist hier also scharf. Später wurde die Abgrenzung der *Oxalis*-Vorkommnisse an vielen anderen Stellen untersucht, und das Verhalten erwies sich stets als das gleiche. So hatte z. B. in dem ältesten *Larix sibirica*-Bestande von Punkaharju, wo der Boden durchgängig guter *Aegopodium*-Hainboden ist, *Oxalis* noch nicht völlig die Fläche bedeckt, sondern erschien in zwei ausgedehnten Flecken, die scharfe Grenzen aufwiesen (Fig. 52), obwohl z. B. die übrige Vegetation und die Bodenqualität gleichartig waren. Das fleckenweise Auftreten dieser Pflanze muss somit von der letzteren selbst herrühren. Eine bedeutende Rolle spielt dabei die vegetative Ausbreitung mit Hilfe der Rhizome, die überhaupt

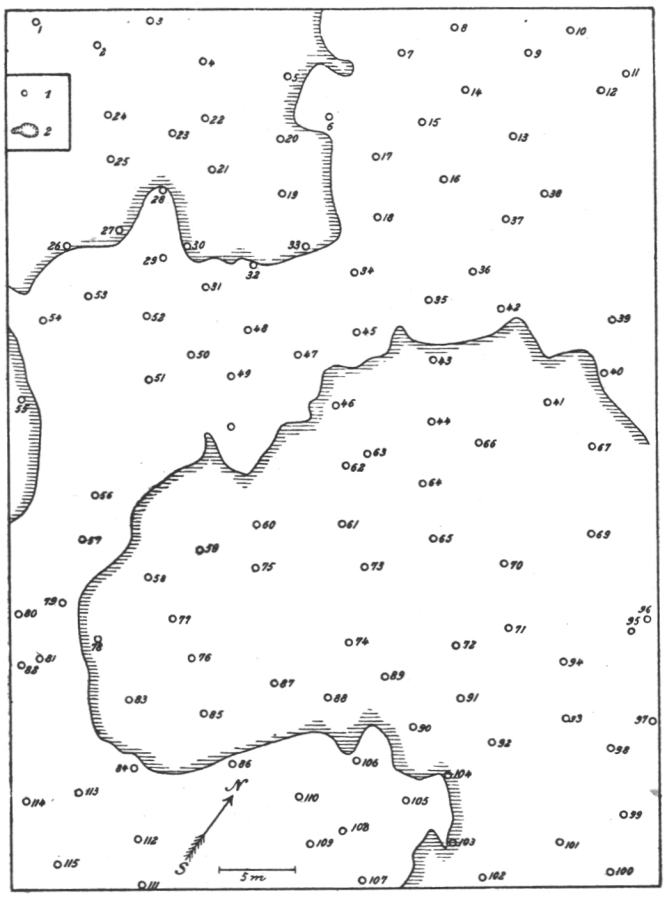


Fig. 52. Fleckengrenze von *Oxalis acetosella* im Lärchenbestand von Haintypus. Punkaharju. 1 = *Larix sibirica*. 2 = *Oxalis*-Fleck.

fleckenweises Auftreten bei den verschiedenen Arten im Gefolge hat. Überdies sind die erwähnten geringen Verbreitungsmöglichkeiten der Samen zu beachten, welche durch die Schwere und Glätte der Samen sowie das Niederbiegen der Früchte beim Reifen bedingt sind. Wenn jedoch zur Ausbreitung genügend Zeit vorhanden war, bestimmte offensichtlich die Qualität des Standortes die Grenze des Fleckes in den grossen Zügen. So verhält es sich nach meinen Beobachtungen bei dem obigen Beispiel in dem Naturwaldgebiet von Raivola, wo *Oxalis* reichlich auf dem frischen Hügelabhang auf Lehmboden wächst, während sie weiter unten, wo sich die Bodenart in Sand verwandelt, offenbar wegen der Magerkeit des Bodens, aufhört. Weiter ist dies der Fall in dem Beispiel, das die Karte Fig. 53 bietet,

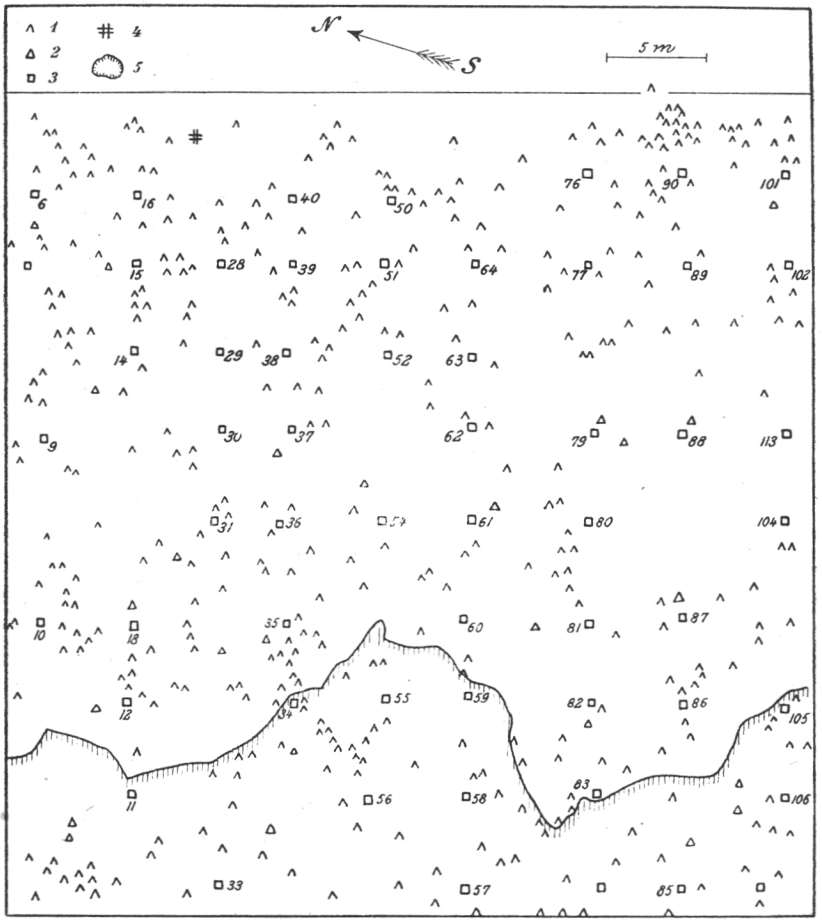


Fig. 53. Fleckengrenze von *Oxalis acetosella* im Lärchenforst von Raivola. 1 = *Picea excelsa*, 2 = *Betula alba*, 3 = *Larix sibirica*, 4 = *Pinus silvestris*, 5 = *Oxalis acetosella*.

in dem Lärchenwald selbst, wo *Oxalis* ebenfalls an einen üppigen Hainabhang, deutlich davon geschieden, angrenzt. In kleineren Details ist die Grenze dagegen offenbar von den Standortsfaktoren unabhängig und von der eigenen Ausbreitungstätigkeit der *Oxalis*-Kolonie bestimmt. An vielen Stellen sind die Standortsfaktoren in einer Breite von mehreren Metern beiderseits der Grenze die gleichen.

Oxalis acetosella leidet relativ wenig unter dem Einfluss anderer Gefässpflanzenarten. Von Vorteil ist für sie ihre geringe Grösse, weshalb sie sich unter den stattlicheren Kräutern fast nach Belieben ausbreiten und selbst die kleinsten Lichtflecken ausnützen kann. Gleichzeitig liegt ihr Rhizom beinahe an der Erdoberfläche und gerät somit in keinen Konkurrenzkampf mit den tiefer verlaufenden Rhizomen der grösseren Kräuter. Die Ausnutzung dieser Vorteile ermöglicht besonders die Fähigkeit dieser Pflanze zur Ertragung starker Beschattung, wozu die Umfänglichkeit der Blattflächen, die Fähigkeit, schnell auf Lichtwirkungen in der obengenannten Weise zu reagieren usw. die Voraussetzung bilden. So kann man denn beobachten, wie *Oxalis* noch in dichten Wäldern und unter Fichten gut vorwärtskommt, wo die anderen Pflanzen nicht mehr gedeihen. Besonders bevorzugt sie Farnbülten, ebenso *Larix*-Bestände. Der günstige Einfluss der Lärche auf *Oxalis* darf jedoch nicht überschätzt werden. In dem alten Lärchenwald von Raivola ist *Oxalis* freilich vielleicht häufiger als irgendwo in Finnland, indem sie ziemlich ausgedehnte Flächen in geschlossenen Beständen bedeckt. In dem erwähnten Naturwaldgebiet finden sich jedoch ausgedehnte Flächen, wo *Oxalis* unter Fichte und Kiefer auf fruchtbarem Lehmboden ebenso reichlich wie unter der Lärche vorhanden ist. Andererseits gibt es in demselben Walde einen alten Lärchenbestand (MT), in den sich *Oxalis* wie die Karte Fig. 53 zeigt, nicht ausgebreitet hat, obwohl sie direkt daneben recht reichlich wächst. Ebenso wenig konnte ich in den von mir untersuchten Lärchenbeständen von Evo und Vesijako einen Fall konstatieren, wo ein *Oxalis*-Vorkommnis durch den Einfluss von *Larix* entstanden wäre, wenn sie auch in zahlreichen Fällen einigermassen reichlicher in Lärchenbeständen als in den benachbarten Beständen heimischer Holzarten gedeiht.

Die Wurzeln von *Oxalis* verbleiben nahezu völlig in der Humusschicht. Diese Pflanze kann denn auch an Stellen leben, die gänzlich von dem Mineralboden isoliert sind, auf Stubben, ja sie klettert sogar auf die unteren Stammteile alter Bäume. Wie aus Fig. 15 unn 16 ersichtlich, lassen sich Fälle feststellen, in denen sie auf *Aera flexuosa*-Flecken schlecht fortkommt. Diese Grasart hat dann ebenfalls ein Rhizom, das nahe an der Erdoberfläche liegt. Z. B. in dem

Falle, den Fig. 8 bietet, schien sie *Phegopteris dryopteris*-Flecken zu meiden. Die Ausbreitungsmöglichkeit von *Oxaliz* auf Wiesensiedelung, wo Baumbeschattung und Humusschicht an der Erdoberfläche fehlen, illustriert Fig. 12. *Oxalis* ist da deutlich auf den abfallbedeckten Beschattungsflächen der Bäume stationiert.

Melampyrum pratense L. und **M. silvaticum** L.

Bau: Die *Melampyra* sind einjährige Pflanzenarten, die keinerlei Organe für vegetative Ausbreitung haben. Von ihrer Hauptwurzel gehen dünne, verhältnismässig lange Wurzeläste aus, an denen sich Haustorien bilden, mit deren Hilfe sich die Pflanzen an den Wurzeln anderer Pflanzen festklammern und aus ihnen Nahrung saugen sollen.

Verjüngung: Die *Melampyra* blühen stets reichlich an allen ihren Standorten und produzieren reichlich keimfähige kräftige Samen, sonst wäre ja ihr Auftreten überhaupt kaum für möglich anzusehen. Die Samen der *Melampyra* haben, im Gegensatz zu den Samen fast aller übrigen in den Gebieten anzutreffenden Waldpflanzen, die Fähigkeit, auch in den dichtesten Hylocomiaceen-Dicranaceen-Moospolstern zu keimen (Fig. 54). Die Keimung geschieht bereits im Herbst in der Weise, dass aus dem kräftigen Samen eine lange Wurzel hervorwächst, die in den Rhizomtorf eindringt und sich dort schnell verzweigt. Erst im Frühjahr schiebt sich die Keimpflanze aus dem Moos empor, und die kräftigen grünen Keimblätter befreien sich von den »Schalen» des Samens.



Fig. 54. Gekeimte Samen von *Melampyrum pratense* im *Dicranum*-Moospolster. Ruotsinkylä, Herbst 1923.

Verbreitung und Auftreten: Die Arten sind zu den gewöhnlichsten Waldpflanzen des Gebietes zu zählen. Da ich junge sterile *M. pratense*-Individuen nicht immer sicher von den sterilen Individuen von *M. silvaticum* unterschieden habe, kann ich mich nicht im einzelnen in die Standortsanforderungen vertiefen. Erwähnt sei, dass diese Arten sowohl auf trockenen (CT, VT) als auf frischen (MT, OMT) Heiden begegnen. In den kräuterreichsten Hainen treten sie meistens nicht auf, dagegen findet sich z. B. *M. pratense* auf Reisermooren und in anderen Moorsiedelungen in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien sehr reichlich. Man kann sagen, dass die

Häufigkeit in den Gebieten der Preisel- und Heidelbeerbestände nahezu gleich gross ist. Auf den trockensten Heiden ist sie bereits spärlicher, indem *M. pratense* daselbst nahezu das einzige anzutreffende *Melampyrum* ist. Besonders auf dem Versuchsgebiete von Punkaharju liess sich wahrnehmen, wie diese Art und *M. silvaticum* sich auf verschiedene Gebiete verbreitet haben. So wuchs *M. silvaticum* reichlich in jungen schattigen (MT) Beständen, während *M. pratense* auf dem anliegenden Schlage cop. vertreten war, wo *M. silvaticum* wiederum fast völlig fehlte. (Dasselbe zeigten die Beobachtungen von LINKOLA.) *M. silvaticum*-Vorkommnisse begegneten sogar einigemale in Hainen, wo es *M. pratense* überhaupt nicht gab. Möglicherweise verträgt *M. silvaticum* auch kräftigere Beschattung als *M. pratense* und viele andere Waldpflanzen. Wenigstens trat es in dem Falle der Fig. 55 in schattigem Fichtenbestand als einzige blü-

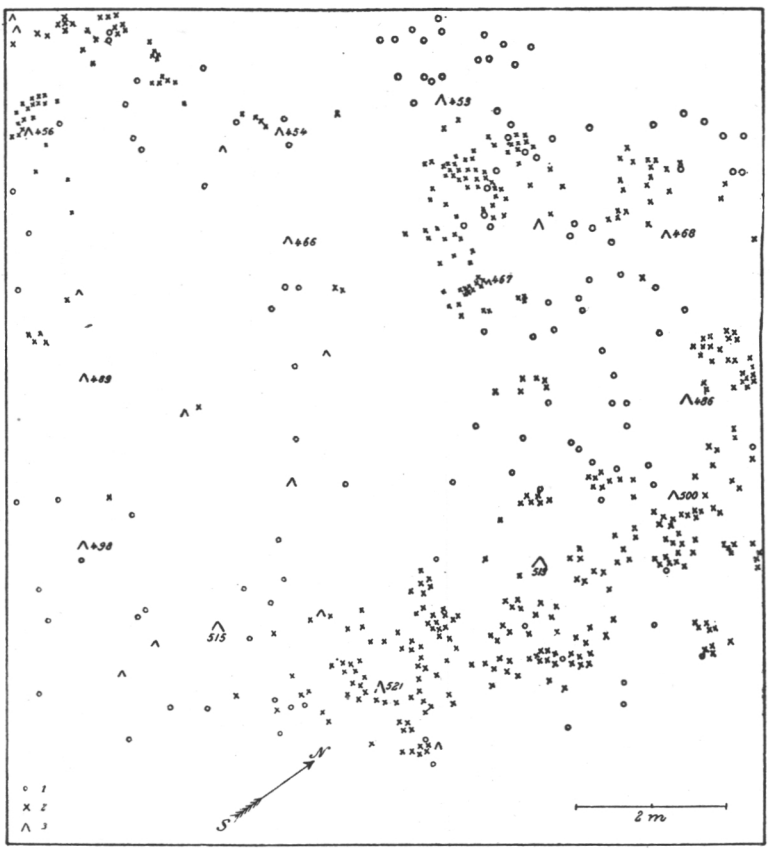


Fig. 55. Karte über das Auftreten von *Melampyrum silvaticum* in mittelaltem, dichtem OMT-Fichtenbestand. Punkaharju. 1 = *Solidago vigaurea*, 2 = *Melampyrum silvaticum*, 3 = *Picea excelsa*.

hende Art der Oberflächenvegetation auf. Ausser den in der Karte ersichtlichen sterilen *Solidago*-Individuen kamen nur ganz vereinzelte sterile *Calamagrostis*-Individuen in Abständen von mehreren Metern vor. Wie z. B. aus jenem Beispiele hervorging, braucht in der Nähe der *Melampyra* keine einzige andere Phanerogamenart (abgesehen von Fichte in diesem Falle) zu sein, so dass der erwähnte Parasitismus nicht unbedingt notwendig zu sein scheint. Ich habe versucht, Wurzeln herauszugraben, um festzustellen, ob die Wurzeln von *Melampyrum* im allgemeinen mit den Wurzeln anderer Arten in Verbindung stehen, aber es hatte mir den Anschein, als ob sich auf diese Frage ohne sorgfältige mikroskopische Untersuchungen keine Antwort geben liesse. Jedenfalls fanden sich an den Wurzeln reichlich Haustorienbündel, aber viele von denselben stehen nur mit vermodernden Pflanzenresten in Verbindung. Auf Waldbrand- und Brandkulturflächen beginnt sich *M. pratense* erst dann auszubreiten, wenn sich auf denselben reichlicher Abfälle und Humus abgelagert haben. Auch dies weist somit in die Richtung, dass der Waldhumus für diese Arten die Hauptnahrungsquelle ist, dass die lebendigen Pflanzen dagegen möglicherweise in zweiter Linie kommen. — Fig. 55 führt das charakteristische Auftreten von *M. silvaticum* auf einer fichtenbestandenen Fläche vor. Es ist nicht über das ganze Gebiet gleichmässig verbreitet, sondern deutliche, von den Standortsfaktoren unabhängige Konzentrationsstellen finden sich mehrere. Mustert man im Frühjahr das Auftreten der Individuen, so kann man konstatieren, dass sie regelmässig bei dem abgestorbenen Stengel aus dem vorigen Jahre wachsen. Die Samen verbreiteten sich also nicht über ein ausgedehnteres Gebiet, sondern die Bildung konzentrierter Besäungsflecken ist als normal anzusehen. Nach Untersuchungen von SERNANDER werden jedoch auch die *Melampyrum*-Samen von den Ameisen verbreitet.

Veronica chamaedrys L.

Bau: Veronica chamaedrys hat ein im Erdinnern ganz nahe der Erdoberfläche verlaufendes Rhizom, dessen (im Lärchenforst von Raivola) 30—40 cm lang werdende Jahrestriebe sich an ihrer Spitze vom Boden aufwärts wenden und sich zu Blütensprossen entwickeln, indem der neue Rhizomtrieb sympodial aus der Basalpartie des Blütensprosses entsteht.

Verjüngung: Die vegetative Verjüngung geschieht mit Hilfe der Rhizome. Da mitunter mehrere Rhizomäste an demselben Triebe entstehen, geht auch die Vermehrung auf diesem Wege vor sich.

Diese Art zeigt jedoch auch eine recht intensive Samenverjüngung. Ihre Keimpflanzen habe ich z. B. in Raivola und Punkaharju auf mehreren Probeflächen angetroffen, wobei die Art auch reichlich blühte.

Verbreitung und Auftreten: V. chamaedrys begegnete allgemein auf den Untersuchungsflächen von Sortavala, Raivola, Punkaharju, Vesijakσ und Evo. In Veikkola, der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und Mittelösterbotten trat sie auf keiner einzigen Probefläche auf. In diesen Gebieten war sie überhaupt spärlich, auf ausgedehnten Flächen — offensichtlich auch auf geeigneten Standorten — fehlte sie völlig. In dem Auftreten erinnert *V. chamaedrys* bedeutend an *V. officinalis*. Beachtenswert ist das gewöhnliche Auftreten dieser beiden an denselben Stationen gleichzeitig. Jedoch ist *V. chamaedrys* bedeutend anspruchsvoller als *V. officinalis*. So geht sie auf mässig trockene (MT, VT) Böden, wenn sie Schlag- oder Brandflächen sind, längst nicht in demselben Masse wie die letztgenannte Art. Andererseits kommt sie in Hainen besser fort als *V. officinalis*, in einigen Fällen gehört sie zu den Hauptkräutern (im *Larix sibirica*-Haine von Punkaharju z. B. war ihre Frequenz 7). Eine Voraussetzung hierzu kann schon die grössere Höhe von *V. chamaedrys* sein. Besonders die Länge ihrer Blütenstandsschaften ermöglicht es, dass ihre Blüten auch unter der dichten Blattrosettenschicht der Hainkräuter Lichtzufuhr haben (Fig. 56). In dichten

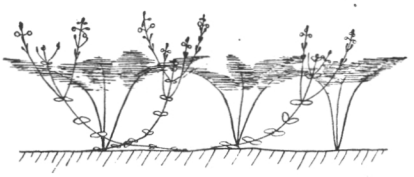


Fig. 56. *Veronica chamaedrys*, mit ihren Blütenstandsschaften über die Blattrosetten von *Chaerophyllum silvestre* emporragend. Punkaharju, *Larix sibirica*-Bestand (Hainsiedelung). Juli 1924.

Kräuterbeständen bleibt die mit kürzeren Internodien versehene *V. officinalis* völlig im Schatten und wurde denn auch oft nur steril angetroffen, während *V. chamaedrys* daneben reichlich blühte.

Veronica officinalis L.

Bau und Verjüngung: In ihrem Bau erinnert *V. officinalis* in vielen Hauptpunkten an *V. chamaedrys*.

Die *Verjüngung* mit Hilfe von Ausläufern ist wichtig, aber die Hauptrolle spielt dabei offenbar die Samenverjüngung. Wenigstens

geschieht die schnelle und kräftige Verbreitung der Art nach jungen, offenen Brandkulturflächen und Schlägen nach meinen Beobachtungen mit Hilfe von Keimpflanzen. Auf den Schlägen bilden sich weniger Keimpflanzen als auf den Brandkulturflächen, wo der Mineralboden bloss zutage liegt. In Punkaharju waren ihre Keimpflanzen auf einem Schlage am reichlichsten in den Saatplätzchen. Auch in Hainen sind die Keimpflanzen dieser Art häufig und für die Erhaltung der Art in denselben von Bedeutung. Das Vieh spielt offensichtlich eine Rolle bei der Ausbreitung der Art, — ich habe nämlich einigemale Keimpflanzen dieser Art auf Mist konstatiert. In geschlossenem Walde blüht *V. officinalis* schlecht, auf Lichtungen reichlich.

Verbreitung und Auftreten: Die Art war in allen Untersuchungsgebieten häufig, wenn auch oft vornehmlich an Halbkulturstandorten. Auf den Probeflächen wurde diese Art wahrscheinlich als ursprüngliche Pflanze in Hainen sowie in hainartigen Siedelungen, besonders auf Lehmboden angetroffen. In den alten (OT) Lärchenbeständen von Raivola ist sie reichlich, ebenso ist sie auch in Evo und Punkaharju oft häufiger unter der Lärche als im benachbarten ± gleichaltrigen Fichtenbestand. Auf Schlägen in den genannten Beständen ist die Art noch reichlicher. Überdies breitet sie sich auf Hiebs-, Brand- und Brandkulturflächen gleich in den ersten Jahren auch gern nach OMT-Siedelungen aus, ja sogar auch nach MT-Siedelungen, indem sie besonders beim Vorherrschen von Laubbäumen, auch in mittelalten so entstandenen Wäldern auftritt. In alten Wäldern ist sie ± vollständig verschwunden. Auf trockenen (VT) Heiden habe ich diese Art nur als Edaphid auf Mist ein paarmal angetroffen.

Pyrola rotundifolia L.

Ihrem *Bau* nach schliesst sich diese Art nahe an *P. minor* und andere *Pyrola*-Arten an. Sie *verjüngt* sich intensiv mit Hilfe der Rhizome. Keimpflanzen, die im Anfang sehr klein und unterirdisch sind, habe ich nicht angetroffen. Da die Art auch steril leicht zu erkennen ist, konnte ihre *Verbreitung und ihr Auftreten* in den Untersuchungsgebieten genau verfolgt werden. In dem Versuchsgebiete von Veikkola fehlt sie völlig, ebenso fast ganz in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien. Auch im Versuchsgebiet von Punkaharju begegnet sie nur an vereinzelten Stellen (nicht auf Probeflächen). Sonst war sie ziemlich gewöhnlich. Die Art kommt offensichtlich am besten auf feuchten Lehmböden fort, sie meidet (besonders mehr trockene) Sand- und Kiesböden. So begegnete sie auf den Probeflächen von

PyT-, (selten OT), AT- und FT-Siedelungen. Bemerkenswert ist jedoch, dass diese Art in einigen PyT-Siedelungen auf Lehmboden nur nach Art eines Edaphids in sehr frischen Senkungen zu finden war. Auch auf Sandboden kam sie einigemale vor, sie verlangt aber da recht bedeutende Feuchtigkeit. Die meisten Fälle stammen aus jüngeren oder mittelalten Laubwäldern auf Brandkulturflächen. — Die Art tritt gewöhnlich in scharf abgrenzbaren, ausgedehnten Flecken auf.

Pyrola chlorantha Sw.

Bau und *Verjüngungsverhältnisse* erinnern an die der vorigen *Pyrola*-Art.

Verbreitung und Auftreten: Pyrola chlorantha bildet in ihrem Auftreten so ziemlich das genaue Gegenteil z. B. zu *P. rotundifolia*, während sie einigermassen an *P. media* erinnert. So ist diese Art ausserordentlich häufig in den Sandgebieten von Veikkola, ebenso überaus häufig in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien, recht häufig auch in Punkaharju auf Ässchuttböden. Dagegen war sie in den Gebieten des Hainzentrums von Sortavala und in dem Versuchsgebiet von Raivola sowie in der Küstengegend von Mittelösterbotten recht selten und fehlte auf ausgedehnten Gebieten auch an geeigneten Lokalen (weiter im Binnenlande, z. B. Sievi, fand sie sich jedoch auf drei Probeflächen). In ihrem Auftreten konzentriert sich diese Art offensichtlich auf trockene, kiefernbestandene (VT) und z. B. wegen Fichtenbeschattung spärlich Reiser und Moose aufweisende ± magere Heiden (Fichtendickichte in Suojärvi). Sie

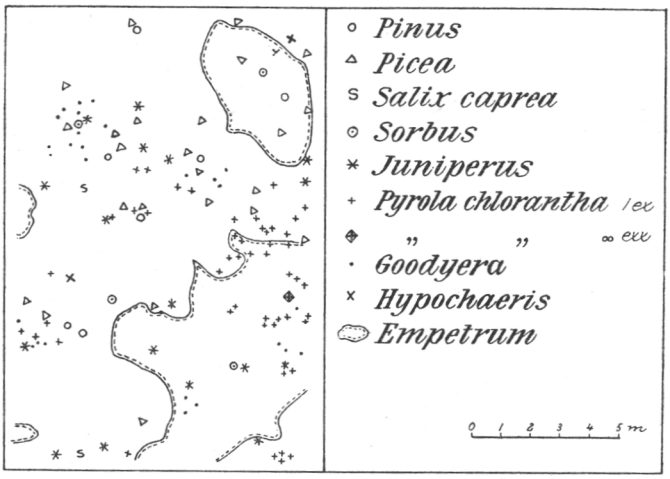


Fig. 57. Karte über die Vegetation auf VMT-Heide.

wächst gut in alten Kiefernwäldern auf Flecken, die frei von Preiselbeerreisern sind. Auf sehr trockenen Heiden, wo der Humus spärlich ist, kommt sie jedoch schlecht fort. Eigentümlicherweise habe ich sie einmal in einer Kiesgrube angetroffen, ein paarmal an einer Feuerstelle auf Reiserheide. Zweimal begegnete ich ihr in Suojärvi auf ganz junger Brandkulturfläche, wahrscheinlich war sie jedoch aus alten Rhizomen entstanden. Die Frequenz auf den Probeflächen steigt selten auch nur auf 1, in ein paar Fällen betrug sie jedoch nahezu 3 (Fichtendickichte). Tritt in kleinen Flecken auf (siehe Karte 57). Blüht ziemlich oft.

Pyrola umbellata L.

Wegen ihrer Seltenheit hat diese Art nur geringe Bedeutung. Häufig trat sie jedoch im Versuchsgebiet von Veikkola auf. Ausserdem fand sie sich in Evo auf drei Probeflächen, auf einer in Vesijako und auf zweien in Punkaharju. Alle diese Stellen lagen auf Sand- oder Kiesboden in Kiefernbeständen, abgesehen von einem Falle unter Birken. Die Häufigkeit in Veikkola z. B. dürfte gerade aus dem Dominieren der Sandheiden resultieren. *Pyrola umbellata* scheint sowohl in VT- wie besonders in MT- und hainartigen Siedelungen auf sandigem Boden vorzukommen. Sie tritt immer in grösseren oder kleineren Flecken mit langen Rhizomen versehen auf. Sie blüht, wie die übrigen *Pyrola*-Arten, in vielen Fällen.

Pyrola media Sw.

Bau und Verjüngung wie bei *P. rotundifolia.*

Verbreitung und Auftreten: Die Art, die auch steril von den übrigen geschieden ist, begegnete mehr oder weniger häufig in allen Untersuchungsgebieten. Reichlicher als gewöhnlich fand sie sich auf den frischeren Sandheiden von Veikkola, selten in der österbottnischen Küstengegend (in Sievi bereits ziemlich häufig). Auf den Probeflächen war sie in drei Fällen auf trockener (VT) Heide, in 16 Fällen auf MT-Heide und in üppigerer (OMT-OT) Siedelung. Die Frequenz auf den Probeflächen stieg im allgemeinen in keinem dieser Fälle über 1. Drei Fälle sind von Schlägen, die übrigen aus geschlossenem Walde. Wenn die Art spärlich vorkam, war sie in den meisten Fällen nur steril. Sie dürfte jedoch relativ reichlich blühen. Die Flecken sind klein.

Pyrola minor L.

Bau und Verjüngung ungefähr wie bei der vorigen Art.

Verbreitung und Auftreten. P. minor trat in allen Untersuchungsgebieten auf (fehlte aber z. B. in Näätäoja bei Suojärvi). Im allgemeinen war sie einigermassen spärlicher als *P. secunda*, aber wiederum reichlicher als die übrigen *Pyrola*-Arten. Auf den Probeflächen zeigt sie deutlich ein Verlangen nach ziemlicher Feuchtigkeit (in OMT-, PyT-, OT-, FT-, AT-, LT-Siedelungen vornehmlich vorkommend). Bereits auf gewöhnlichen frischen Heideböden (MT) war sie ziemlich selten und spärlich, auf ziemlich trockenen Heideböden (VT) wuchs sie nur einmal (auch diese eine Übergangsstufe zu MT). Geringe Anmoorigkeit fürchtet die Art nicht, bisweilen tritt sie, wie *P. secunda*, auf weiter entwickelten Mooren auf, indem sie jedoch schliesslich auf Stubben und Bülten übergeht. — Tritt in deutlichen, oft ziemlich umfänglichen Flecken auf.

Pyrola secunda L.

Bau: Das zähe Rhizom von *Pyrola secunda* wächst ca. 1—2 cm tief im Humus. Die Internodien sind 2—3 cm lang. In der Nähe der Niederblätter gehen davon relativ kurze und spärlich verzweigte Wurzeln aus. Die Länge der Jahrestriebe des Rhizoms beträgt ca. 15—30 cm. Die Spitze des Jahrestriebes ist im Herbst aufwärts gewandt, und im folgenden Jahre entwickelt sich daraus ein Assimilationsspross. Unter der Stelle, wo sich das Rhizom nach oben wendet, gehen von demselben in den Niederblattachseln gewöhnlich zwei Äste aus, die im folgenden Sommer das Wachstum des Rhizoms fortsetzen oder sich dann schon als Assimilationssprosse aufwärts wenden. So ist das Rhizom sympodial. Der ganze lebendige Teil des Rhizoms kann nach meinen Messungen wenigstens 1.5 m lang werden. Die ältesten Partien des Rhizoms waren dabei 7 Jahre alt. In Wuchs und Alter ist das Rhizom gewissermassen unbegrenzt, »unsterblich». Die Assimilationssprosse werden drei Jahre alt, wobei die Länge ihrer Jahrestriebe ca. 6—10 cm beträgt.

Verjüngung: Nach dem Überwiegen des fleckenweisen Auftretens zu schliessen, ist die vegetative Verjüngung bei dieser Art vorherrschend. Bei der Fernverbreitung haben wie im allgemeinen auch sonst die Samen den wichtigsten Anteil. *P. secunda* blüht auch in relativ schattigen Wäldern. Keimpflanzen gehören bei sämtlichen *Pyrola*-Arten zu den grössten Seltenheiten und sind verhältnis-

mässig schlecht bekannt (siehe SYLVÉN 1906, S. 134; VELENOVSKY; O Klíčeni semen Pirolacei. Ber. d. böhm. Akad., Jahrgang XIV, Nr. 35, 1905). Die beinahe mikroskopische, aus dem Samen entstehende unterirdische Keimpflanze ist denn auch naturgemäss schwierig im Walde zu finden. Aus Samen entstandene Individuen habe ich von *P. secunda* jedoch, nachdem diese einige Jahre alt geworden waren, gesehen, aber auch diese nur auf einer Probefläche, nämlich 3 Stück in frischem Fichtenwald (OMT) auf Humus in Kälviä im mittelösterbottnischen Küstengebiet (Fig. 59). Von dem blattlosen, wurzelartigen »Prokaulom» geht anfänglich nur ein mit Niederblättern versehener, zarter Stengel und reichlich verästelte Beiwurzeln aus. Adventivwurzeln gehen von den Schuppenachseln aus.

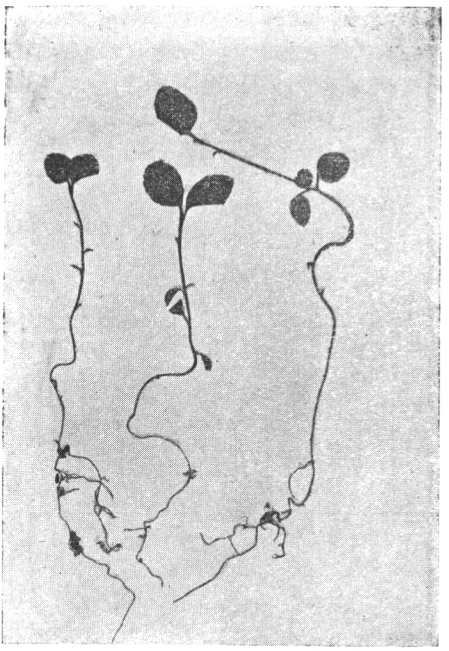


Fig. 59. *Pyrola secunda*-Jungpflanzen aus OMT-Fichtenwald. Bei dem mittelsten Exemplare erscheint in ca. 5 mm Abstand von der Wurzelspitze aus gerechnet eine sehr kleine knollenförmige Verdickung, die untere Ende des Stammes.

Verbreitung und Auftreten: *Pyrola secunda* ist überall im Gebiet eine der gewöhnlichsten Waldpflanzen. In ihrem Auftreten ist sie auf den Probeflächen deutlich auf frische und feuchte Böden konzentriert. Auf Probeflächen trockener Heideböden (VT) begegnete sie nur auf vier und sehr wenig, abgesehen von einem Birkenwald in Vesijako, wo ihre Frequenz 4.3 war. Sogar auf frischen Heideböden (MT) ist sie gewöhnlich spärlicher als weiter unten an den Bruchrändern. Besonders in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien herrschte dieses Verhalten. Auf hainartigen Böden (PyT, OMT) ist sie fast stets anzutreffen (Frq. oft 2—3), ebenso kommt sie, wie gesagt, z. B. auf Bülten in Farnhainen und Brüchern sehr gut fort. In ihrem Auftreten hebt sich *P. secunda* von der Heidel- und Preiselbeere selbständig ab. So wächst sie, freilich steril, noch ziemlich gut unter Bäumen und in dichten Fichten-, *Abies pichta-*, *Pinus Cembra-* u. a. Beständen, wo jene Reiser nicht zu finden sind. Ebenso tritt sie bisweilen auf reiserlosen Flecken in alten Wäldern reichlich

auf. In Birken- und besonders in Lärchenbeständen ist sie einigermassen häufiger als in den benachbarten gewöhnlichen Nadelwäldern. In trockneren Hainen kommt diese Art gut fort, aber in üppigen Hainkräuterbeständen (z. B. AT) auf feuchtem Boden bevorzugt sie schon Steine, Wurzeln und Bülten.

Pyrola uniflora L.

Bau: Fig. 60 führt ein kleines, ziemlich vollständig ausgegrabenes *P. uniflora*-Individuum von Vesijako vor. Wie WARMING (1890, S. 85—86) gezeigt hat, hat diese Art kein solches Rhizom

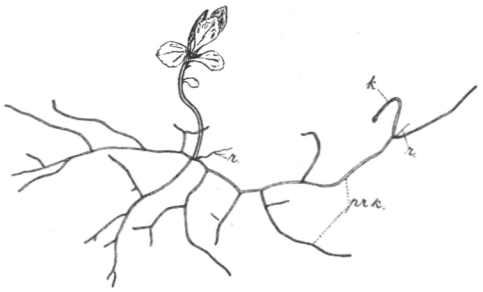


Fig. 60. *Pyrola uniflora.* Junges Individuum. pr k = prokaulom, k = junger Spross, r = Wurzel.

wie die anderen *Pyrola*-Arten, sondern die 3—4 Jahre alt werdenden Assimilationssprosse steigen von dem verzweigten unterirdischen Organ empor, das, wie sich bei späteren Untersuchungen herausstellte, der aus dem Samen zunächst hervorgehenden Bildung, dem Prokaulom, entspricht (vgl. WETTSTEIN S. 700). Das verzweigte Prokaulom liegt höchstens 2—3 cm tief im Humus. Wegen seiner Zartheit ist es sehr schwierig, es völlig herauszugraben. Jedoch nach dem Umfang der offenbar vegetativ entstandenen *P. uniflora*-Flecken zu schliessen, kann es sich über einige Quadratmeter ausbreiten.

Verjüngung: P. uniflora blüht ebenso reichlich wie die übrigen *Pyrola*-Arten in den Wäldern des Gebietes und fürchtet demnach daselbst auch Waldbeschattung nicht nennenswert. Da die Keimpflanzen dieser Art unterirdische, zarte Prokaulombildungen sind, ist es erklärlich, dass sie nicht bemerkt werden. Offenbar bilden sich dieselben jedoch ziemlich oft an Standorten, die für die Art geeignet sind. Aber aus dem für die Art typischen fleckenweisen Auftreten zu schliessen, spielt auch die vegetative Verjüngung eine recht wichtige Rolle. Durch dieselbe kann die Art an geeigneten Lokalen sich beliebig lange am Leben behaupten.

Verbreitung und Auftreten: Pyrola uniflora ist über die gesamte untersuchte Hälfte Finnlands verbreitet, wächst aber dessenungeachtet ziemlich spärlich, nur auf 30 Probeflächen. Am gewöhnlichsten ist sie vielleicht in der österbottnischen Küstengegend, wo sie sowohl in Uferhainen (LT) als in daran angrenzenden Fichtenbeständen auf frischem Boden (OMT) sehr gewöhnlich ist. Die Art tritt nur auf fruchtbaren Böden (OMT, OT) auf. Auf gewöhnlichen heidelbeerbestandenen Heiden (MT) ist sie äusserst selten und sehr spärlich. Ein paarmal entdeckte ich sie auch in Bruchsiedelung. Die Art ist sonderbarerweise recht reichlich in jungen und mittelalten Kulturwäldern (MT) in Punkaharju. Wahrscheinlich ist der Humus daselbst, der fast ohne Pflanzendecke und aus einer Schicht abgefallener Nadeln entstanden ist, dem Fortkommen der Art sehr günstig. In Evo und Punkaharju ist die Art reichlich in mittelaltem Lärchenbestand, spärlich im benachbarten Kiefernbestand. In den alten Lärchenforsten von Raivola ist sie spärlich. In Punkaharju wurde sie ein paarmal auf einer Feuerstelle auf MT-Kiefernheide beobachtet. Jedoch fand sie sich auf keiner einzigen Probefläche auf Brandkulturfläche oder Schlägen. In den üppigsten Laubholzhainen fehlte sie; sobald aber die Fichte in ihnen zum herrschenden Bäume wurde, stellte sie sich ein (z. B. in AT-Fichtenbeständen). Erwähnt sei noch, dass die Art auf einer trockenen Sandheide von Evo (VT, *Calluna*-reich) wächst, während sie auf trockenen Heideböden im allgemeinen völlig fehlt. — Stets in kleinen Flecken auftretend.

Trientalis europaea L.

Bau: Gräbt man im Spätherbst ein *Trientalis*-Individuum aus dem Boden, so hat es das Aussehen wie in Fig. 61. Der zur Erdoberfläche emporsteigende Stengel endet im Erdinnern in einer knollenförmigen Verdickung, von der reichlich spärlich verzweigte Wurzeln in den Humus auslaufen. Ausserdem schickt dieser unterirdische Stengel regelmässig zwei schlanke, langgliedrige, mit Niederblättern versehene Rhizomsprosse aus, die gewöhnlich eine Länge von mehreren Dezimetern erreichen (bis 6—7 dm). Diese Rhizome bilden an ihrer Spitze eine ähnliche knollenförmige, mit Adventivwurzeln versehene Verdickung wie die an der Basis der Muttersprosse (Brundin 1898, S. 98); dagegen ist die schlanke Partie des Rhizoms völlig ohne Äste und Wurzeln. Das obere Ende des neuen Knollens ist aufwärts gekrümmt, und daraus entwickelt sich der Assimilations- und Fruktifikationsspross des folgenden Jahres. Bei näherer Prüfung des Mutterindividuums kann man am unteren Ende des Rhizom-

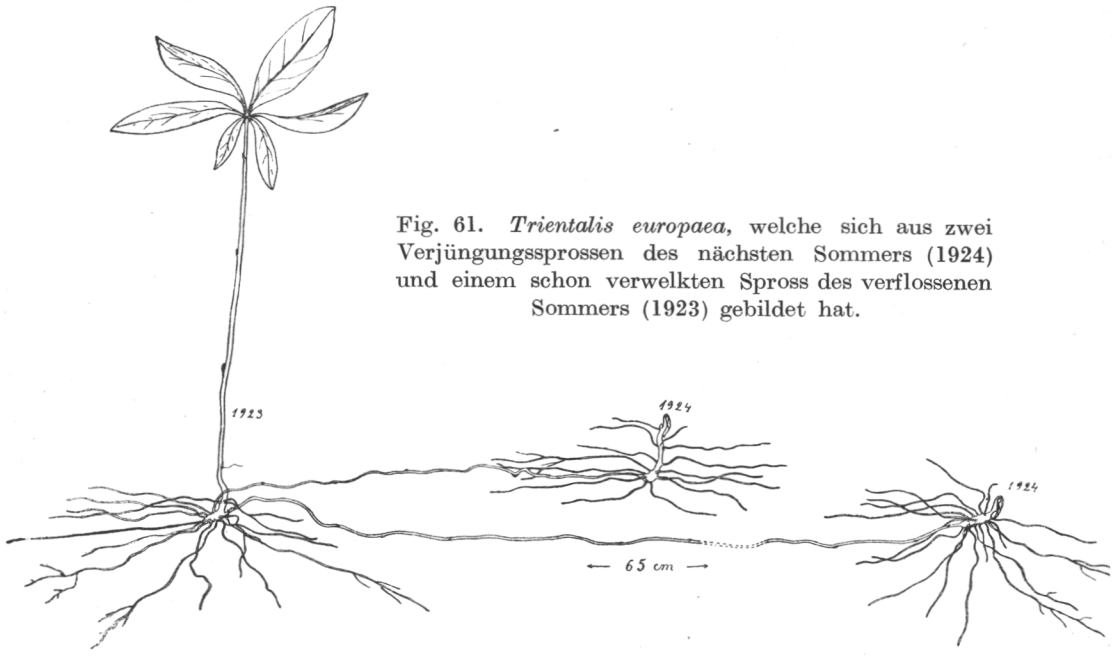


Fig. 61. *Trientalis europaea*, welche sich aus zwei Verjüngungssprossen des nächsten Sommers (1924) und einem schon verwelkten Spross des verflossenen Sommers (1923) gebildet hat.

knollens den abgestorbenen Rest von der schlanken, wurzellosen Rhizompartie beobachten. Hiernach zu schliessen, stirbt diese schon zeitig im Frühjahr ab. Der knollenartige Teil geht beim Verwelken des Assimilationssprosses im Herbst ein, so dass ein jedes *Trientalis*-Individuum nur ein Jahr lebt und immer als isoliertes, mit zwei Verjüngungsrhizomen versehenes Individuum auftritt.

Die Grösse von *Trientalis* nimmt anfänglich von Jahresgeneration zu Jahresgeneration einige Jahre lang zu und steigt schliesslich auf 8—15 cm an, auf fruchtbarerem oder etwas anmoorigem Boden bis auf 20 cm.

Verjüngung: Die intensivste Verjüngung geschieht nach meinen Beobachtungen durch Vermittlung des oben beschriebenen Rhizomsystems. Dieses produziert jährlich zwei neue Individuen anstelle eines abgestorbenen in einer Entfernung von einigen Dezimetern von der Mutterpflanze. Jedoch hat auch die Samenverjüngung für *Trientalis* Bedeutung. Diese Pflanze trat auf ziemlich vielen Probeflächen blühend auf, wenn auch nur ein geringer Bruchteil der Individuen zur Blüte gelangte; in vielen Fällen — besonders auf schlechteren Böden und bei stärkerer Beschattung — waren alle Individuen steril. Am reichlichsten kamen blühende Individuen auf Schlägen vor. Keimpflanzen sind ziemlich selten (gleiche Häufigkeit wie z. B.

bei der Heidelbeere) und waren in den ersten Entwickelungsstadien schwer zu finden. Die Keimblätter sind nämlich nicht grün und kommen überhaupt nicht an die Oberfläche. Bei Musterung der kleinsten Individuen habe ich jedoch an den weissen 'hörner'-artigen Keimblattbildungen an ihrer Basis aus Samen entstandene Jungpflanzen (Fig. 62) auf 12 Probeflächen konstatieren können (besonders in OMT-Siedelungen), — stets jedoch nur an vereinzelten Stellen, fast immer mehrere in einer Gruppe. Die Keimpflanzen traten stets auf Humus an Stellen auf, wo die Moosdecke fehlte oder dünn war und günstige Feuchtigkeitsverhältnisse herrschten. Die ersten, aus Keimpflanzen entstandenen Jahresgenerationen sind nach meinen Beobachtungen zart und nur auf einer kleinen Fläche verbreitet; z. B. eine Sprossgeneration des zweiten Jahres lässt sich ohne genaue Untersuchung oft noch nicht von einer aus dem ersten Jahre unterscheiden. Es vergehen offenbar einige Jahre, ehe so kräftige Jahresgenerationen entwickelt sind, dass das Blühen möglich ist.

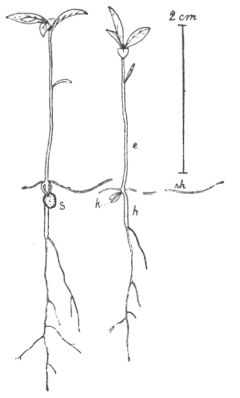


Fig. 62. Jungpflanzen von *Trientalis europaea* mit unterirdischen Keimblättern *(k)*; *h* = Hypokotyl, *e*=Epikotyl, *s* = Same, rh=Rhizom.

Verbreitung und Auftreten. *Trientalis* ist eine der häufigsten Waldpflanzen der Gebiete (auf ca. 125 Probeflächen hierüber Beobachtungen angestellt). Am meisten und reichlichsten vertreten war die Art auf mässig frischen und frischen Heideböden (MT, PyT, OMT). In Suojärvi wurde beobachtet, wie sich *Trientalis* von Heiden (M—VMT) zurückzieht und reichlicher an deren unteren Rändern in bruchartigen Siedelungen wächst. Auf mässig trockenen Heideböden (VT) begegnete sie dann selten, nur in einem Falle (Evo) auf trockenem Heideboden (CT). In feuchten, sehr üppigen (FT und AT) Hainen nimmt ebenfalls die Reichlichkeit der Art ab, sie wuchs jedoch in diesen regelmässig auf Steinen, Stubben und Bülten. Unter Birke und Lärche kommt *Trientalis* gut fort, ebenso in Erlenbeständen am Meeresufer. Sie fürchtet auch nicht Flecken von *Polytrichum* noch solche von *Sphagna* im Walde; ebenso begegnet die Art oft an reiserlosen Stellen unter den Fichten, freilich steril und schwach. Auf Schlägen hält sie sich ziemlich gut.

Besonders auf mässig trockenen Heideböden und auf anderen ungünstigen Standorten, wo die Samenverjüngung sehr schwach ist, erscheint *Trientalis*, wie z. B. die Karte Fig. 39 zeigt, in deutlichen Flecken. Obwohl auf denselben die Individuen stets in Abständen auftreten, haben wir es hier doch mit vegetativer Verbreitung zu tun.

Pulmonaria officinalis L.

Bau: Am Ende des Jahrestriebes des ± wagrecht an der Erdoberfläche verlaufenden, ca. 8—10 cm langen Rhizoms entwickelt sich im Sommer eine 20—30 cm hohe Blattrosette, in deren Mitte sich die Anlage zu einem Blütenstengel bildet. Im folgenden Frühjahr, bereits sehr zeitig, wenn der Boden noch kahl ist, schliesst der Blütenstengel seine Entwicklung ab, aber erreicht später im Sommer nicht einmal die Höhe der Blattrosette (siehe Fig. 45). Der neue Rhizomjahrestrieb bildet sich, wie Fig. 45 zeigt, sympodial an der Basis des Blütenstengels. Von dem Rhizom gehen kräftige, tief in die Erde dringende Wurzeln aus, die sich im Herbst verkürzen und das Rhizom tiefer in die Erde ziehen. Die Jahrestriebe des Rhizoms bleiben nur zwei bis drei Jahre am Leben.

Verjüngung: Pulmonaria blüht auch in geschlossenem Walde; ihre Keimpflanzen wurden im Lärchenforst von Raivola konstatiert. Bisweilen verzweigt sich auch das Rhizom und ruft vegetative Vermehrung hervor.

Verbreitung und Auftreten: Pulmonaria begegnet nur in den südlichsten Teilen Finnlands, — sehr selten auch in der Gegend von Sortavala. Deshalb lagen die meisten Untersuchungsgebiete ausserhalb ihres Areals. Im Lärchenforst von Raivola war sie jedoch auf zwei Probeflächen auf feuchtem Lehmboden anzutreffen. Die Art konzentriert sich dort auf die üppigsten Bachtäler (FT) in ziemlich deutlich abgegrenzten Flecken, bei deren Entwicklung jedoch die Samenverjüngung offensichtlich eine wichtige Rolle spielt.

Solidago virgaurea L.

Bau: Fig. 63 zeigt ein normales *Solidago*-Individuum aus OT-Fichtenbestand von Raivola. Wie daraus ersichtlich, hat diese Art ein schräg emporsteigendes Rhizom, an dessen Ende sich eine Blattrosette befindet. Das Rhizom setzt alljährlich einige Millimeter in die Länge an und verwest gleichzeitig allmählich vom Basalende aus. Die Länge des lebendigen Teiles entspricht ca. 10 Jahren. Von dem Rhizom gehen bereits unmittelbar oberhalb des Bodens Wurzeln aus. Diese Wurzeln sind die zuletzt entstandenen. Sie richten sich in ihrem Wuchs abwärts, — ein paar haben noch nicht einmal den Boden erreicht. Nachdem sie im Boden eine geeignete Tiefe erreicht haben, wenden sie sich seitwärts. Die jungen obersten Wurzeln sind unverzweigt, die älteren, weiter unten ausgehenden sind verzweigt und viel länger. Auch bei den älteren Wurzeln richtet sich der An-

fangsteil meist abwärts, woraus zu schliessen sie auf dieselbe Weise entstanden sein dürften wie die jetzigen jüngsten Wurzeln. Die Erdoberfläche war damals etwas niedriger. Infolge des Anwachsens der Humusschicht, der Arbeit der Regenwürmer und der Zugwirkung, die die Wurzeln bei ihrer Verkürzung ausüben, ist die Pflanze allmählich tiefer in den Boden geraten. Wie Fig. 63 B zeigt, kann sich das Rhizom 5—6 cm von der Erdoberfläche erheben. Schliesslich stirbt es ab. Am Rhizom gibt es jedoch, wie Fig. 63 A lehrt, reichlich latente Knospen, die sich zu einem neuen Assimilations- und Fruktifikationsspross entwickeln können, ja sogar einigermassen vegetative Verbreitung veranlassen.

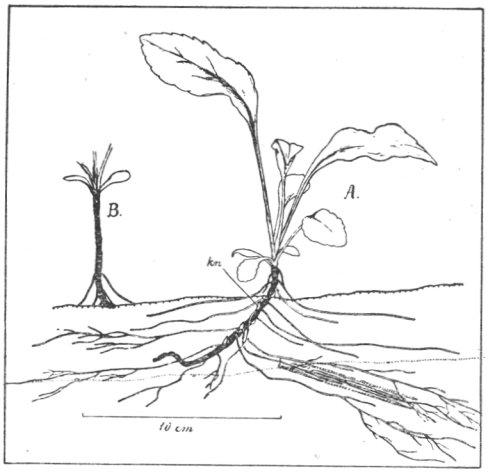


Fig. 63. *Solidago virgaurea.* A = sterile Pflanze mit latenten Verjüngungsknospen (kn) am Rhizom. B = sich hoch über die Bodenoberfläche erhebendes Rhizomende eines älteren Individuums. Raivola, Naturwaldabteilung. VII. 1924.

Verjüngung: Solidago blüht im Untersuchungsgebiet in geschlossenem Walde überaus spärlich. Dagegen blüht es reichlich auf noch offenen Brandkulturflächen und Schlägen und bildet keimfähigen Samen, der sich an diesen Stellen auch zu Keimpflanzen entwickelt. In Raivola wurde in M-, OM-, OT-Siedelungen das Auftreten von *Solidago*-Keimpflanzen besonders im Auge behalten. Diese waren recht selten, — nur um Blütensprosse aus dem vorigen Jahre, die spärlich auftreten, fanden sie sich (Fig. 64). Die hauptsächlichste Ursache zur Spärlichkeit derselben in diesen Wäldern ist also doch das nur vereinzelte Blühen. Auf Heiden mit *Hyloco-*

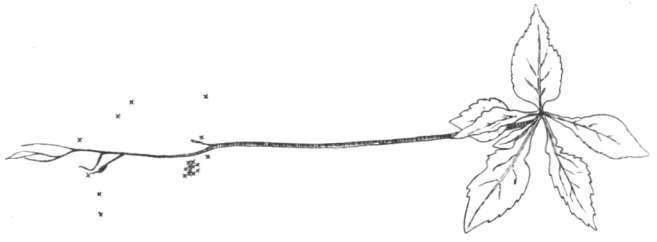


Fig. 64. *Solidago virgaurea* (von oben gesehen): Das typische Auftreten von Keimpflanzen um den vorjährigen Blütenstengel. Raivola.

miaceen-Decke verhindert auch die Moosdecke die Bildung von Keimpflanzen. Da *Solidago* dessenungeachtet häufig ist, so muss eine vegetative Vermehrung stattfinden und die Lebenszeit der Individuen lang sein. Auf Schlägen, wo das Moos verschwunden ist und *Solidago* mit reichlicher Blütenbildung auftritt, sind auch die Keimpflanzen reichlich, so dass die hauptsächliche Verbreitung an solchen Stellen vor sich gehen dürfte. Auf den Heiden von Suojärvi wurde als charakteristisch festgestellt, dass die *Solidago*-Individuen in alten Siedelungen in Reihen nacheinander auftreten. Möglicherweise rührt dies zum Teil von vegetativer Verjüngung her (siehe Fig. 65).

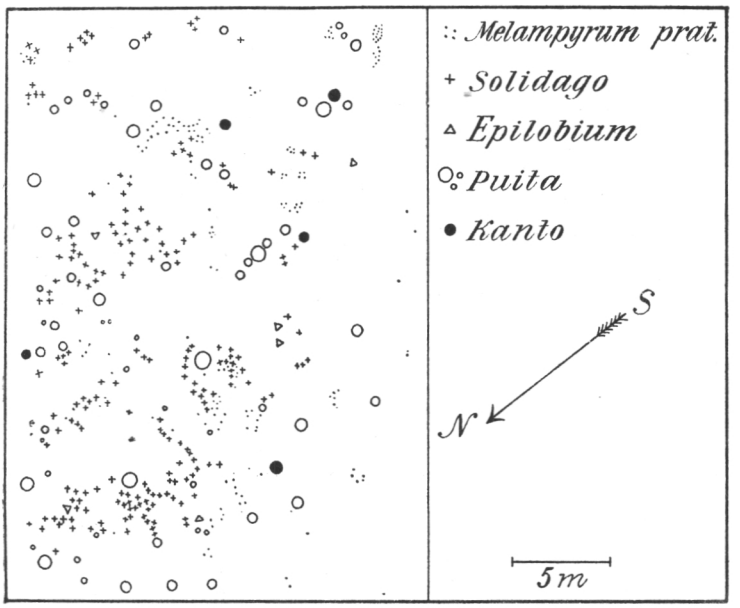


Fig. 65. Karte über die Vegetation auf einem MT-Kiefern—Fichtenbestand. Puita = Bäume, Kanto = Baumstumpf.

Verbreitung und Auftreten: Solidago ist eine ausserordentlich häufige Waldpflanze in allen Untersuchungsgebieten ausser an der österbottnischen Küste. Dort kam sie nur in ein paar Hainen und ausserdem an kulturbeeinflussten Stationen vor. Weiter von der Küste entfernt war sie gewöhnlicher. Da *Solidago* in dem Untersuchungsgebiet deutlich Brandkulturböden und hainartige Wälder bevorzugt, erscheint es natürlich, dass ihre allgemeine Spärlichkeit in Österbotten aus der Schwäche dieser Faktoren daselbst resultiert. Interessant ist zu konstatieren, dass diese Art nach Palmgren (1922, S. 108) auf Ahvenanmaa in Nadelwäldern nur ausnahmsweise

begegnet. Hier lässt sich also noch eine offenbare Analogie zwischen der Waldvegetation von Österbotten und Ahvenanmaa im Gegensatz zur mittelfinnischen wahrnehmen.

Solidago trat reichlich besonders auf frischen Waldböden auf (MT, OMT, PyT, OT, AT), wo ihre Frequenz auf den Probeflächen oft 4—6, in ein paar Fällen 7 war. Auf mässig trockenen Heideböden (VT) ist sie ab und zu spärlich (1 oder weniger), die trockensten Heideböden (CT) meidet sie völlig. In ein paar Fällen wurde konstatiert, wie sie anmoorige, *Polytrichum*-reiche Flecken beiseite lässt, in vielen Fällen weiterhin, dass sie nicht so weit auf Moor geht wie z. B. *Pyrola secunda*. Gleichwohl begegnete sie in üppigen Brüchern an Bülten. In alten lichten Fichtenbeständen auf fruchtbaren Böden kommt sie gut fort; auf einer derartigen Probefläche (DrMT) blühte sie ziemlich reichlich. Unter Birke und Espe ebenso wie unter Lärche gedeiht diese Art gut. *Solidago* gehört zu den Arten, die sich in dichten reiserlosen und spärlich krautbestandenen mittelalten Fichtenwäldern bis zuletzt (freilich steril) behaupten (siehe z. B. Fig. 55). Ihr Spärlicherwerden in hohem Alter in Wäldern auf magerem Boden dürfte somit vornehmlich aus den schlechten Ausbreitungsmöglichkeiten in diesen wegen Samenmangels resultieren.

Cornus suecica L.

Ihrem *Bau* nach ist diese Art ein typisches Rhizomgewächs, das sich mit Hilfe langer, unterirdischer Rhizome verjüngt und ausbreitet. Auf einer österbottnischen Uferwiese habe ich an mehreren Stellen auch Keimpflanzen der Art angetroffen. *C. suecica* ist in den Untersuchungsgebieten ungleichmässig verbreitet. In Österbotten kommt sie reichlicher in Uferwäldern sowie

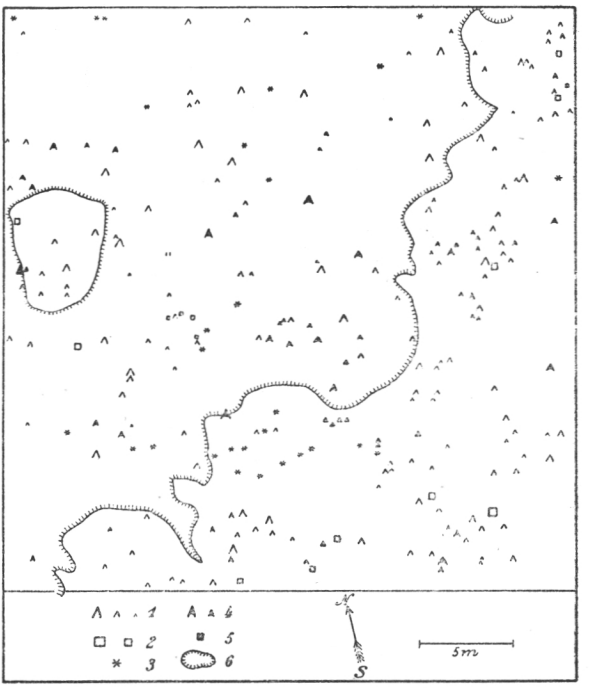


Fig. 66. Fleckengrenze von *Cornus suecica*. Kalajoki. 1 = *Picea excelsa*, 2 = *Betula alba*, 3 = *Juniperus communis*, 4 = *Picea excelsa*, tote, 5 = *Betula*, tote, 6 = *Cornus suecica*-Flecke.

ausserdem vornehmlich an den Ufern grösserer Seen vor. In der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien trat sie auch in einigen Untersuchungsgegenden auf. In den übrigen Gebieten fehlt die Art vollständig. Ihrem *Vorkommen* nach ist *C. suecica* mehr eine Pflanze der Heidebrücher als der Heiden, obgleich sie auch in Meeresuferhainen (LT) sowie mitunter in den angrenzenden Fichtenbeständen auf frischem Boden (OMT), besonders in feuchten Senkungen, somit als Edaphid, anzutreffen war. Die Art tritt in deutlich abgegrenzten, oft recht umfangreichen Flecken in Nadelbaumwäldern und Brüchern auf (Fig. 66), wo eine Samenverjüngung nur noch sehr wenig stattfindet und auch das Blühen oft schwach ist. Der Abstand zwischen den Assimilationssprossen beträgt nur ca. 30—60 cm, so dass die Art dort, wo sie auftritt, ziemlich reichlich und die Fleckenbildung deutlich zu konstatieren ist.

Einteilung der Waldpflanzen in ökologisch-biologische Gruppen unter Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen.

In dem obigen Bericht über die Beobachtungen in bezug auf einzelne Arten konnten nur einige der wichtigsten auf den Probeflächen angetroffenen Pflanzenarten genauer behandelt werden. Es wurde jedoch versucht, die Beispiele auch nach dem Gesichtspunkt auszuwählen, dass in ihren biologischen Verhältnissen differierende Arten zur Vertretung kamen. Aber sogar eine geringere Vertrautheit mit den biologischen Eigenschaften der einzelnen Arten führt zu der Überzeugung, dass fast jede Art ihre speziellen biologischen Eigenschaften hat, die sich bei keiner zweiten Art genau wiederholen. Gewöhnlich ist es auch, dass sich eine Art in einer Eigenschaft näher an diese, in der anderen Eigenschaft näher an jene Gruppe anschliesst. Jedoch lässt sich bereits bei Musterung der aufgeführten Beispiele feststellen, dass es bestimmte Eigenschaften gibt, die einander in mehreren Fällen begleiten. Vergleicht man z. B. *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idaea*, *Trientalis* und *Majanthemum* untereinander, so kann man konstatieren, dass ihnen bei aller Verschiedenheit in gewissen Beziehungen eine intensive vegetative Verjüngung und Ausbreitung mit Hilfe von Rhizomen gemeinsam ist, während ihre Samenverjüngung sich als schwach erweist. Vergleicht man andererseits *Calluna*, *Aretostaphylos* und *Potentilla tormentilla* untereinander, so lässt sich feststellen, dass die vegetative Vermehrung und Ausbreitung bei ihnen allen viel schwächer ist als bei den Arten der vorigen Gruppe, dagegen spielt die Samenverjüngung eine wichtige Rolle. Die erstgenannten Arten sind ständige Waldpflanzen, die letztgenannten bevorzugen offene Waldbrand- und Brandkulturflächen. Es ist offenbar, dass die erwähnten biologischen Eigenschaften die Arten in diesem Falle zu recht natürlichen Gruppen verbinden.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, hat sich im Verlaufe der Untersuchungen, bei denen Leben und Entwicklung von Pflanzen und Pflanzenvereinen in der Natur verfolgt wurde, gezeigt, dass

vom Gesichtspunkt der Zusammensetzung der Pflanzenvereine folgende biologische Eigenschaften zu den wichtigsten gehören: 1. das Alter der Individuen, 2. die Verjüngungs- und Ausbreitungsweise, 3. die Fähigkeit zur Ertragung verschiedengradiger Beschattung und 4. verschiedengradiger Trockenheit, 5. das Verhältnis zu den einzelnen Bodenarten, 6. die Ansprüche an den Nährstoffreichtum in der Wachstumsunterlage und 7. das Verhältnis zu anderen Pflanzenarten. Überdies könnte man erwähnen z. B. die Höhe der Blätter und Blüten der Pflanze vom Boden aus, die Wuchs- und Blütezeit und andere Umstände. Um ein Gesamtbild von den Waldpflanzen des Gebietes unter diesen ökologisch-biologischen Verhältnissen zu erhalten, werden im folgenden sämtliche Arten der Probeflächen von diesem Gesichtspunkt aus einer kurzen Musterung unterworfen und gruppiert. Wegen der Kürze der folgenden Darstellung war es nicht möglich, die Angaben genügend mit Literaturhinweisen zu vervollständigen. Bezüglich der meisten folgenden Arten sei vor allem auf LINKOLAS und PALMGRENS Arbeiten verwiesen.

Was das Alter der Individuen bei den einzelnen Arten betrifft, so schwankt es bedeutend. Kurzlebige, höchstens zweijährige Pflanzenarten trifft man unter den eigentlichen Waldpflanzen überaus spärlich. Die wichtigsten von ihnen sind die oben besprochenen *Melampyrum*-Arten, zu deren Auftreten die wichtigste Ursache ist, dass ihre Samen auch auf dichten Moosrasen keimen und sich entwickeln können. Auf den Probeflächen begegneten ausserdem folgende, höchstens 2-jährigen Pflanzenarten:

Anthoxanthum odoratum auf ca. 25 Probeflächen von jungen, offenen Brandkulturflächen und Schlägen, häufig cfr.; als Edaphid einzelne Individuen auf Rindermist und an Wegrändern.

Agrostis spica venti ein paarmal auf 1-jährigen offenen Brandkulturflächen.

Poa annua einmal auf einer 1-jähriger offener Brandkulturfläche, oft auf Pfaden.

Secale cereale einmal auf 1-jähriger Brandkulturfläche reichlich.

Polygonum aviculare ein paarmal auf Mist. Ursprünglich an Meeresufern.

P. dumetorum einmal in trockenem Hain auf Abhang.

Sagina procumbens (meistens jedoch perenn, siehe SYLVÉN 1916, S. 306) einmal auf junger, offener Brandkulturfläche, einmal auf Stein daselbst. Ursprünglich an Meeresufern; nach LINKOLA auch an den Ufern des Ladogasees.

Cerastium triviale (kann auch perennieren, siehe SYLVÉN 1916, S. 300, LINKOLA 1922, S. 203) auf offenen Brandkulturflächen, besonders auf beweideten (Keimpflanzen oft auf diesen festgestellt), in jungen Brandkulturlaubwäldern; einigemale pc. auch in älteren.

Scleranthus annuus auf beweideter, offener Brandkulturfläche einmal.

Spergula arvensis einmal auf Schlag.

Stellaria media dreimal als Edaphid auf Mist; einmal in Hain an einer Stelle, einmal auf Pfad in Hain.

Potentilla Norvegica dreimal auf 1—2-jähriger Brandkulturfläche, auch Keimpflanzen cop. Die Art ist nach LINKOLA ursprünglich auf den Lehmbodenständern des Ladogasees.

Stenophragma thalianum einmal auf Schlag auf Saatplättchen. Ursprünglich wurde sie auf Felsen auf Verwitterungsschutt beobachtet (vgl. LINKOLA 1921, S. 297).

Geranium Robertianum einmal in Hain auf grösseren Steinen.

Impatiens noli tangere einmal auf sehr feuchtem Boden in Hain (FT) cop.

Viola tricolor (kann auch perenn sein, siehe LINKOLA 1922, S.154) auf fruchtbarer, offener Brandkulturfläche einmal pc., einmal auf VT-Verjüngungsfläche 1 Individuum. Sie wurde in den Untersuchungsgebieten als ursprüngliche Felsenpflanze mehrerorts beobachtet.

Myosotis intermedia in Lärchenforst, der auf offener Brandkulturfläche angepflanzt ist, in Punkaharju.

Galeopsis tetrahit einigemale in Hainen, besonders auf grösseren Steinen (AT, LT); in jungen Brandkulturwäldern auf Hainboden pc; Keimpflanzen cop. bemerkt.

Veronica verna einmal auf 2-jähriger offener Brandkulturfläche mit Keimpflanzen. Ursprünglich auf Verwitterungsschutt auf Felsen.

Euphrasia officinalis ein paarmal auf junger Brandkulturfläche. Ursprünglich an Ufern und auf Felsen.

Rhinanthus major ein paarmal auf jungen, offenen Brandkulturflächen. Ursprünglich auf Meeresuferwiesen.

Rh. minor einmal auf beweideter, offener Brandkulturfläche. Ursprünglich am Meeresufer.

Melampyrum nemorosum einmal auf trockenem Hainboden.

Campanula patula einigemale auf jungen offenen Brandkulturflächen, auf denen auch Keimpflanzen konstatiert wurden. Einigemale in jungen Wälder auf Brandkulturflächen pcc., ± ster.

Erigeron acris dreimal auf junger, offener Brandkulturfläche.

Cirsium lanceolatum einmal Keimpflanzen auf zweijähriger offener Brandkulturfläche.

C. palustre in Hain (AT) ein paarmal, einmal in (FT-) Lärchenbestand.

Lampsana communis auf sehr fruchtbarem Hainboden (AT) einigemale cfr. (Pötsövaara). Es ist möglich, dass die Art in den Hainen der Umgebung von Sortavala ursprünglich ist.

Der grösste Teil dieser kurzlebigen Pflanzenarten gehört zu den gewöhnlichsten Unkrautarten des Gebietes. Nach den Untersuchungen LINKOLAS kommt etwa die Hälfte dieser nur als Anthropochoren in Ladoga-Karelien vor. Die natürlichen Standorte der ursprünglichen sind nach LINKOLA freie Ufer und Felsen. Behält man das ganze Untersuchungsgebiet im Auge, so verändern sich diese Verhältnisse fast nur in der Weise, dass einige Anthropochoren zu den ursprünglichen Pflanzen, besonders zu den Meeresuferarten

hinzutreten. Auf den Probeflächen begegneten kurzlebige Arten vornehmlich auf jungen, offenen Brandkulturflächen, auf denen die Pflanzendecke noch nicht geschlossen ist und der Nährstoffreichtum des Bodens an der Oberfläche noch bedeutend sowie die Lichtzufuhr reichlich ist. Die eigentlichen Waldpflanzen, die die obige Liste umfasst, gehören den frischen oder feuchten Hainböden zu *(Geranium Robertianum, Impatiens noli tangere, Polygonum dumetorum)*. Wie die offenen Brandkulturflächen haben auch diese Hainböden die spezielle Eigenschaft, dass der für das Keimen der Samen geeignete Boden zwischen den Pflanzen ± nackt ist, ein Umstand, der zweifellos von hoher Bedeutung für diejenigen kurzlebigen Arten ist, die sich jährlich aus Samen erneuern müssen. Die biologische Gleichwertigkeit dieser beiden Standorte erkennt man auch daraus, dass eine Reihe Arten existieren, die an beiden gut fortkommen. Derartige sind in dem Verzeichnis z. B. *Cerastium triviale, Galeopsis tetrahit, Lampsana communis.*

Der bei weitem bedeutendste Teil der Pflanzenarten auf den Probeflächen ist v i e l j ä h r i g. Zu den Übergangsarten von den ersteren zu den ihrem Alter nach unbegrenzten Pflanzenarten sind Warmings pleio- oder polyzyklische Pflanzenarten zu rechnen, deren Individuen mehrere Jahre zu ihrer Entwicklung fordern, aber bald nach dem Blühen absterben. Derartige Arten sind *Cirsium palustre* (am öftesten), *Chaerophyllum silvestre* und *Angelica silvestris*. Gleichwohl bilden sich an dem Wurzelhals von *Chaerophyllum* Keimknospen, durch die vegetative Verjüngung erfolgt (siehe Warming 1890, S. 43). Nach Brundin (1898, S. 33) ist auch *Angelica* sehr oft eine perenne Art. *Chaerophyllum silvestre* ist in den Untersuchungsgebieten eine echte Hainpflanzenart, die reichlich besonders in *Aconitum*-Hainen und Meeresuferhainen sowie in den Lärchenhainen (OT) von Raivola und Punkaharju angetroffen wurde. Da diese Art verhältnismässig spärlich blüht, muss wohl die erwähnte vegetative Verjüngung von Bedeutung sein. Jedoch wurden auch Keimpflanzen reichlich bei den Individuen angetroffen, die geblüht hatten. *Angelica silvestris* ist gewöhnlich und tritt auf insgesamt 34 Probeflächen auf. Sie ist nicht so anspruchsvoll wie die vorige und kommt z. B. auf anmoorigem Boden (in Brüchern) noch gut fort. Jedoch geht auch *Angelica* nicht auf trocknere Heidewaldböden (MT, VT usw.), sondern konzentriert sich in Hainen und hainartigen Wäldern (z. B. für PyT-Siedelungen charakteristisch), wo ihre Frequenz 2 oder weniger war, selten 4. *Angelica* war fast stets nur steril auf den Probeflächen, so dass es schon deshalb wahrscheinlich ist,

dass die Art unter solchen Verhältnissen perenn ist. Wird der Wald gehauen, so blüht sie reichlich, und wenigstens in Meeresuferhainen habe ich grosse Mengen von ihren Keimpflanzen gesehen, aber in denselben sind denn auch die Individuen regelmässig nach dem Blühen völlig abgestorben.

Der bei weitem grösste Teil der Waldpflanzenarten des Gebietes gehört zu den ihrem Alter nach unbegrenzten, dauernden oder pollakanthen (perennen) Pflanzenarten. Nimmt man die Verjüngungs- oder Verbreitungsorgane zur Einteilungsgrundlage, so kann man unter Verwendung der Einteilung von WARMING (1890, S. 21) die Waldpflanzen in solche Pflanzenarten, die an Ort und Stelle bleiben, und solche, die vegetativ wandern, gruppieren. Zur ersteren Klasse werden also solche Arten gerechnet, die nur durch Samenverjüngung neue Lokale erobern und grössere Reichlichkeit an den Lokalen erlangen können, jedoch viele Jahre hintereinander blühen und Samen produzieren. Zu dieser Gruppe kann man folgende auf den Probeflächen aufgetretenen Arten zählen:

Athyrium filix femina, häufig auf feuchten Hainböden, oft als vorherrschendes Kraut in geschlossenen Beständen. Auf trockneren Hainböden nur einzelne kümmerliche Individuen. Prothallien waren an den Wurzeln umgestürzter Fichten auf frischer Humuserde und an der Seite morscher Stümpfe zu finden. In Raivola zeigten sich ausser an den genannten Stellen auch auf Fruchtkörpern von *Polystictus Schweinitzii* auf der Erde Prothallien, teilweise mochten die Prothallien auch der folgenden Art zugehören. Diese Art bildet wie auch die folgenden kurzrhizomigen *Polystichum*-Arten Bülten, die einen guten Standort z. B. für *Oxalis* abgeben.

Polystichum spinulosum ist von den grösseren Farnen des Gebietes am wenigsten anspruchsvoll, abgesehen von der xerophileren Art *Pteris;* es trat auf ca. 40 Probeflächen auf. An mehreren Stellen ist es darum höher hinauf auf die Heide geklettert als die vorhergehende Art. In den in Punkaharju untersuchten Brandkultur-Grauerlenbeständen auf frischem Hainboden, wo gegenwärtig die Hauptart der Oberflächenvegetation *Aera caespitosa* ist, finden sich reichlich kleine *Polystichum spinulosum-* und auch *Athyrium filix femina-*Individuen, sowie auf frischem, beschattetem Hainmull auf normaler Bodenfläche reichlich Farnprothallien (Frequenz 2). Es hat somit den Anschein, als ob diese Arten erst in der Ausbreitung auf diese Probeflächen begriffen wären. Ich habe bereits früher die langsame Ausbreitung der Farne nach den Meeresuferhainen erwähnt (1924, S. 92—93, 97—98). An der Langsamkeit tragen zweifellos die Verjüngungsschwierigkeiten die Hauptschuld, wahrscheinlich auch das Bedürfnis einer dicken Humusschicht.

P. dilatatum. Auf 9 Probeflächen; auf den besten feuchten Hainböden (AT, FT) oft vorherrschendes Kraut allein oder in Gesell-

schaft von *Athyrium filix femina*. (*P. spinulosum* ist an solchen Lokalen im allgemeinen spärlicher.)

P. filix mas trat nur in der Gegend von Sortavala reichlich auf den Probeflächen in *Aconitum*-Hainen (in ein paar war die Frequenz 3) sowie in trockneren Hainen auf Verwitterungsabhängen, — wohin die vorstehenden Arten nicht gehen —, freilich viel spärlicher auf.

Botrychium lunaria einmal 1 Indiv. in *Aconitum*-Hain, einmal in mittelaltem *Larix europaea*-Brandkulturwald (MT).

B. ternatum einmal in jungem PyT-Birkenbestand 2 Indiv., in jungem FT- *(Aera caespitosa-)* Erlenbestand auf Brandkulturboden ein paar Individuen. Nach LINKOLA ist sowohl dieses als das vorige stark apophytisch.

B. virginianum. 3 Indiv. in *Aconitum*-Laubbaumhain in Kirjavalahti.

Picea excelsa (wird später genauer beschrieben werden). In Nordfinnland gehört die Fichte nach den Untersuchungen von HEIKINHEIMO oft zu den sich vegetativ vermehrenden und ausbreitenden Pflanzenarten, indem sie sich durch Zweigschösslinge verjüngt. In den in Rede stehenden Gebieten hat die Zweigverjüngung der Fichte eine sehr geringe Bedeutung. Die Wälder sind in Süd- und Mittelfinnland so dicht, dass die unteren Zweige der Fichte aus Lichtmangel absterben und so keine vegetative Ausbreitung bewirken können, wie dies in Ausnahmefällen z. B. auf halboffenen Felsen geschieht. Als Holzart, die auch starke Beschattung verträgt, vermag die Fichte im Schatten aller übrigen finnischen Holzarten zu wachsen. Ihren Keimpflanzen und Jungpflanzen begegnet man mehr oder weniger reichlich auf fast allen Probeflächen frischen Bodens (ihre Frequenz war jedoch meist nur 1 oder weniger, nach guten Samenjahren unter günstigen Verhältnissen jedoch ausserordentlich gross). Üppige Grasvegetation verhindert die Entwicklung der Jungpflanzen (vgl. PALMGREN 1915, S. 141—). Nach offenen Böden, besonders Brandflächen, breitet sich die Fichte, wie HEIKINHEIMO (1915) gründlich auseinandergesetzt hat, langsam aus. Mit der Fähigkeit, Schatten zu ertragen, verbindet die Fichte eine überaus zähe Lebenskraft. Ihre Jungpflanzen vermögen sich in starkem Schatten Dutzende von Jahren in Kniehöhe zu behaupten (z. B. auf einigen Probeflächen in Punkaharju). Nach Fällung der beschattenden Bäume können sich solche »Jungpflanzen» sehr wohl zu normalen Bäumen entwickeln (siehe SCHOTTE, 1924). — Infolge derartiger biologischer Eigenschaften verdrängt die Fichte, wie bekannt, besonders auf frischem Boden alle übrigen auf dem Gebiet vorhandenen Holzarten. Besonders die Brandkultur hat jedoch ihr Vorherrschen in dem Gebiete stark eingeschränkt.

Pinus silvestris (genauere Behandlung einer späteren Publikation vorbehalten). Ist ihren biologischen Eigenschaften nach bekanntermassen in vieler Beziehung das Gegenteil der Fichte: ein das Licht suchender Baum mit kurzer Krone, der sich schnell nach offenen Hiebs- und Brandflächen verbreitet. Im Schatten anderer Holzarten verkümmert und verdorrt sie viel leichter als die Fichte. Kraut- und Grasvegetation gegenüber ist sie (ihre Keimpflanzen) noch schwächer als die Fichte. Ihre Keimpflanzen fanden sich auf den

Probeflächen vor allem auf trockenen Heideböden (ClT, CT, VT), abgesehen von Brandkultur-, Brand- und Hiebsflächen, wo Keimpflanzen auch auf fruchtbarem Boden oft recht reichlich anzutreffen waren. Kiefernpflanzen treten auf moosreichen Heiden erst dann auf, wenn die Moosdecke z. B. durch Winde und Sonnenglut (auf Hiebsflächen) oder Waldbrand zerstört wird. Die Kiefer ist in dem Gebiete dominierend auf trockenen Heideböden (ClT, CT, VT — auch auf Reisermooren), infolge von Kultureinflüssen in hohem Masse auch auf frischen Heideböden.

Juniperus communis. Kam auf 50 Probeflächen vor. Besonders reichlich u. a. auf den Sandheiden von Veikkola, vor allem auf frischeren Böden (MT, OMT). In der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien war er oft spärlich auf den Heiden, bildete aber in dem Grenzgebiet von Heide und Moor eine Buschzone von einigen Metern Breite mit *Salix aurita.* Ist häufig in den Uferhainen des Bottnischen Meerbusens. Verbreitet sich dort vor der Fichte nach den Landhebungsflächen, stirbt aber schnell weg, sobald die Fichte nachgedrungen ist (siehe Fig. 5 und 67). — Verjüngt sich lediglich mit Hilfe der kräftigen Keimpflanzen, deren mehrere Exemplare auf 12 Probeflächen angetroffen wurden. An ihrem oft sporadischen Auftreten mögen die Vögel schuld tragen.

Larix sibirica begegnet nur kultiviert, kommt aber ausgezeichnet in Kulturen fort, produziert keimfähigen Samen und hat sich daraus auch einigermassen in die Umgebung der Kulturgebiete ausgebreitet. Auf meinen Probeflächen begegneten in Raivola und Punkaharju in Lärchenbeständen auf dem von den herabgefallenen Nadeln gebildeten halbfaulen Humus recht reichlich Keimpflanzen der Lärche, kaum jedoch 2-jährige oder gar noch ältere Jungpflanzen. Das Absterben der Keimpflanzen, an denen sich ausser den Keimblättern kaum andere Blätter entwickeln, erfolgt bereits mitten im Sommer, und zwar geht es von der Wurzel des Keimes aus, welche sich braun färbt und verfault, während Stiel und Blätter bis zuletzt grün bleiben. Wahrscheinlich ist der von einer dicken, halbfaulen Blätterschicht bedeckte Boden eine ungeeignete Wuchsstelle für die Lärchenkeime. (Die Keimpflanzen von z. B. *Picea excelsa* kommen allerdings ziemlich gut darauf fort.)

Von *L. europaea* fanden sich in ca. 40-jährigem schönen Kulturbestande in Punkaharju unterhalb des Hauptbestandes ziemlich reichlich Keimpflanzen (Fq. 2.5) sowie ein paar mehrjährige Pflanzen. Neben der Probefläche war eine Feuerstätte, wo wenigstens 33 Exx. mindestens 30 cm hoher *L. europaea*-Pflanzen auftraten. Auch bei dieser Art starben wie bei der vorigen die Keimpflanzen auf der Probefläche ab. Offenbar ist die verbrannte Bodenfläche eine Grundlage, auf der die jungen Lärchenpflanzen ihr Wachstum gut fortsetzen können.

Abies pichta. Mehrere schöne jüngere Kulturen fanden sich von dieser ausländischen Art auf meinen Probeflächen in Punkaharju. Die Krone ist bei allen Bäumen recht lang, und die untersten Äste haben in einigen Fällen, nachdem sie zum Boden herabgedrückt waren, Wurzel gefasst und sich stammartig mit der Spitze als Zweigsprösslinge aufwärts gewandt. Keimpflanzen waren in Beständen,

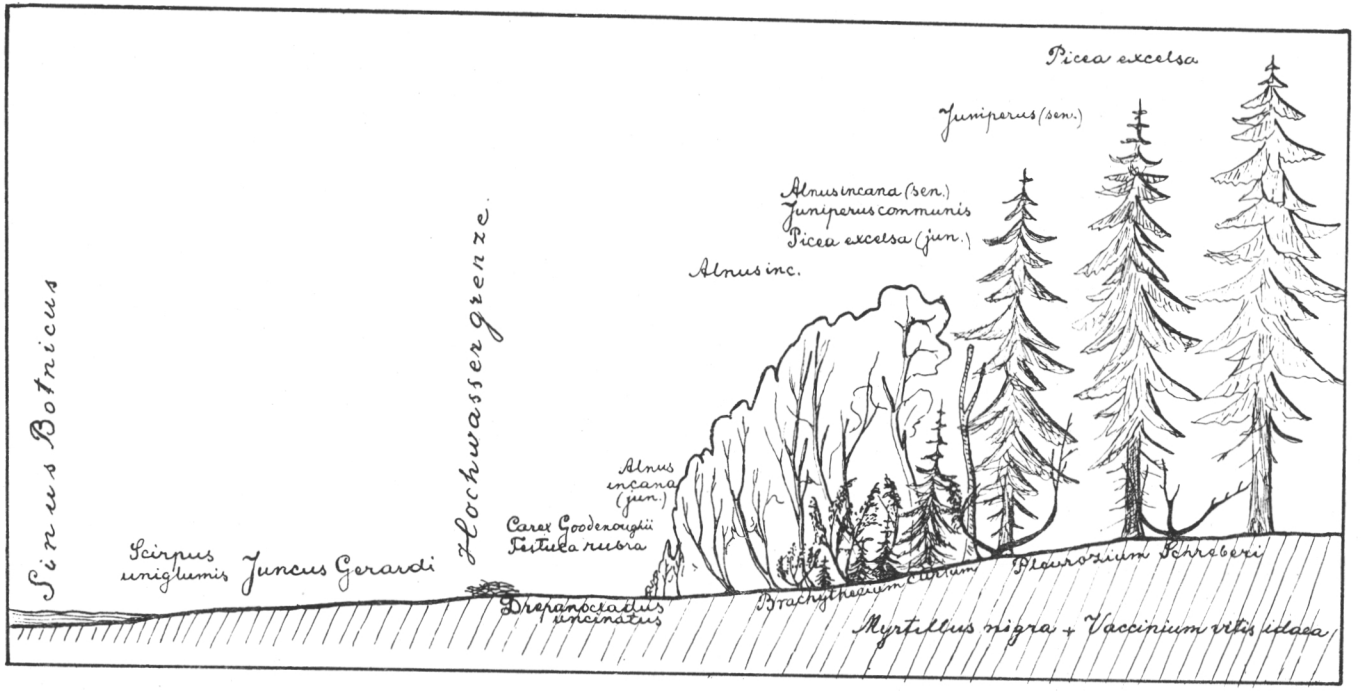


Fig. 67. Profil des Waldrandes auf dem Landhebungsufer des Bottnischen Meerbusens. Die Sukzessionsfolge dominierender Pflanzenarten zeigend. Kälviä, Peitso.

die im Besamungsalter waren, regelmässig vorhanden, und sie scheinen bei dieser Art in geschlossenen Wäldern mindestens ebenso entwicklungsfähig zu sein wie die von *Picea excelsa;* mehrjährige Jungpflanzen waren nämlich sowohl unter *A. pichta* selbst wie in den benachbarten Beständen gewöhnlich.

Nardus stricta ein paarmal pcc. auf offener Brandkulturfläche, einmal auf Pfad, ein paarmal sporadische Individuen auf Heideboden am Meeresufer in Österbotten.

Aera caespitosa s. S. 63.

Festuca ovina auf 30 Probeflächen; in der Hauptsache auf trockenen Heideböden (VT, CT) in einzelnen Bülten. Wird der Wald gelichtet, so kann sich *F. ovina* (z. B. in Veikkola) reichlich, jedenfalls auf Hutungen, verbreiten; z. B. auf trockener (VT) Heide um die Kirche von Himanka herum war sie sehr reichlich auf der Fläche, wo die Kirchenbesucher ihre Pferde hielten, ebenso war sie an den Seiten der Landstrasse und der Fahrwege auf denselben Heiden reichlich, fehlt aber fast völlig weiter nach dem Waldesinnern zu. Wächst am liebsten an reiserlosen Stellen. Jungpflanzen daselbst an mooslosen Flecken reichlich konstatiert.

Carex leporina einigemale pc. auf jungen Brandkulturflächen und einmal auf einer Hiebsfläche, wo sie von Keimpflanzen umgeben war. Ursprünglich nach Linkola (S. 216) eine Uferpflanze.

C. Persoonii auf 9 Probeflächen; gewöhnlich in den Uferhainen des Bottnischen Meerbusens in einzelnen Bülten auf moosfreien Stellen, Pfaden u. a.; in den Lärchenbeständen von Raivola pc.; in Punkaharju auf reiserloser Fläche auf VT-Heide pcc., im europ. Lärchenbestand 1 Indiv.

C. pallescens trat in Abständen von ca. 10 m in einem AT-Laubbaumhaine auf; sonst nur als einzelne Brandkulturrelikte, als Wegrandedaphide oder auf Hiebsflächen frischer Waldböden. Stets fertil. Kommt in ursprünglichen Nadelwäldern nicht fort.

C. ericetorum auf den Sandheiden von Veikkola sehr spärlich, reichlicher jedoch an den Rändern von Landstrassen, wie *Thymus serpyllum* und *Festuca ovina.*

Luzula multiflora coll. Auf noch baumlosen Brandkulturböden (auch Jungpflanzen reichlich konstatiert), in jungen Brandkulturwäldern sowie auf Hiebsflächen. Stets cfr., Frequenz sehr gering. Die Art *L. pallescens* nach Linkola ursprünglich an den Ufern des Ladogasees. Trat in Veikkola als Edaphid auf dem von einem entwurzelten Baume blossgelegten Boden auf MT-Heide auf.

Orchis maculatus. Beobachtungen von 37 Probeflächen. Besonders häufig in Ladoga-Karelien, — sehr spärlich an der Küste von Mittelösterbotten und in den Lärchenhainen von Raivola. Auf frischen Waldböden (OMT, PyT) spärlich und oft steril, häufig auf anmoorigen Böden (in Brüchern). In *Aconitum*-Hainen fand sich *fo. concolor.* Auf trockneren Böden begegnet diese Art oft auf noch offenen Brandkultur- und Brandflächen. Sich vegetativ verjüngend, erhält sie sich auf ihnen auch in älteren Wäldern in einzelnen Individuen lange ± steril.

Gymnadenia conopea einmal in Brandkultur-Birkenbestand auf Lehmboden pcc. Nach Linkola (1921, S. 243) ursprünglich in Hainbrüchern und auf Quellmooren sowie in AT-Hainen.

Platanthera bifolia. Besonders häufig in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien, fehlt im Küstengebiet von Mittelösterbotten. Auf frischen Heideböden (OMT) in einzelnen Individuen, u. a. gern in Birkenbeständen, sehr selten an trockneren Stellen (MT, VT), abgesehen vielleicht von trockenen Hainen. Wie andere anspruchsvolle Arten bemerkt man sie auf den Fichtendickicht-Heiden von Suojärvi nur am unteren Rande an der Grenze des Bruches.

Epipactis latifolia. Einmal in AT-Hain bei Sortavala; in Punkaharju auf OMT-Hiebsfläche und in Brandkulturwald sowie in *Aegopodium*-Hain in einzelnen Individuen. Obgleich die Art in einzelnen Individuen begegnet, wurde die Beobachtung gemacht, dass sie in einigen Gegenden, wie gerade Punkaharju, sowie an einigen Orten in der Umgebung von Heinola recht gewöhnlich ist, während sie auf weiten Gebieten anderswo völlig fehlt. Dasselbe ist von mehreren *Orchideen* zu sagen. Es ist wahrscheinlich, dass die speziellen Forderungen bei der Befruchtung (die schweren wenigen Pollinien!) die Existenz aus vielen Individuen zusammengesetzter Kolonien bedingen.

Coeloglossum viride in Vesijako in *Aegopodium*-Hain mehrere Individuen und in Haapamäki-Pyhäjärvi in OMT-Fichtenbestand ein paar Indiv., häufig daselbst in hainartigen jungen Laubwäldern auf Brandkulturböden.

Malaxis monophyllos 1 Indiv. in *Aconitum*-Laubholzhain in Kirjavalahti.

Betula alba (genauere Behandlung bleibt einer besonderen Publikation vorbehalten). Wichtigster Laubbaum des Gebietes, besonders auf Waldbrand- und Kulturböden (Brandkultur-, Hiebs- u. a. Flächen) bildet er ziemlich umfangreiche reine Bestände, die jedoch auf frischen Böden allmählich von der Fichte verdrängt werden.

Alnus glutinosa (siehe KUJALA, 1924).

Corylus avellana. Im Lärchenhain von Raivola beim offenen Ufergebiet ein alter Busch. Gelegentlich der Untersuchung der Verjüngungsverhältnisse der edlen Laubbäume im Sommer 1922 konstatierte ich in der Gegend von Tampere, in Asikkala, Hollola und bei Helsinki verschieden alte Samenpflanzen von *Corylus* an zahlreichen Stellen bei den Mutterbüschen an ± ursprünglichen Standorten in Hain- und Halbhainsiedlungen.

Salix pentandra. Auf Probeflächen nur in Mittelösterbotten in Meeresuferhainen, gewöhnlich in einzelnen Individuen, und in Vesijako in einem jungen Brandkulturwald auf Hainboden als domierender Baum aus Stocklohden. Wenn auch ziemlich häufig über die Gebiete verbreitet, ist diese Art doch recht spärlich.

Salix caprea war die gewöhnlichste und einzige allgemein auftretende Weidenart auf den Probeflächen. Gewöhnlich trifft man davon nur kümmerliche Schösslinge, bei denen es sich um Stammschösslinge handeln dürfte (siehe HEIKINHEIMO 1915, S. 181). Auf trockenen Heiden ist *S. caprea* selten; auf üppigen Böden (OMT, Haine) dagegen traten einzelne baumartige, samenproduzierende Individuen, besonders in Laubmischwäldern (Brandkulturwäldern), Meeresuferhainen und an Bruchrändern auf.

S. aurita bildet in Suojärvi mit Wacholder an der Grenze von Moor und Heide eine charakteristische, ca. 5—10 m breite Gebüsch-

Bruchzone. Vielleicht die häufigste Weidenart Süd- und Mittelfinnlands, die sich jedoch nur selten als Edaphid auf nicht anmoorigen Waldboden verirrt.

S. livida einmal in (VT) Jungbestand 1 Indiv., ein paarmal auf frischem Boden in jungem Brandkulturwald, reichlich auf einer PyT-Probefläche (möglicherweise ein Brandkulturrelikt).

S. phylicifolia, auf den Probeflächen nur in Meeresuferhainen vereinzelte Individuen (an den Ufern und auf Moorbödenwiesen äusserst gemein).

S. repens in den Uferwäldern von Österbotten oft reichlich auch unter geschlossenem Kiefernwald. Trat so auf einer VT-Probefläche nahe dem Ufer in den Zwischenräumen von Bülten, die mit reliktischen *Carex*-Teppichen bedeckt waren, auf.

Ulmus montana auf den Probeflächen nur in *Aconitum*-Hain in Kirjavalahti am Härkälampi ein grosser samenproduzierender Baum sowie zahlreiche 1—7 cm dicke jüngere Bäume und reichlich Samenpflanzen (Frequenz 4.5).

Rumex acetosa. Nach LINKOLA (S. 262) ursprünglich in Ladoga-Karelien auf einigen Mooren der Braunmoorgruppe, möglicherweise auch in Farnhainen. Auf den Probeflächen 12 mal; ursprünglich in LT-Meeresufer-Erlenbeständen, ausserdem mehrmals als Relikt auf frischen Böden in jungen Wäldern (OMT — FT), bes. Hutungen. Reichlich u. a. auf fruchtbarem Boden in *Aera caespitosa—Alnus incana*-Beständen (OT—FT) von Punkaharju. Jungpflanzen festgestellt in Meeresufer-Erlenbeständen (LT) und auf einer Naturwiese im Lärchenforst von Raivola, wo die Humusschicht auf dem Erdboden fehlte.

Silene inflata einmal auf 1-jähriger Brandkulturfläche vereinzelte Indiv., einmal auf Hiebsfläche ein paar Exx. In beiden Fällen cfl. Ursprünglich an Meeresufern.

Lychnis rubra auf frischem Boden in Meeresuferhainen (LT) mitunter als dominierendes Kraut; Keimpflanzen reichlich.

Pulsatilla patens in Veikkola auf Heideboden in Kiefernwäldern (VT, MT) häufig, aber spärlich und meistens steril.

P. vernalis auf VT-Heide in Punkaharju vereinzelte Individuen in einer Gruppe (cfr.).

Hepatica triloba in der Gegend von Sortavala und in Vesijako in hainartigen Siedelungen. In einigen *Aconitum*-Hainen war die Frequenz 8—9. Keimpflanzen reichlich angetroffen.

Caltha palustris einmal pc. in *Aconitum*-Hain. Wie z. B. BRUNDIN (1898, S. 104) gezeigt hat, bleiben von den Individuen nur die knospenartigen Sprossenspitzen, die vegetative Verjüngung veranlassen, den Winter über am Leben.

Trollius europaeus in der Gegend von Sortavala in *Aconitum*-Hainen häufig. Einmal in einem jungen Birkenbestand auf frischem Lehmboden (PyT), der als Hutung gedient hatte.

Ranunculus acer auf ca. 30 Probeflächen auf frischen und Hainböden, nicht in eigentlichen Heidewäldern. Tritt u. a. in *Aconitum*- und LT-Hainen, in OT-Lärchenbeständen und PyT-Laubwäldern ± häufig auf. Auf schlechteren Böden nur auf jungen Brandkulturflächen und in den darauf entstandenen jungen Wäldern; bisweilen als

Edaphid auf Viehdünger auch auf ziemlich trockenen Heiden. Keim- und Jungpflanzen reichlich konstatiert.

R. auricomus (incl. *var. fallax*) in *Aconitum*-Hainen (Frequenz nahezu 4 auf zwei Probeflächen), einmal in FT-Hain. Besonders häufig im Lärchenforst von Raivola. Jungpflanzen auf vielen Probeflächen konstatiert.

R. polyanthemos auf 11 Probeflächen. Am reichlichsten in trockenem Hain in Paksuniemi bei Sortavala (Fq. 1.5). Die übrigen Probeflächen waren junge Wälder auf frischem Boden (Sortavala, Punkaharju, Vesijako), und zwar fand sich die Art im allgemeinen spärlich.

Aconitum septentrionale in den üppigsten Hainen auf frischem und feuchtem Boden in der Gegend von Sortavala oft cpp., den Stellen seines Vorkommens nach z. B. *Polystichum dilatatum* ± entsprechend. Blüht und produziert Samen sowie Keimpflanzen an seinen Lokalen ausserordentlich reichlich. Schon wegen des grossen Umfangs der Pflanze dürfte nur ein geringer Bruchteil der Jungpflanzen sich voll entwickeln. Die blühenden Stengel waren sogar über 2 m hoch, die Rosettenblätter erhoben sich 50—70 cm und beschatteten eine Fläche von ca. 60—70 cm Durchmesser.

Ribes nigrum auf drei AT-Hainprobeflächen je einige Büsche.

R. rubrum in LT-Grauerlenhainen an den Küsten des inneren Bottnischen Meerbusens spärlich.

Ulmaria pentapetala auf 13 Probeflächen auf feuchten Böden. Somit reichlich in *Aconitum*- und LT-Hainen, wo sich auch Jungpflanzen überaus reichlich finden. In einigen Hainbrüchern war sie die dominierende Pflanze und bildete geschlossene ausgedehnte Bestände. Keim- und Jungpflanzen begegneten daselbst ebenfalls sehr reichlich.

Potentilla tormentilla auf 34 Probeflächen. Trat besonders reichlich in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien auf mehreren jungen Brandkulturflächen (MT-OMT) auf (Frequenz auf einigen 9). Daselbst waren auch Keim- und Jungpflanzen ungewöhnlich reichlich. Bei erneutem Bestandesschluss behauptet sich *P. formentilla* recht lange, wenn auch grösstenteils nur steril. Nach Linkola (S. 320) ist sie ursprünglich in hainartigen Siedelungen (PyT) auf frischem Lehmboden sowie an Ufern, in Brüchern und auf braunmoorartigen Reisermooren und Quellmooren. Beachtenswert ist auch das Fehlen dieser Art in den Wäldern Mittelösterbottens, was zweifellos teilweise dem Fehlen der Brandwirtschaft daselbst zuzuschreiben ist. Im Lärchenforst von Raivola fehlt sie, obgleich sie dort an wiesenartigen Kulturlokalen in der Umgebung vorkommt.

P. Goldbachii auf 1-jähriger, offener Brandkulturfläche einmal.

P. argentea einmal auf einer trockenen, beweideten, offenen Hutung (VT) mit *Festuca ovina*, *Rumex acetosella* u. a. cop. Ursprünglich auf Felsen und Verwitterungsabhängen.

Alchemilla spp. In Hainsiedelungen. *A. subcrenata* und *A. acutangula*, in der Gegend von Sortavala auch *A. glomerulans*, in AT-Hain. In hainartigen Siedelungen auf Lehmboden traten die beiden erstgenannten auf, ebenso in jungen hainartigen Brandkulturwäldern. In alten Nadelwäldern begegnen sie nicht. Auf jungen Brandkultur-

flächen und da besonders auf Hutungen fruchtbarer Böden, war *A. pastoralis* bisweilen reichlich. Samenpflanzen von den verschiedenen *Alchemilla*-Arten zeigten sich oft an diesen Lokalen.

Sorbus aucuparia. Die Eberesche fand sich auf den meisten von meinen Probeflächen, — selten jedoch auch nur fingerdick und noch seltener in Grösse von blühenden Individuen. Gewöhnlich gibt es davon nur Schösslinge, die einige Dezimeter hoch sind und im Erdinnern von kräftigeren Wurzel- oder Stengelpartien festgehalten werden (vgl. HEIKINHEIMO, 1915, S. 181). Mitunter sind jedoch jene verkrüppelten Individuen direkt aus Samenpflanzen entstanden. Die Keimpflanzen der Eberesche gehören denn auch zu den allergewöhnlichsten Keimpflanzenarten in den Wäldern Finnlands, — sie begegneten auf ca. 90 Probeflächen. Nur auf den allertrockensten Heideböden fehlten sie. Da diese Keimpflanzen gross und kräftig sind, so fürchten sie nicht einmal Moospolster. Gleichzeitig entwickeln sie sich auch im Schatten der Fichte. Da blühende Individuen oft nicht in der Nähe sind, so sind wohl die Vögel die Überbringer des Samens in die Wälder (vor allem wahrscheinlich *Ampelis garrulus*). Oft finden die Keimpflanzen sich reichlich unter Fichten, wo die Vögel vermutlich übernachten. Baumartig entwickelt sich die Eberesche auf fruchtbaren Waldböden mit ausgesprochen üppiger Vegetation (OMT, Haine) sowie auf ziemlich fetten anmoorigen Böden (Brüchern), indem sie auch in den ältesten Waldsiedelungen auf solchen Böden als Baum auftritt. In einigen Fällen hat sich in den Waldsiedelungen auf derartigen Böden eine reichliche Strauchschicht unter Fichte oder Lauboberholz gebildet. Grössere blühende Bäume fanden sich nur vereinzelt (z. B. im Lärchenforst von Raivola, in den Uferhainen des Bottnischen Meerbusens u. a.). Wie LINKOLA (1921, S. 328) bemerkt, entwickelt sich jedoch die Eberesche an offenen Stellen auch auf schlechteren Böden zu einem Baume.

Trifolium pratense. Einmal in AT-Grauerlenhain pcc. und cfl., einmal in Hain auf trockenem Boden bei Sortavala. In einigen jungen Wäldern auf Brandkulturboden spärlich und ± steril.

T. medium. Dreimal in *Aegopodium*-Hain spärlich, in einem davon auch einige Jungpflanzen. Auf einer Hiebsfläche (MT) auch Jungpflanzen auf Saatplätzchen. Dreimal in jungem Brandkulturwald (OMT), grösstenteils steril. Tritt oft in dichten, fleckenartigen Beständen auf.

Orobus vernus auf 16 Probeflächen auf fruchtbarem Boden, in *Aconitum*- und besonders in trockneren *Aegopodium*-Hainen, bisweilen auch in OMT-Siedelungen; überhaupt reichlich an seinen Lokalen. Blüht und produziert reichlich Samen. Jungpflanzen habe ich nicht feststellen können. Die Individuen sind wahrscheinlich recht langlebig.

Geranium silvaticum auf 31 Probeflächen. In Österbotten war diese Art ausserordentlich reichlich in Haapamäki-Pyhäjärvi, an den übrigen Untersuchungsstellen daselbst äusserst spärlich, fehlte in ausgedehnten Gebieten. Sie ist sonst in den Untersuchungsgebieten in gewissen Hainen reichlich mit starker Keimpflanzenproduktion. In Brandkulturhainen auf fruchtbarem Boden tritt sie

besonders gern auf und behauptet sich in jungen Wäldern, bisweilen noch in uralten hainartigen Fichtenbeständen bei reichlichem Auftreten (G DrT). Auf Kulturflächen magereren Bodens (MT) einigemale beobachtet.

Acer platanoides. In *Aconitum-* und *Aegopodium*-Hainen in der Gegend von Sortavala auf vier Probeflächen kleine Bäume cfr. Jungpflanzen auf allen reichlich.

Rhamnus frangula auf 16 Probeflächen. Geht in Mittelösterbotten nicht bis ans Meeresufer. Von recht geringer Bedeutung auf den Probeflächen, — trat einigemale an anmoorigen Stellen als Edaphid auf, sowie eigentümlicherweise vereinzelte kümmerliche Sprosse in mehreren jungen Waldbeständen auf Brandkulturboden (OMT) in Punkaharju, wahrscheinlich von Vögeln verbreitet.

Viola mirabilis. Von den von mir untersuchten Gebieten bleibt Mittelösterbotten ausserhalb des Areals dieser Art. Aber auch auf diesem fehlt die Pflanze auf weiten Gebieten. Auf den Probeflächen begegnete sie nur im Hainzentrum von Sortavala (auf 10 Probeflächen), in Raivola (3), in Vesijako (1), in Punkaharju (1). Alle beobachteten Vorkommnisse waren auf fettem Hainboden. In den üppigsten Hainen (AT) war die Frequenz 3—4. Während *V. Riviniana* (S. 79) kleistogame Blüten später im Sommer nur in besonderen Fällen bildet, sind dieselben bei dieser Art bekanntlich regelmässig anzutreffen, und ihre Bedeutung bei der Verjüngung und Ausbreitung ist gross. Keimpflanzen wurden auch ein paarmal festgestellt (treten wahrscheinlich regelmässig in üppigen Hainen auf).

Viola umbrosa kam in hainartigen und Hainsiedelungen auf fruchtbarem, frischem Waldboden auf den Probeflächen in der Gegend von Sortavala, Punkaharju und Vesijako, im ganzen nur 7 Fälle, vor. Ihre Keimpflanzen waren in einigen Fällen in beträchtlicher Menge auf Hainboden zu finden.

Viola rupestris wurde nur auf einer Probefläche in der Gegend von Sortavala, auf ein paar in Vesijako sowie auf 7 in Punkaharju beobachtet. Sie trat am reichlichsten auf mässig trockenen, fruchtbaren Åsböden (VRT, *Aegopodium*-Haine) auf, zeigte sich aber ausserdem in Brandkulturwäldern auf mässig trockenen Böden (MT, VT). Die Frequenz stieg selten über 1.

Daphne mezereum auf 8 Probeflächen in Hainen; auf einigen AT-Probeflächen je über 10 Individuen und auch Keim- und Jungpflanzen.

Pimpinella saxifraga auf 22 Probeflächen. Fehlt in den Gebieten Mittelösterbottens. In trockenem Hain von Paksuniemi, Sortavala cfr, sonst nur auf offenen Brandkulturprobeflächen und in den daselbst entstandenen jungen Wäldern auf verschiedenen Böden, besonders auf mehr trockenen; bisweilen auch auf Hiebsflächen reichlich. Fehlt in den Lärchenhainen von Raivola. Blühend lediglich an offenen hellen Plätzen. Jungpflanzen auf offenen Brandkulturflächen bisweilen reichlich konstatiert.

Monotropa hypopitys auf 5 Probeflächen, von welchen 4 auf den Sandheiden von Veikkola, wo die Art ausnahmsweise häufig ist. Tritt in einzelnen Individuengruppen auf. Kommt sowohl auf üppigeren als auf magereren Sandböden vor.

Scrophularia nodosa 2 mal auf einer Probefläche in Hain auf frischem Boden pcc. Das eine Mal wurden Jungpflanzen beobachtet.

Plantago major nur 4 mal spärlich: auf junger Brandkulturfläche und auf Pfad als Edaphid.

Lonicera xylosteum auf 12 Probeflächen in verschiedenen Hainen einzelne Büsche. Jungpflanzen einmal konstatiert.

Viburnum opulus auf 8 Probeflächen: einmal in AT-Hain pcc; auf mehreren Lärchenprobeflächen von Raivola kleine Schösslinge.

Knautia asvensis auf 20 Probeflächen. Fehlt in den Gebieten Mittelösterbottens. Tritt auf Hiebs- und Brandkulturflächen auf verschiedenen Böden, besonders Sand und Kiesboden auf, blüht und produziert Keimpflanzen. Behauptet sich bei Bestandesschluss ziemlich lange, aber steril. Nach LINKOLA (S. 438) ursprünglich in trockenen Hainen und auf Felsen.

Campanula glomerata auf 20 Probeflächen. Auf drei AT-Hainprobeflächen (auf einer mit Laubbäumen Frequenz 5), zweimal in trockenem Hain in wenigen Exemplaren vorhanden. Auf jungen Brandkulturflächen und in daselbst entstandenen jungen Wäldern am häufigsten, aber ster. Einmal auf Hiebsfläche (OMT) cfr. Die Ursprünglichkeit hält LINKOLA (S. 443) für ungewiss.

C. trachelium auf zwei AT-Hainprobeflächen; cfr.

Solidago virgaurea s. S. 102.

Gnaphalium silvaticum auf offenen Brandkulturflächen und in jungen Wäldern daselbst auf einigen Probeflächen, bes. Suojärvi. Auf einer 1-jährigen war die Frequenz 6.8 und reichlich Keimpflanzen.

Tanacetum vulgare einmal in trockenem Hain 1 Indiv.; ursprünglich Uferpflanze.

Centaurea phrygia zweimal in ziemlich jungen Brandkulturwäldern pc; steril.

C. scabiosa in jungem Brandkultur-Kiefernbestand in Punkaharju steril.

Hypochaeris maculata auf 27 Probeflächen. Auf ziemlich trockenen und trockenen Waldböden (Sand und Kies) besonders in Veikkola, Suojärvi und Evo. Besonders auf Brandkulturböden auch an frischeren Standorten. Blüht am reichlichsten an offenen Stellen, besonders auf Brandkultur- und Hiebsflächen, verjüngt sich aber auch nach der Schwendung teilweise aus der alten Hauptwurzel, die tief in den Mineralboden eindringt.

Leontodon autumnalis auf einigen offenen ± jungen Brandkulturflächen in Kotajärvi (bes. Hutungen) und als Wiesenuferrelikt auf ein paar an Meeresuferwiese angrenzenden Probeflächen (OMT) in Mittelösterbotten.

L. hispidus häufiger als die vorige in Waldsiedelungen von Ladoga-Karelien (auf 14 Probeflächen), in *Aconitum*-Hainen und besonders gern in hainartigen Siedelungen (PyT) auf Lehmboden sowie auf offenen Brandkulturflächen vorkommend. In älteren Wäldern spärlich oder fehlend und steril.

Taraxacum officinale nur auf 9 Probeflächen. Dreimal spärlich in Hainen auf feuchtem Boden, einmal in PyT-Mischwald. Die sonstigen Funde auf jungen Brandkulturflächen frischer Böden sowie an Wegrändern.

Picris hieracioides einmal in (AT-) Hain, zweimal in Birkenbestand auf Brandkulturfläche.

Crepis paludosa auf 21 Probeflächen besonders in der Gegend von Sortavala und Raivola. Für Haine auf sehr feuchtem Boden charakteristisch und daselbst reichlich sowie cfr. auftretend. Auch Jungpflanzen auf einigen Probeflächen reichlich angetroffen.

Hieracium umbellatum gehört in den meisten Gebieten zu den häufigsten Waldpflanzenarten. Tritt in Veikkola, in karelischen Gebieten und Evo sehr reichlich auf, dagegen selten und äusserst spärlich in Österbotten (nach PALMGREN gehört es auch auf Ahvenanmaa nicht zu den Nadelwaldarten!). Auch im Lärchenwald von Raivola tritt es äusserst spärlich auf. Sehr charakteristisch und reichlich blühend auf Brand- und Hiebsflächen (Frequenz bis 5). Behauptet sich sehr lange, aber spärlicher werdend und steril in geschlossenen Waldbeständen daselbst. Dauernd jedenfalls auf trockenen Heiden (VT und CT) und in trockenen Hainen. Keimpflanzen auf Hiebs- und Brandflächen gefunden; verjüngt sich jedoch nach dem Brande auch aus alten Wurzeln.

Archieracium spp. auf 35 Probeflächen. Nur auf frischen Waldböden (in MT und noch üppigeren Siedelungen), aber fast immer in nur wenigen Individuen (die Frequenz war niemals über 1). Blüht auch in alten Wäldern. Keimpflanzen im Lärchenforst von Raivola konstatiert.

Mustert man die Arten der obigen Übersicht durch, so wird man bemerken, dass die überwiegende Mehrzahl für Hain- und für Kulturböden, für junge Brandkulturflächen und für Hiebsflächen charakteristisch ist. Nur vereinzelte treten in alten Heidewäldern auf. Als solche könnte man z. B. folgende Arten ansehen: *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Juniperus communis*, *Festuca ovina*, *Carex ericetorum*, *Orchis maculatus*, *Platanthera bifolia*, *Betula alba*, *Salix caprea*, *Pulsatilla patens*, *P. vernalis*, *(Hepatica triloba)*, *Sorbus aucuparia*, *Geranium silvaticum*, *Viola canina*, *Monotropa hypopitys*, *Hypochaeris maculata*, *Hieracium umbellatum*, *Archieracium*. Lassen wir die Bäume aus dem Spiele, für deren reichliches Auftreten oft eine Verjüngung bereits auf offenen Brandkulturflächen die Voraussetzung bildet *(Pinus, Betula)*, so zieht ein grosser Teil der Arten trockene Böden vor, Standorte, an denen die Samenverjüngung wegen des weniger zusammenhängenden Moospolsters gute Voraussetzungen hat (auch *Calluna* und *Arctostaphylos* könnte man oft bereits zu dieser Gruppe rechnen). Andere wiederum kommen am besten erst in Hainen fort *(Orchis maculatus, Platanthera, Hepatica, Geranium, Archieracium)*, und einige ziehen augenscheinlich offene Brandkulturflächen vor und verjüngen sich aus Samen fast nur auf diesen, indem sie sich mit ± Reliktcharakter auf gewöhnlichen Heiden behaupten *(Orchis maculatus* (?), *Viola canina, Hypochaeris, Hieracium umbellatum)*. Es ist offenbar, dass einerseits die schlechten

Samenverjüngungsvoraussetzungen in gewöhnlichen Heidewäldern (VT, MT), andererseits die mangelnde Fähigkeit zu vegetativer Ausbreitung dieser Gruppe von Arten in erster Linie dieselben daran verhindert, auf solchen Heiden dauernd vorzukommen.

Die zweite Hauptgruppe der perennen Waldgewächse bilden die sich vegetativ vermehrenden und ausbreitenden Pflanzenarten. Solche sind von den Probeflächen die folgenden Arten:

Athyrium crenatum zweimal in feuchtem *Aconitum*-Hain fleckenweise.

Phegopteris dryopteris s. S. 55.

Ph. polypodioides auf 13 Probeflächen; reichlich nur auf anmoorigem Boden.

Pteris aquilina s. S. 52.

Polypodium vulgare einmal in Hain auf einem humusbedeckten, grossen Steine.

Onoclea struthiopteris auf den Versuchsflächen nur in einem *Aconitum*-Hain herdenweise. Diese herdenweise Art des Auftretens ist nach meinen zahlreichen Beobachtungen im allgemeinen für diese Art recht charakteristisch. Dies erwähnt auch Linkola (1921, S. 162). Die Ursache zu einem solchen Auftreten ist gewöhnlich die vegetative Verjüngung. Mithin besitzt auch *Onoclea* lange unterirdische Rhizome.

Equisetum silvaticum auf 22 Probeflächen. Die häufigste von den in Wäldern auftretenden Schachtelhalmarten, jedoch häufig nur in feuchten FT- und AT-Siedelungen (allgem. in Brüchern), verbreitet sich aber von solchen spärlich auch auf die frischen unteren Ränder von Heiden.

E. pratense einigemale auf feuchten fruchtbaren Böden in Hainen.

E. arvense einmal in AT-Fichtenbestand pc.

E. palustre einmal in FT-Hain s. cop.

E. hiemale zweimal auf Sandheideboden (VT, die eine junger Brandkulturwald), einmal in Hainsiedelung auf trockenem Kiesabhang. Tritt in Flecken auf.

Lycopodium selago s. S. 48.

L. annotinum s. S. 49.

L. clavatum s. S. 51.

L. complanatum s. S. 52.

Milium effusum s. S. 67.

Phleum pratense auf einer Hiebsfläche (OMT) pc.

Cinna pendula einmal in *Aconitum*-Hain am Härkälampi in Kirjavalahti.

Agrostis vulgaris auf ca. 90 Probeflächen. Ist somit eines der gewöhnlichsten Waldgräser. Ursprünglich tritt sie möglicherweise in Hainen und PyT-Siedelungen auf, — trotz ihrer Häufigkeit kaum in anderen Waldsiedelungen. Auf den trockensten (CT, VT) Heiden war sie nur Edaphid an Wegrändern und auf Mist. Auf offenen Brandkulturflächen und auch auf Hiebsflächen war sie auf frischen Böden recht reichlich und tritt in den jungen Wäldern daselbst

reichlich besonders unter Laubbäumen auf. Unter der Lärche kommt sie besonders gut bis zu mittlerem Alter fort. Auch in alten Lärchenbeständen findet sie sich spärlich.

Agrostis canina in FT-Hain pc. einmal.

Calamagrostis phragmitoides zweimal in AT-Fichtenbestand (an Bachrand), einmal in jüngerem PyT-Birkenbestand. Oft sogleich unterhalb der Probeflächen in Bruch cop.

C. lanceolata einmal reichlich in Schwarzerlen-Hainbruch.

C. epigea s. S. 66.

C. arundinacea s. S. 64.

Aera flexuosa s. S. 61.

Melica nutans auf 37 Probeflächen. Ist somit ein häufiges und bemerkenswertes Waldgras, aber nur auf nahrungsreichem Boden auftretend. In den üppigsten (AT-, FT-) Hainen findet sie sich hauptsächlich auf Steinen und Bülten, aber schon in AT-Fichtenbeständen war sie reichlich auf normaler Bodenfläche. In den Lärchenbeständen von Raivola ist sie recht reichlich, ebenso in einigen *Aegopodium*-Abhangshainen auf Kiesboden in Punkaharju. Tritt herdenweise auf. Jungpflanzen in den Lärchenforsten von Raivola konstatiert.

Dactylis glomerata zweimal in AT-Hain (ziemlich reichlich), in Punkaharju in sibirischem Lärchenbestand auf Hainboden reichlich und pcc. in jungem (FT-) Lärchenbestand daselbst, wo sie jedoch nicht ursprünglich sein dürfte (s. Linkola 1921, S. 200).

Poa nemoralis auf 20 Probeflächen. Fast nur in Hainen, — gern u. a. auf Verwitterungsabhängen und auf grossen Steinen. Tritt gewöhnlich herdenweise auf.

P. trivialis in LT-Hain an der Küste des inneren Bottnischen Meerbusens pc., in Punkaharju in 40-jährigem Lärchenhain (Brandkulturboden) cpp., auch Jungpflanzen reichlich.

P. remota bei Sortavala zweimal in AT-Hain ziemlich reichlich, einmal in FT-Hain ziemlich reichlich.

P. pratensis auf 14 Probeflächen; in hainartigen Siedelungen spärlich, auf frischen Heideböden (MT) einigemale als Edaphid auf Pfaden und Kuhmist, ein paarmal auf Hiebsfläche pc.—s. cop.

Festuca elatior auf Hiebsfläche einmal pcc.

Festuca rubra auf 15 Probeflächen. In Meeresuferhainen oft reichlich. In Punkaharju in Åshainen und auch auf Heideböden auf mehreren Probeflächen, — reichlich auf den entsprechenden Hiebsflächen. Bei Sortavala in einem trockenen Hain reichlich. Sonst im allgemeinen selten und spärlich auf den Probeflächen und offensichtlich von der Kultur mitgebracht.

Brachypodium pinnatum einmal in *Aegopodium*-Hain herdenweise.

Triticum caninum in AT- und FT-Hain einmal steril (Artbestimmung ungewiss).

Carex echinata einmal als Edaphid in MT-Siedelung 1 Büschel. In Bruchbeständen unterhalb der Probeflächen häufig.

C. tenella zweimal auf FT-Probefläche als kleiner Fleck.

C. laliacea viermal auf FT-Probefläche, einmal in AT-Fichtenbestand pc.

C. Goodenoughii auf 4 Probeflächen. Als Uferwiesenrelikt in den Wäldern der Landhebungsküste des Bottnischen Meerbusens auf frischem Boden zwischen Bülten. Ein paarmal auf Hutungsfläche pc. In Bruchsiedelungen unterhalb der Probeflächen oft konstatiert.

C. globularis in Brüchern unterhalb der Probeflächen recht oft, sogar als dominierende Pflanze, auf Heideböden einigemale als Edaphid an feuchter Stelle.

C. digitata wichtigstes Wald-Riedgras auf nicht anmoorigen Böden; auf 35 Probeflächen. Begegnet fast nur in hainartigen und Hainsiedelungen, besonders in *Aegopodium*-Hainen, — gern u. a. auf grossen Steinen. Häufig cfr. und Jungpflanzen.

Luzula pilosa s. S. 58.

Polygonatum officinale in trockenem Hain bei Kirjavalahti ziemlich reichlich, in Punkaharju in *Aegopodium*-Hain auf Åsabhang.

Majanthemum bifolium s. S. 68.

Convallaria majalis s. S. 70.

Paris quadrifolius s. S. 72.

Neottia nidus avis in AT-Laubholzhain bei Kirjavalahti ein paar Individuen.

Listera ovata zweimal in AT-Hain pc., cfl.; in Vesijako in *Aegopodium*-Hain kleiner Fleck. Die ältesten von mir untersuchten Individuen waren wenigstens 30 Jahre alt (vgl. RAUNKIAER, 1895).

L. cordata s. S. 74.

Goodyera repens s. S. 73.

Corallorrhiza innata ein paarmal in (AT-) Hain, zweimal in (OMT-) Fichtenwald, einmal in Grauerlenbestand auf frischem Boden. In kleinen Gruppen.

Populus tremula. In welchem Masse und an welchen Stellen *Populus tremula* und *Salix caprea* und andere *Salix*-Arten sich durch Samen vermehren, geht aus meinen bisherigen Wahrnehmungen nicht hervor; m. a. W., ich habe Samenpflanzen dieser Arten gar nicht konstatiert. *Populus tremula* kam zwar spärlich, bisweilen in riesiger Grösse, als Mischbaum auf mehreren Probeflächen auf frischem Boden, besonders auf Lehm, sowie in Individuen von kümmerlichem Wuchse auch auf trockenen Heiden (CT), besonders auf Waldbrandgebieten vor. Jedenfalls zum grössten Teile waren es jedoch Wurzelsprösslinge. Das gewöhnliche Auftreten in Gruppen, in denen sich lediglich Exemplare mit ♂ oder ♀ Blüten befinden, weist ebenfalls auf diese Art der Verjüngung. Da meine Exkursionen nicht in die Blütezeit der Espe fielen, konnte ich über das Blühen und Fruktifizieren derselben keine näheren Beobachtungen anstellen. Wenigstens während mehrerer Jahre war die Samenbildung in geschlossenen Waldsiedelungen recht schwach. Diese Fragen verdienen eine Spezialuntersuchung.

Alnus incana. Im Versuchsgebiet von Punkaharju sind auf den ehemaligen Brandkulturflächen ausgedehnte, gegenwärtig 25—30-jährige reine Grauerlenbestände, die von selbst gelichtet sind, entstanden. Bei den Oberbäumen finden sich nur in der Spitze Zweige, so dass sie in ihrem Bau an Lichtbäume erinnern. Eigentümlich sind dagegen die im Schatten verbliebenen Bäume. Diese haben eine sehr schwache Krone. Dagegen haben sich an ihrem

Stamme bis nach unten schwache beblätterte Zweige angesetzt, die das Schattenlicht im Waldesinnern sammeln. Über das Alter dieser Zweige wurden leider keine Untersuchungen gemacht. Sämtliche abgestorbenen Bäume sind mit derartiger Krone versehen (siehe Fig. 68). Da in demselben Gehölz die Kronenform sämtlicher be-

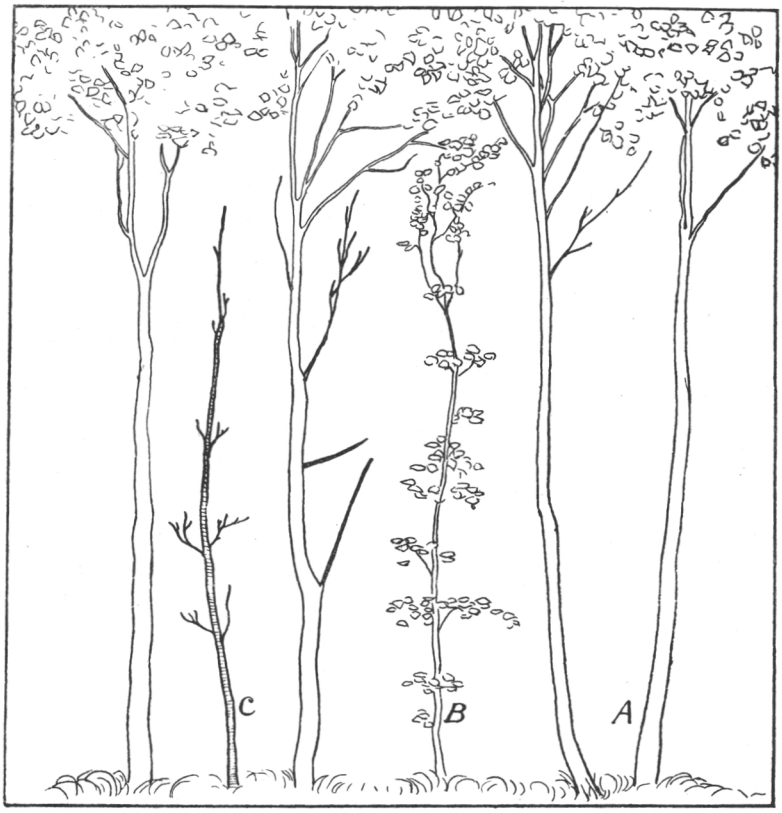


Fig. 68. Profil eines Grauerlenbestandes auf sehr frischem Brandkulturboden in Punkaharju. A = Oberbäume, B = Schattenbaum mit schwacher, langer Krone, C = toter Baum.

schatteter Grauerlen derart ist, so ist ihre Bildung für diese Baumart als charakteristisch anzusehen. Dadurch zeigt die Grauerle, dass sie ein weniger typischer Lichtbaum ist. Das Vermögen, eine Schattenkrone zu bilden, ist ja auch wichtig, denn mit Hilfe derselben kommt sie, obgleich kümmerlich, als Unterholz auch in älteren Waldbeständen fort. — Keimpflanzen der Grauerle fanden sich auf den Probeflächen nur in Meeresuferhainen und besonders vor denselben auf Uferwiesen sowie auf einer jungen Brandkulturfläche in Suojärvi. Bei dem Fehlen günstiger Samenverjüngungsverhältnisse behauptet sich die Grauerle sehr lange im Walde, indem sie sich durch Wurzelsprosse intensiv verjüngt und verbreitet. In auf diese Wiese entstandenen

kümmerlichen Sprossen waren die Grauerlen gewöhnlich auf den Probeflächen anzutreffen. Nur auf sehr frischen und fruchtbaren Böden kamen baumartige Grauerlen in älteren Wäldern vor. Ein auf Brandkultur entstandener Erlenbestand stirbt gewöhnlich bereits mit 60—70 Jahren ab. Nur die oben erwähnten kümmerlichen Sprosse bleiben übrig. Natürliche reine Grauerlenwälder trifft man in dem Gebiete nur an der Landhebungsküste des inneren Bottnischen Meerbusens, wo sich die Grauerle vor der Fichte verbreitet (siehe Fig. 67), sobald sich das Land aus dem Meer gehoben hat, sowie an Binnenseeufern als Gebüschgürtel.

Urtica dioica zweimal in AT-Hain, einmal in LT-Meeresuferhain, einmal in OT-Lärchenbestand, wo auch Jungpflanzen reichlich.

Rumex acetosella auf 22 Probeflächen, besonders auf ziemlich trockenen jungen offenen Brandkultur- und Brandflächen, wo auch Jungflanzen reichlich vorkommen. Einmal auf Hiebsfläche in dichten Flecken; Jungpflanzen besonders auf Saatquadraten. Auf trockenen Heiden selten pcc. Besonders auf Viehdünger und an Wegen als Edaphid.

Lychnis rubra auf den Probeflächen nur in Meeresufer-Erlenhainen in Österbotten, aber daselbst reichlich und charakteristisch (*Lychnis diurna*-Typ CAJANDERS). Keimpflanzen reichlich.

Arenaria trinervia auf 22 Probeflächen in AT-und LT-Hainen besonders auf Steinen, in OMT-Fichtenbeständen besonders an der Küste des Bottnischen Meerbusens, auch in trockenen Abhangshainen und in Brandkulturwäldern auf hainartigen Böden (in Grauerlenbeständen). Jungpflanzen auf einigen Probeflächen reichlich konstatiert.

Stellaria nemorum auf den besten frischen Hainböden der Gegend von Sortavala und in Raivola auf den Probeflächen oft reichlich. Tritt gewöhnlich in deutlich abgrenzbaren, ziemlich weiten Flecken auf. Jedoch wurden auch Jungpflanzen auf mehreren Probeflächen in Raivola konstatiert (siehe Karte Fig. 69).

St. holostea tritt nur in Raivola auf Hainböden auf, indem sie daselbst in den Lärchenbeständen eine der wichtigsten Pflanzenarten ist. Blüht und produziert reichlich Früchte, auch Jungpflanzen wurden auf mehreren Probeflächen konstatiert. Breitet sich jedoch in der Hauptsache mit Hilfe der langen, schnurartigen Rhizome aus.

St. longifolia auf ein paar AT-Fichtenprobeflächen und einmal in FT-Hain bei Sortavala ein kleiner Fleck. Häufig in hainartigen Beständen an der Küste des inneren Bottnischen Meerbusens besonders auf Fichtenwurzelerhöhungen und auf erdbedeckten Steinen.

St. graminea auf 35 Probeflächen. Meist auf Hiebs- und offenen Brandkulturflächen sowie auf Hutungen und in den jungen Wäldern daselbst, besonders auf üppigeren Böden; fehlt in alten Wäldern. Ursprünglich in Meeresuferhainen in Mittelösterbotten, nach LINKOLA (S. 277) auch besonders an felsigen Stellen. Jungpflanzen habe ich auf einer Hiebsfläche ziemlich reichlich konstatiert.

Actaea spicata auf 11 Probeflächen sowohl in frischen wie trockneren Hainen in der Gegend von Sortavala, in OT-Hain in Raivola pc. und einmal in Åsabhangshain in Punkaharju. Tritt in kleinen Gruppen auf.



Fig. 69. *Stellaria nemorum*-Flecken in Lärchenwald, Raivola. 1 = *Pteris aquilina*, 2 = *Larix sibirica*, 3 = *Picea excelsa*, 4 = *Stellaria nemorum*-Flecken.

Thalictum flavum in AT-Hain einmal pc. steril.

Anemone nemorosa s. S. 75.

Ranunculus repens auf 16 Probeflächen. In Hainen auf feuchtem Boden (AT, FT) in einigen Fällen ziemlich reichlich. Sonst nur als Edaphid auf ± üppigem Waldboden an feuchten Stellen. Ein paarmal auf Hutung. Jungpflanzen wurden auf mehreren Probeflächen konstatiert.

Chrysosplenium alternifolium in der Gegend von Sortavala einmal in AT-, zweimal in FT-Hain. In Raivola in FT-Hain.

Geum rivale auf 25 Probeflächen. Ausser in üppigen Brüchern auf feuchtem Hainboden, ein paarmal auch in OT- und LT-Hain. Kommt sowohl in altem Walde (± steril) als auch in jungen Wäldern

sowie auf Lichtungen (cfr.) vor. Einmal trat es auf VT-Heide als kümmerliches Edaphid auf Viehmist auf.

Rubus saxatilis s. S. 76.

R. arcticus. In Suojärvi auf mehreren offenen Brandkulturflächen reichlich und cfr., in jungen Wäldern darauf pc und ster. An der Küste des inneren Bottnischen Meerbusens in LT-Hainen häufig. In MT- und OMT-Waldsiedelungen, besonders als Edaphid auf anmoorigen Flecken einigemale ± steril; meistens in Herden.

R. chamaemorus in Brüchern unterhalb der Probeflächen oft beobachtet. Nur zufällig als Edaphid auf anmoorigen Flecken der Probeflächen pcc.

R. idaeus auf 29 Probeflächen. Häufig in hainartigen und Hainsiedelungen, besonders auf Lichtungen; spärlich cfl. Wächst gern auf grossen humusbedeckten Steinen. Auf Hiebsflächen vermehrt er sich auf derartigen fruchtbaren Böden bisweilen zu gewaltigen Beständen, die bei neuem Bestandesschluss bis auf vereinzelte sterile Reste verschwinden. Auf einer Hiebsfläche in Punkaharju begegneten sehr reichlich Keimpflanzen von dieser Art.

Fragaria vesca auf 65 Probeflächen. Gehört somit zu den häufigsten Waldpflanzen des Gebietes, tritt jedoch nur auf ± fruchtbaren Böden in hainartigen und Hainsiedelungen auf. Am spärlichsten war sie in Mittelösterbotten, wo sie auf OMT-Brandkulturböden in Haapamäki-Pyhäjärvi, in Meeresuferhainen und reichlich besonders an Kalkstellen in Kälviä (Peitso) auftrat. Auch anderswo auf Kalkböden ausnehmend reichlich beobachtet. Auf trockenen Hainböden überhaupt recht häufig, in Hainen auf feuchtem Boden besonders auf grossen Steinen, wie LINKOLA (S. 315) bemerkt hat; auf diesen auch in anderen Hainen und hainartigen Wäldern gern mit *Arenaria trinervia* u. a. Wie sich nach den ursprünglichen Standorten erwarten lässt, bevorzugt die Art stark Brandkultur- und Hiebsflächen auf fruchtbarem Boden, ist daselbst gemein, reichlich und cfr. und behauptet sich relativ lange (± steril) auch nach Bestandesschluss. Im Lärchenforst von Raivola gehört sie zu den Hauptarten. Jungpflanzen wurden auf zahlreichen Probeflächen konstatiert.

Comarum palustre. Einmal in LT-Uferhain an feuchter Stelle. Begegnete mehrmals bei Probeflächen in Brüchern.

Rosa cinnamomea auf 11 Probeflächen. Einigemale in trockenem Abhangshain auf Kiesboden reichlich und herdenweise. Einmal in Meeresuferhain bei Kalajoki. Einmal in Kiefernbestand (PyT) auf Lehmboden mehrere Exemplare. Einigemale in jungen Brandkulturwäldern (VRT, MT) pcc. in Punkaharju.

Trifolium repens auf 26 Probeflächen. Ursprünglich in Meeresuferhainen in Mittelösterbotten. Zweimal auf Verwitterungsabhang in *Aegopodium*-Hain. Meist auf Brandkultur- und Hiebsflächen ± fruchtbarer Böden, besonders auf Hutungen. Recht gern u. a. an Wegrändern. Behauptet sich nur in jungen Wäldern. Jungpflanzen auf zahlreichen Probeflächen konstatiert, u. a. dreimal auf Mist, davon einmal auf trockener (VT) Heide.

Astragalus alpinus in Punkaharju in Åshain. Auch auf den benachbarten verschiedenartigen, besonders üppigeren, aber auch VT-Heiden in dichten Flecken von oft einigen Metern Durchmesser.

Vicia cracca. Ursprünglich in LT-Hainen an der österbottnischen Küste, möglicherweise auch in Punkaharju in Åsabhanghain. Sonst auf meinen Probeflächen nur in jungen Brandkulturwäldern (MT, OMT, OT) sowie auf einer üppigen Hiebsfläche.

V. sepium auf 19 Probeflächen. Oft in AT-Hainen, noch öfter in trockneren *Aegopodium*-Hainen besonders auf Verwitterungsschutt. Geht bisweilen auch auf Heideböden, besonders in junge Wälder pcc. Fehlte in Mittelösterbotten und trat z. B. auf den Lärchenprobeflächen von Raivola überhaupt nicht auf. Wächst meist in Flecken.

Lathyrus pratensis auf 15 Probeflächen. Nicht in AT-Hainen aufgetreten, aber sehr gern in Hainen auf trockneren Verwitterungsabhängen (VRT), in einigen recht reichlich. In Punkaharju in mehreren jungen Brandkulturwäldern steril. Dreimal pc. auf trockenem Boden von VT-Heide steril. Reichlich einmal auf üppiger Hiebsfläche und cfr. Tritt in Flecken auf. Niemals auf den Probeflächen von Mittelösterbotten oder in den Lärchenbeständen von Raivola, auch nicht in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien (fehlt auch in diesen Gegenden nicht auf eigentlichen Kulturböden).

Oxalis acetosella s. S. 83.

Tilia cordata Mill. Die Linde fand sich nur auf vier Probeflächen und auch da ± strauchartig. Sie hat auch in ihrem Bau gute Voraussetzungen für eine solche Entwicklungsweise. Mustert man ein regelmässig entwickeltes *Tilia*-Individuum, so wird man bemerken, dass seine weichholzigen langen Zweige auf charakteristische Weise ~-förmig abwärts gekrümmt sind. Die unteren Zweige von Parkbäumen müssen denn auch verschnitten werden, um eine zu grosse Länge und das Zubodendrücken zu verhindern. Interessant ist zu bemerken, wie sich bei den Schnittstellen die Astgabeln nach Art eines Stammes aufwärts biegen. In Naturverhältnissen bildet diese Neigung der Zweige, sich zu einem Stamme zu gestalten, ihre Länge und ihre Biegung nach dem Boden eine höchst wichtige Voraussetzung für die intensive vegetative Verjüngung der Linde. Dazu kommt natürlich das Vermögen, Adventivwurzeln zu entwickeln. Da die Linde reichlichen Blattfall aufweist, so werden die Zweige, die sich zu Boden gebeugt haben, allmählich von Humus bedeckt, fassen Wurzel und entwickeln sich zu neuen Bäumen. Oftmals misst ein solcher Verjüngungszweig sogar einige Meter. Fig. 70 bringt einen typischen zur Darstellung. Nicht nur Zweige, sondern auch Hauptstämme können sich zu Boden senken (wenigstens solange sie jung sind), leicht von neuem Wurzel fassen und sich zu Sekundärstämmen entwickeln. Da sich *Tilia* infolge von Hieben und anderen ungünstigen Verhältnissen an vielen Wuchsstellen durchaus nicht Samen entwickelt und da die Samen wegen der ungünstigen Standorts- u. a. Verhältnisse höchst selten Keimpflanzen hervorbringen, ist die vegetative Verjüngung eine unbedingte Voraussetzung für die Erhaltung der Art. *Tilia* tritt denn auch in der Natur fast stets in Gruppen auf, oft auch in Gestalt kleiner Gehölze, die offensichtlich vegetativ entstanden sind. Wenn die Baumentwicklung nicht allzu sehr durch Hiebe beeinträchtigt wird und die Oberbaumbeschattung nicht zu stark ist, kann *Tilia* an günstigen Standorten in allen meinen Untersuchungsgebieten zu einem mittelgrossen blühenden Baume

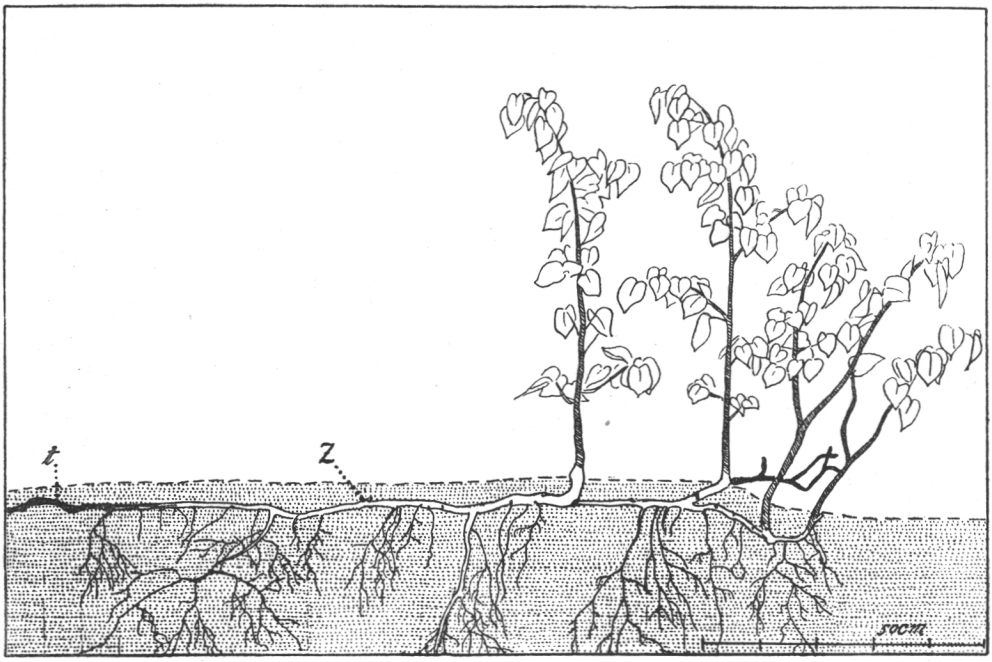


Fig. 70. Aus einem Zweig entstandene Verjüngungssprosse von *Tilia cordata*. Punkaharju, Niinisaari. Z = Mutterzweig, t = toter Basalteil desselben.

werden. Erwähnt sei, dass z. B. im Untersuchungsbiete Koli (ca. 63°3′ n. Br.) auf dem Ostabhang des Mäkrävaara ein paar Individuen von ca. 28 cm Durchmesser und ca. 17 m Höhe waren.

Tilia trat auf meinen Probeflächen lediglich in hainartigen Siedelungen in der Gegend von Sortavala, in Raivola, Veikkola und Punkaharju auf. Am gewöhnlichsten wächst sie auf Verwitterungsabhängen in *Aegopodium*-Hainen und in fruchtbaren Bachtälern. Am reichlichsten war sie auf meinen Probeflächen in Punkaharju auf der Insel Vasattari, wo sie in *Aegopodium*-Hain unter *Betula verrucosa* die Hauptart ist.

Hypericum quadrangulum spärlich nur in zwei jungen Brandkulturwäldern (MT) von Suojärvi. Offenbar gewöhnlicher und reichlicher besonders in jungen hainartigen Waldsiedelungen (PyT) auf Tonboden (steril), ebenso spärlich in vielen OMT-, OT- und FT-*(Aera caespitosa-)* Siedelungen in jungen Wäldern (steril). Auf ein paar *Aegopodium-* und einer *Aconitum*-Hainprobefläche. Fehlt in Österbotten auf den Probeflächen vollständig. Blühend nur an offenen Stellen, u. a. auf einer üppigen Hiebsfläche.

Viola epipsila einmal in AT, zweimal in FT-Siedelung.

V. palustris auf 18 Probeflächen. In Meeresuferhainen, in Farnhainen, zweimal in AT-Hain. Kommt besonders in jungen Laubwäldern und in diesen bisweilen bereits auf OMT- und PyT-Probeflächen vor. Jungpflanzen wurden oft konstatiert.

Epilobium angustifolium auf 52 Probeflächen. Besonders häufig auf offenen Brandkulturflächen, auf Hiebs- und Brandflächen auf magerem und fruchtbarem Boden (VT, MT, OMT), oft auch reichlich und in den ersten Jahren blühend. Beim Bestandesschluss behauptet es sich lange steril, aber spärlicher werdend. In alten Wäldern kommt es auf grossen Steinen (besonders in hainartigen Wäldern) und um die Kronen vom Sturme umgerissener Bäume (besonders Fichten) vor, bisweilen auch reichlich blühend. Am längsten behauptet es sich in hellen (VT, CT) Kiefernbeständen auf Sandboden. In Meeresuferhainen und ein paarmal in *Aegopodium*-Hain beständig und blühend, ebenso in hellen Fichtenbrüchern bei den Probeflächen. In den Lärchenforsten von Raivola fehlt es fast völlig. Jungpflanzen traf ich auf einigen 1-jährigen Brandkulturflächen in Suojärvi häufig. Verjüngt sich auch recht intensiv mit Hilfe von Wurzelsprossen, die von den dreikantigen Wurzeln in 5—8 cm Tiefe ausgehen (Fig. 71).

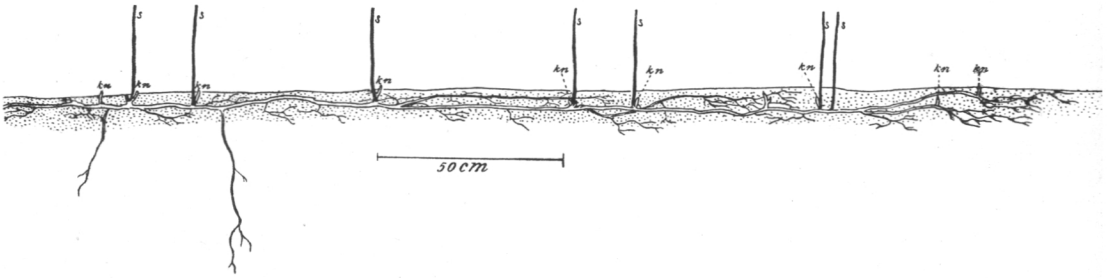


Fig. 71. *Epilobium angustifolium* auf Sandboden Zeitig im Frühjahr. s = vorjährige Stengelreste, kn = Verjüngungsknospen auf den Rhizomwurzeln.

E. palustre zweimal in FT-Hain (Schachtelhalmhain auf Lehmboden) pc.

E. montanum auf 8 Probeflächen. Einmal in AT-, einmal in FT-Hain pc. Einigemale in jungen OT- und OMT-Wäldern und einmal auf Hiebsfläche (OMT), wo auch Jungpflanzen in Saatquadrat.

Circaea alpina zweimal in FT-, einmal in AT-, einmal in OT-Hain in kleinen Flecken.

Aegopodium podagraria s. S. 80.

Cornus suecica s. S. 105.

Pyrola rotundifolia s. S. 93.

P. chlorantha s. S. 94.

P. media s. S. 95.

P. minor s. S. 96.

P. uniflora s. S. 98.

P. umbellata s. S. 95.

P. secunda s. S. 96.

Ledum palustre. Moorpflanze, die nur selten auf Heideböden (CT, VT) in einzelnen Individuen angetroffen wurde. Jedoch finden sich an der Küste des inneren Bottnischen Meerbusens Kiefernheiden (VT), wo es besonders auf Hiebsflächen (vor allem um Stubben)

häufig und blühend auftritt. Jungpflanzen habe ich einmal reichlich an der schattigen Wand einer Moorgrube angetroffen.

Myrtillus nigra s. S. 24.

M. uliginosa, auf 12 Probeflächen. Z. B. auf den Sandheiden von Veikkola oft einzelne Individuen, ebenso in Suojärvi und besonders in Mittelösterbotten. Besonders häufig in Moorsiedelungen bei den Probeflächen. Keimpflanzen sehr selten, z. B. auf Meeresuferwiesen in Mittelösterbotten gesehen.

Vaccinium vitis idaea s. S. 14.

Arctostaphylos uva ursi s. S. 41.

Calluna vulgaris s. S. 36.

Empetrum nigrum s. S. 33.

Trientalis europaea s. S. 99.

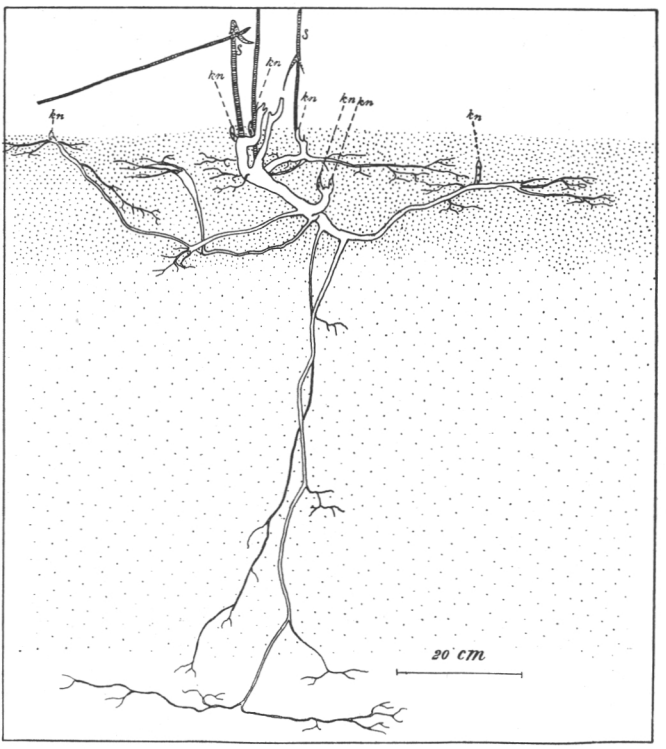


Fig. 72. *Epilobium angustifolium* von der gleichen Stelle wie Fig. 71. S. = vorjährige Stengelreste, kn = Verjüngungsknospen auf Wurzeln.

Lysimachia thyrsiflora einmal in Lärchenhain von Raivola als steriles Edaphid auf *Sphagnum*-Flecken.

L. vulgaris auf 7 Probeflächen. In LT-Uferhainen; in Punkaharju steril in mehreren jungen Wäldern auf feuchtem Brandkulturboden (OMT-FT). Siehe Fig. 38.

Polemonium coeruleum bei Kirjavalahti, auf Verwitterungsabhang in *Aegopodium*-Hain pc.

Pulmonaria officinalis s. S. 102.

Mentha arvensis einmal in AT-Hain pc, auch Keimpflanzen.

Thymus serpyllum in Veikkola pcc auf einer MT-Probefläche auf Sandboden. Obgleich die Art dort an Rändern von Landstrassen häufig und reichlich ist, breitet sie sich doch nicht nennenswert in die Wälder aus. Ursprünglich (siehe LINKOLA, S. 404) z. B. in Kirjavalahti auf Verwitterungsabhang eines Berges oberhalb einer Hainprobefläche.

Calamintha clinopodium spärlich in zwei AT-Hainen, reichlicher in zwei Hainen auf trocknerem Verwitterungsabhang bei Sortavala.

Stachys silvaticus auf 7 Probeflächen. In AT- und OT-Hainen, oft ziemlich reichlich in Gruppen und blühend auftretend. Jungpflanzen auf zwei Probeflächen beobachtet.

Brunella vulgaris tritt nur auf frischen und feuchten Böden auf. Nach LINKOLA (S. 412) ursprünglich in den besten Hainen (AT, FT), in welchen sie auf fünf von meinen Probeflächen begegnete. Auf den sonstigen Probeflächen kam sie auf offenen Brandkulturflächen, besonders Hutungen, und in jungen Wäldern darauf vor (steril, am liebsten in PyT- und OMT-, aber auch in MT-Siedelungen). Einmal in VT-Kiefernbestand in Punkaharju auf Kuhmist als Edaphid. Jungpflanzen wurden auf mehreren offenen Brandkulturflächen konstatiert.

Veronica scutellata einmal in FT-Hain (Schachtelhalmhain auf feuchtem Lehmabhang).

V. chamaedrys s. S. 91.

V. officinalis s. S. 92.

V. serpyllifolia auf 8 Probeflächen; auf jungen Brandkulturflächen frischer Böden, besonders auf Hutungen reichlich und in jungen Wäldern daselbst spärlich. Einmal auf Ameisenhaufen in Wald von Brandkulturboden, einmal an einer Feuerstätte, einmal auf feuchtem Boden in gefälltem AT-Fichtenbestand an mehreren Stellen. Jungpflanzen reichlich auf zwei jungen offenen Brandkulturflächen konstatiert.

Galium uliginosum auf 7 Probeflächen, welche Brandkulturflächen und junge Wälder daselbst waren (OMT, PyT, OT). Einmal pcc in OMT-Kiefernbestand, einmal in *Aegopodium*-Hain pcc.

G. triflorum auf drei Hainprobeflächen von Verwitterungsabhang (*Aegopodium*-Hain) oder Åsabhang an frischeren Stellen; auf einer AT-Hainprobefläche. Kommt in Flecken und cfr. vor.

G. boreale auf 8 Probeflächen. Reichlich und cfl. in Hain auf Verwitterungsabhang auf zwei Probeflächen; viermal in AT-Hain, grossenteils steril; zweimal in OMT-Brandkulturwald pc, steril, wobei es in benachbartem älterem Nadelwald fehlte. Die Art tritt auf den Probeflächen nur in Ladoga-Karelien und in Evo auf.

G. palustre in Österbotten in Meeresuferhainen. Einmal in AT-Fichtenbestand pcc ster., einmal in FT-Hain und in Grauerlenbestand auf sehr frischem Brandkulturboden (mit *Aera caespitosa*).

G. mollugo auf 22 Probeflächen. Fehlte auf den Probeflächen Mittelösterbottens. Einmal auf trockenem Hainboden, dreimal

pc—pcc in AT-Hain auf frischem Boden (nach LINKOLA 1921, S. 343, kann es an diesen Standorten ursprünglich sein). Sonst fand es sich nur in jungen Brandkulturwäldern (MT, OMT, VRT), besonders in Punkaharju, häufig. Dort auf einigen grasreichen Hiebsflächen ebenfalls häufig und cfr.; auch Jungpflanzen daselbst konstatiert. Auf VT-Heide als Edaphid einmal auf Kuhmist.

Linnaea borealis s. S. 43.

Valeriana officinalis in Meeresuferhainen an den Küsten des inneren Bottnischen Meerbusens. Jungpflanzen cop auf ihnen konstatiert.

Campanula rotundifolia auf Hutungen, offenen Brandkulturflächen und steril in jungen Wäldern auch sonst ein paarmal; merkwürdig reichlich und häufig in Punkaharju. Obgleich sich die Hauptwurzel sehr kräftig entwickelt und, wie WARMING gezeigt hat (1877, S. 84), lange behauptet, dürfte sich diese Art auch vegetativ durch die weithin längs des Bodens kriechenden Ausläufer ausbreiten. Ursprünglich besonders auf Felsen.

C. persicifolia spärlich auf 5 Probeflächen, welche sämtlich ± junge Brandkulturwälder auf ± fruchtbaren Böden waren; steril. Nach LINKOLA (1921, S. 442) tritt sie auf den Ahos derartiger Böden sowie ursprünglich besonders in den Hainen trockener fruchtbarer Böden auf.

Antennaria dioica auf 55 Probeflächen. Auf den Sandböden von Evo (VT, CT) auf einigen Probeflächen, Frequenz sogar 4—5; ebenso reichlich in Punkaharju, besonders auf den trockenen westlichen Åsabhängen. Ziemlich spärlich in Hainen auf Verwitterungsabhängen. Begegnete auch sonst oft in alten trockenen Heidewäldern, aber recht spärlich und meist steril. Reichlich, bisweilen aussergewöhnlich reichlich und blühend fand sich *Antennaria* auf den jüngsten Brandkulturflächen und Waldbrandflächen und in jungen Wäldern daselbst auf verschiedenen Böden. Wird steril und bedeutend spärlicher schon in mittelalten Wäldern angetroffen. Jungpflanzen besonders reichlich auf einer Brandfläche.

Achillea millefolium auf 35 Probeflächen. Auf offenen Brandkulturflächen und Hiebsflächen, besonders auf beweidetem, frischem Boden cfr. und oft recht reichlich. Behauptet sich in Wäldern daselbst lange steril. In LT-Hainen an Meeresufern ursprünglich (nach LINKOLA, S. 453, ursprünglich auch auf Hainfelsen). Trat mehrmals als Edaphid auf Kuhmist auch auf trockenen (VT-) Heiden auf.

Chrysanthemum leucanthemum auf 24 Probeflächen. Auf offenen Brandkultur- und einigen Hiebsflächen bisweilen (besonders in Suojärvi) überaus reichlich, blühend und reichlich Jungpflanzen produzierend. Bei Bestandesschluss wird es steril und beginnt schnell abzunehmen.

Tussilago farfarus einmal in AT-Fichtenbestand an Bach, einmal in FT-Hain auf einem feuchten Lehmabhang.

Cirsium heterophyllum auf 19 Probeflächen. In Hainen (AT, FT) feuchten Bodens und in Siedelungen frischen Lehmbodens (PyT). Ein paarmal vereinzelte Individuen auf frischem, ziemlich fruchtbarem Heideboden (OMT); fast immer steril auf den Probeflächen. Trat oft bei den Probeflächen in Bruchsiedelungen cop auf, und zwar auch blühend.

Pilosella spp. Auf 33 Probeflächen. Auf jungen, offenen Brandkulturflächen besonders auf frischem Boden, einmal auf Hiebsfläche blühend und Jungpflanzen produzierend. Auf Hutungen, somit berasten und ± waldlosen Stellen behaupten sie sich lange; bei Bestandesschluss werden sie steril und verschwinden relativ schnell. In Evo kommen sie jedoch auf einer VT-Kiefernbestands-Probefläche auf Sandboden in altem Walde pcc vor. Treten in dichten Flecken auf.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Arten mit vegetativer Verbreitung zeigt, dass zu ihnen der überwiegende Hauptteil der Waldpflanzen des Untersuchungsgebietes gehört, besonders wenn man die Häufigkeit und Reichlichkeit der Arten im Auge behält. Dies ist auch natürlich, wenn man bedenkt, dass die Verjüngung und Verbreitung durch Samen in Gebieten, wo die Pflanzendecke geschlossen ist und den verfügbaren Raum ausfüllt, grossen Schwierigkeiten begegnet. Kräftige vegetativ entstehende Verjüngungssprosse vermögen am besten im Konkurrenzkampfe neue Stellen zu erobern. Besonders ist dies der Fall bei den eine herrschende Stellung einnehmenden Nadelbaumheiden, wo die geschlossene Moosdecke z. B. den Lichtzutritt zur Keimgrundlage, zum Boden, versperrt.

Die sich vegetativ ausbreitenden Pflanzenarten sind, wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, ihren ökologisch-biologischen Eigenschaften nach recht verschieden. Der Übergang zu den sich lediglich aus Samen verjüngenden Arten ist nicht schroff, sondern es gibt Arten, die neben der vegetativen auch eine recht intensive Samenverjüngung aufweisen. Betrachtet man diese Arten für sich, so wird man beobachten, dass sie fast ausnahmslos zu den Pflanzenarten offener Böden (offene Brandkultur-, Waldbrand- und Hiebsflächen) oder von Hainen gehören. In gewöhnlichen Heidewäldern sind es sterile Relikte aus der Zeit, wo der Boden noch offen war. Wegen ihrer vegetativen Verjüngungs- und Verbreitungsfähigkeit sind sie jedoch oft von recht zäher Lebensdauer, besonders wenn die Vegetation betreffende Kalamitäten (abgesehen von Bränden, z. B. die Bildung von Lücken durch Sturm usw.) ihnen Gelegenheit zum Blühen und zur Samenverjüngung geben. Von der Art sind z. B. *Agrostis vulgaris, Calamagrostis epigeos, Rumex acetosella, Stellaria graminea, Trifolium repens, Lathyrus pratensis, Hypericum quadrangulum, Epilobium angustifolium, Lysimachia vulgaris, Veronica serpyllifolia, Galium mollugo, Antennaria dioica, Achillea millefolium, Chrysanthemum leucanthemum, Pilosella spp.* u. a. Übergänge zwischen Pflanzen offener Böden und von Hainen gibt es bereits in der obigen Aufzählung mehrere. Von den eigentlichen, reichlich

Keimpflanzen produzierenden hierhergehörigen Hainpflanzen seien z. B. noch folgende erwähnt: *Milium effusum*, *(Carex digitata)*, *(Luzula pilosa)*, *Lychnis rubra*, *Arenaria trinervia*, *Anemone nemrosa*, *Oxalis acetosella*, *(Viola palustris)*, *Aegopodium podagraria*, *Stachys silvaticus*, *Brunella vulgaris*, *Veronica chamaedrys*, *V. officinalis*, *Valeriana officinalis* u. a.

Fasst man diejenigen Arten von vegetativer Ausbreitung ins Auge, von denen aus Samen entstandene Individuen selten sind, so kann man bemerken, dass dies diejenigen hemerophoben Pflanzenarten sind, welche die Hauptmasse in der Waldvegetation des Gebietes, auf moosbedeckten Nadelbaumheiden, bilden. Umfasst doch die Liste der hierhergehörigen Arten solche Waldpflanzen wie *Phegopteris dryopteris*, *Pteris aquilina*, *Lycopodium*-Arten, *Majanthemum bifolium*, *Goodyera repens*, *Pyrola*-Arten, *Vaccinium vitis idaea*, *Myrtillus nigra*, *Trientalis europaea*, *Linnaea borealis*.

Zusammenfassung.

Fassen wir die ökologisch-biologischen Eigenschaften, die in dieser Untersuchung vom Standpunkt der Pflanzenvereinbildung sich als wichtig erwiesen und somit den Gegenstand des Hauptinteresses gebildet haben, ins Auge, so kann man die auf den probeflächen aufgetretenen Pflanzenarten am besten auf folgende Weise gruppieren.

I Hauptgruppe.

1. Gruppe: 1- und 2-jährige Pflanzenarten, die ursprünglich meist auf Felsen und auf Ufern gedeihen und auf Waldböden nur von der Kultur mitgeführt als Brandkultur-, Brandflächen- und Hiebsflächenruderate oder als Edaphide auftreten. Beispiele: *Euraphrasia officinalis*, *Potentilla Norvegica* (kann auch Pollakanth sein, Linkola 1922, S. 208), *Rhinanthus spp.*, *Stenophragma thalianum* u. a.

2. Gruppe: 1- und 2-jährige Hainpflanzen, welche infolge günstiger Voraussetzungen zur Bildung von Keimpflanzen in den Hainen sich leicht aus Samen verjüngen und so dauernd in denselben auftreten. Beispiele: *Geranium Robertianum*, *Impatiens noli tangere*.

Gruppe 1 und 2 weisen eine Reihe gemeinsamer Arten auf, wie *Cerastium triviale* (in den Hainen meistens pollakanth, siehe Linkola 1922, S. 203), *Galeopsis tetrahit*, *Lampsana communis* u. a.

II Hauptgruppe.

3. Gruppe: Vegetativer Verbreitungsfähigkeit ermangelnde, sich somit nur aus Samen verjüngende und verbreitende, mehrjährige, jedoch nur einmal blühende Arten. Da die Entwicklung in der Blütenphase je nach den Verhältnissen mehrere Jahre fortdauern kann, so ist das fortgesetzte Gedeihen der Art an den Stationen weniger abhängig von den gelegentlichen Schwankungen der letzteren, wie dies bei den vorigen Arten der Fall ist. Gleichzeitig sind die Individuen im allgemeinen kräftiger. Es sind in den Gebieten ± Hainpflanzen. Beispiele: *Angelica silvestris, Chaerophyllum silvestre.*

Da auch bei diesen Arten einige Individuen oft zu anderen Gruppen gehören, ist die Bedeutung dieser mit den vorhergehenden vermittelnden Gruppe recht gering.

4. Gruppe. Vegetativer Verbreitungsfähigkeit ermangelnde, sich somit nur mittels Samen verbreitende, mehrmals blühende und auf offenen Böden vorkommende Pflanzenarten. Verjüngen und verbreiten sich aus Samen auf offenen Brandkulturflächen intensiv. Behaupten sich mitunter, freilich die meisten nur steril, ziemlich lange noch, nachdem sich ihr Standort mit Wald überzogen hat. Beispiele: *Campanula glomerata, Centaurea phyrgia, Cerastium triviale, Potentilla tormentilla, Knautia arvensis, Luzula multiflora, Pimpinella saxifraga.*

Einige Arten dieser Gruppe, wie *Hieracium umbellatum, Hypochaeris maculata, Solidago virgaurea, Viola canina, Orchis maculatus,* nehmen einen ziemlich festen Platz unter den Arten der Heidewälder ein, wobei jedoch der ökologische Charakter auch dieser Arten deutlich auf diese Gruppe weist.

5. Gruppe. Vegetativer Verbreitungsfähigkeit ermangelnde und sich somit mittels Samen verbreitende, mehrmals blühende Arten, die auf Hainböden wachsen. Beispiele: In diese Gruppe gehört ein grosser Teil der Hain- und Halbhainpflanzenarten der Gebiete, von denen z. B. erwähnt seien *Geranium silvaticum, Hepatica triloba, Viola mirabilis* u. a. — Z. B. *Lycopodium selago* dürfte man mit gutem Grunde neben diese Gruppe stellen können, wobei biologisch die Keimknospen den Samen entsprechen würden.

Diese und die vorhergehende Gruppe weisen eine bedeutende Menge gemeinsamer Arten auf, von denen erwähnt seien: *Leontodon hispidus, Orchis maculatus, Ranunculus acer, R. auricomus, Rumex acetosa* u. a.

6. Gruppe: Vegetativer Verbreitungsfähigkeit ermangelnde und sich somit mittels Samen verbreitende, mehrmals blühende Arten, die als ständige auf Heidewaldböden auftreten. Beispiele:

Picea excelsa, *Pinus silvestris*, *Juniperus communis*, *Festuca ovina*, *Pulsatilla vernalis*, *Archieracium*. — An diese Gruppe schliesst sich ziemlich nahe *Calluna vulgaris*, vielleicht auch *Arctostaphylos uva ursi* an, wenn auch bei ihnen ein Anfang zu vegetativer Verbreitung zu konstatieren ist. Als solche weniger typische Arten dieser Gruppe könnte man auch die in Verbindung mit Gruppe 4 erwähnten, auf Heiden einigermassen festen Arten sowie mehrere in ihren Eigenschaften auf Gruppe 5 weisende Arten ansehen, so z. B. *Betula alba*, *Luzula pilosa*, *Orobus vernus*, *Platanthera bifolia*, *Viola Riviniana*, *V. rupestris*.

III Hauptgruppe.

7. Gruppe: Sich vegetativ verbreitende, aber auch reichlich Samenpflanzen aufweisende Arten, die reichlich und blühend auf offenen Böden auftreten. Auch in Wäldern behaupten sich die Arten dieser Gruppe ziemlich lange, sind jedoch in denselben fast immer steril (möglicherweise mit Ausnahme der ± lichten Hainwälder auf trockenem Boden). Beispiele: *(Alnus incana)*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Galium mollugo*, *Hypericum quadrangulum*, *Stellaria graminea*. Auch die Arten *Calamagrostis epigeos*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca rubra*, *Lathyrus pratensis* kann man zu dieser Gruppe zählen.

8. Gruppe: Sich vegetativ verbreitende Arten, deren Samenverjüngung intensiv ist und die hauptsächlich auf Hainböden vorkommen. Zu dieser Gruppe gehört eine grosse Menge Hainpflanzenarten. Beispiele: *Aegopodium podagraria*, *Anemone nemorosa*, *Fragaria vesca*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Stachys silvaticus*, *Stellaria holostea* u. a.

9. Gruppe: Sich vegetativ verbreitende Arten, deren Samenpflanzen selten, oft in betreff der ersten Erstarkungsstadien reduziert und langlebig sind. Kommen in Heidewäldern vor und meiden oft offene Böden und Haine. Zu dieser Gruppe gehören die wichtigsten Arten der Heidewälder. Beispiele: *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idaea*, *(Lycopodium spp.)*, *Pyrola spp.*, *Trientalis europaea*, *Majanthemum bifolium*, *Goodyera repens*.

IV Hauptgruppe.

10. Gruppe. In Heidewäldern vorkommende Arten, welche 1—2-jährig sind und sich auch auf den dichtesten Moospolstern alljährlich aus Samen verjüngen. Zu dieser Gruppe gehören von den auf den Probeflächen auftretenden Arten nur *Melampyrym pratense* und *M. silvaticum*.

V Hauptgruppe.

Umfasst Heterotrophen und Epiphyten, die abgesehen von *Corallorrhiza*, *Neottia* und *Monotropa* auf den Probeflächen keine Vertreter unter den Gefässpflanzen haben. Unter den Moos- und Flechtenarten finden sich hierhergehörige Arten, wie in den folgenden Teilen dieser Untersuchung gezeigt werden soll, recht zahlreich, und sie lassen sich in mehrere ökologisch-biologische Gruppen einteilen.

Zitierte Literatur.

Brundin, J. A. Z: 1898; Bidrag till kännedomen om de svenska fanerogama örternas skottutveckling och öfvervintring. Akademisk Afhandling. Upsala.

Cajander, A. K.: 1916; Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.

— —: 1922; Zur Begriffstbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie. Acta forestalia fennica; Tom. 20. Helsinki.

Fitting, Jost, Schenk, Karsten: 1913; Lehrbuch der Botanik. Jena.

Heikinheimo, O.: 1915; Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta forestalia fennica; Tom. 4. Helsinki.

Keso, Alma: 1908; Über Alter und Wachstumsferhältnisse der Reiser in Tavastland. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica; Tom. 31, N:o 1. Helsingfors.

— —: 1909; Varpukasveista. Luonnon Ystävä 1909, N:o 1.

Kihlman, A. Osw. (Kairamo): 1890; Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica; Tom. 6. Helsingfors.

Kujala, V: 1924; Tervaleppä [*Alnus glulinosa* (L.) Gaertn.] Suomessa. Kasvimaantieteellinen tutkimus. Referat: Die Schwarzerle [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.] in Finnland. Pflanzenpeographische Untersuchung. Communicationes ex Instit. quaestionum forestalium Finlandiae ed.; Tom. 7. Helsinki.

Linkola, K.: 1921; Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee. II. Spezieller Teil. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica. Tom. 45, N:o 2. Helsingfors

— —: 1922; Zur Kenntnis der Überwinterung der Unkräuter und Ruderalpflanzen in der Gegend von Helsingfors. Annales Soc. Zoolog.-Botanicae Fennicae Vanamo; Tom. 1, N:o 7.

Olsen, C.: 1921; Studier over jordbundens brintionkoncentration og dens betydning for vegetationen, saerlig for plantefordelningen i naturen. Meddel. fr. Carlsbergslaboratoriet.

Palmgren, A.: 1912; Hippophaes rhamnoides auf Åland. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica. Tom. 36. Helsingfors.

— —: 1915: Studier öfver Löfängsområdena på Åland. Ett bidrag till kännedomen om vegetationen och floran på torr och på frisk kalkhaltig grund. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica; Tom. 42, n:o 1. Helsingfors.

— —: 1922; Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine Pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. I. Acta forestalia fennica; Tom. 22. Helsingfors.

Raunkiaer, E.: 1895—99; De danske Blomsterplanters Naturhistorie. I. Kjöbenhavn.

Samuelson, G.: 1913; Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger Bicorne-Typen. Svensk Botanisk Tidskrift; Bd. 7, H. 2. Stockholm.

Schotte, G.: 1924; Några norrländska skogsföryngringsproblem II. Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt; Häfte 2, n:o 4. Stockholm.

Schroeter, C.: 1923; Das Pflanzenleben der Alpen. Eine Schilderung der Hochgebirgsflora. Erste Lieferung. Zürich.

Sernander, R.: 1901; Studier öfver skottbyggnaden hos *Linnaca borealis* L. Botaniska Notiser 1901. Lund.

— —: 1906; Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens handlingar; Band 41, n:o 7. Uppsala et Stockholm.

— —: 1908; Förna och äfja. Geologiska föreningens förhandlingar. Band 40, Heft 5. Stockholm.

Sylven, N.: 1906; Om de svenska dikotyledonernas första förstärkningsstadium eller utvekcling från frö till blomning. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens hanlingar; Band 40, n:o 2. Uppsala et Stockholm.

Warming, E.: 1877—79; Smaa biologiske og morphologiske Bidrag. Botanisk Tidskrift; 2 R., Bind 2. Kjöbenhavn.

— —: 1890; Om Skudbyggning, Overvintring og Foryngelse. Festskrift i Anledning af Den Naturhistoriske Forenings Bestaaen fra 1833—1883. Kjöbenhavn.

Valle, K. J.: 1919; Havaintoja lehtomaisen kasvillisuuden ja lehtokasvien esiintymisestä Jääskessä. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica; Tom. 46, n:o 6. Helsinki.

Vestergren, Tycho: 1902; Om den olikformiga snöbetäckningens inflytande på vegetationen i Sarekfjällen. Botaniska Notiser 1902, s. 241—268. Lund.

Wittrock, V. B.: 1878; Om *Linnaea borealis* L. En jemnförande biologisk, morfologisk och anatomisk undersökning. Botaniska Notiser 1878—1879. Lund.

Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa.

I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogis-bioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmällä pitäen.

A. Putkilokasvit.

(Suomenkielinen selostus.)

Johdanto.

Niiden tutkimusten tarkoitus, joista tämä julkaisu käsittää ensimmäisen osan, on ollut selvitellä metsäkasvustojen kokoonpanoa ja suhdetta toisiinsa päämääränä metsäkasvustojen tarkempi tunteminen ja luonnollinen luokittelu. Sopivimmaksi lähtökohdaksi tällaiselle tutkimukselle on osottautunut kasvilaji ja eri lajien ekoloogis-bioloogisten ominaisuuksien tarkka tunteminen. Sen vuoksi käsitellään tämän tutkimuksen ensi osissa tuloksia yksityisten lajien biologiasta.

Tutkimukset suoritettiin kesinä 1922, 1923 ja 1924 Raivolan lehtikuusipuistossa, Veikkolan kokeilualueella, Evon valtionpuistossa, Vesijaon kokeilualueella, Punkaharjun kokeilualueella, Sortavalan seudussa, Laatokan-Karjalan vedenjakajaseudussa, Kolin kokeilualueella, Keski-Pohjanmaalla Pyhäjärven pitäjässä, Raahen ja Kokkolan välisellä merenrannikolla ja Keskipohjanmaan sisämaa-alueella (kts. kartta 1). Havainnot kohdistettiin koealoihin, joiden normaalikoko oli 30 × 30 m². Täydellisemmin analysoitiin noin 200 koealaa.

Maaprofiili.

Maat ovat tutkimusalueilla olleet enimmäkseen laihoja tai laihanpuoleisia kankaita. Kuva 2 esittää tyypillistä maaprofiilia koealoilla. Kuivimmilla kankailla puuttuu yhtenäinen sammal- ja juurakkoturvekerros, samaten lehdoissa. Tällä seikalla on merkityksensä etenkin kasvien itämisedellytyksille, jotka lehdoissa ja kuivimmilla kankailla ovat paremmat kuin kuvan 2 esittämällä alueen normaalityyppisellä maalla.

Havainnot eri metsäkasvilajien ekoloogis-bioloogisista ominaisuuksista.

Vaccinium vitis idaea: Pääosan kasvista muodostaa juurakkoturpeessa kulkeva haarautuva juurakko, josta vain harvoja paksumpia juuria tunkeutuu syvemmälle mineraalimaahan. Tällainen kasvi on tavallaan kuolematon kasvaessaan jatkuvasti latvaosissaan tyvipään kuollessa. Puola uudistuu ja leviää pääasiassa juurakon välityksellä, siementaimien (kuva 4) ollessa erittäin harvi-

naisia, etenkin kun otetaan huomioon, että kysymyksessä on Suomen metsien yleisin ja runsaimmin esiintyvä kasvilaji. Siementaimia on esiintynyt vain sellaisilla paikoilla, mistä pintasammalikko syystä tai toisesta on puuttunut, ei kuitenkaan esim. paloaloilla, eikä myöskään hakkuualoilla. Näillä paikoilla on maanpinta liian kuivaa puolukan siemenen itämiselle. Uudistus niillä tapahtuu säilyneistä juurakoista. Esim. Pohjanlahden rannikolla on maankohoaminen kuitenkin siksi nopea, että mikään metsäkasvilaji ei ehdi kasvullisesti ottaa merestä kohoavaa maata haltuunsa, vaan täytyy siemenleviämistä tapahtua. Siellä onkin rantaniityillä hyvät itämisedellytykset, ja metsäkasvien, m. m. puolan taimia on siellä enemmän kuin muualla tavattu.

Puola viihtyy hyvin kuivilla ja kuivanpuoleisilla kangasmailla. Lehtomailla se vetäytyy kiville, kannoille j. n. e. Kuitenkin havaitaan myös kangasmailla puolan puuttuvan monilta paikoilta. Vanhoilla kankailla on usein laajahkoja varvuttomia laikkuja, jotka voivat aiheutua osaksi sienihuovastojen hävittävästä vaikutuksesta *(Calodon*-lajien muodostama »maannahka»), osaksi pakkasen vaikutuksesta lumettomilla kohdilla, vieläpä voimakkaampien lajien kilpailusta *(Lycopodium, Phegopteris)*. Osaksi ovat syyt kuitenkin tuntemattomia. Usein havaitaan toisten metsäkasvilajien *(Aera flexuosa, Linnaea)* viihtyvän hyvin varvuttomilla aloilla. Myös metsänhakkuu aiheuttaa puolan maanpäällisten osien äkillisen kuolemisen, mikä ilmeisesti johtuu maan pintakerrosten kuivumisesta. Lehtikuusen alla viihtyy puola huonommin kuin kotimaisten havupuiden muodostamissa metsiköissä.

Myrtillus nigra: Rakenteeltaan muistuttaa mustikka puolaa. Juurakot ovat (kts. kuva 9) kuitenkin haaraisempia ja mutkikkaampia kuin puolan; suurempia mineraalimaahan tunkevia juuria on myös enemmän. Myös mustikka uudistuu pääasiassa juurakkovesoista. Mustikan siementaimet ovat kuitenkin hieman yleisempiä kuin puolan, mikä johtunee osaksi siitäkin, että mustikan taimet ovat kasvukykyisiä jokseenkin rehevilläkin paikoilla, missä siemenuudistusedellytykset ovat edullisemmat. Mustikankaan taimia ei tavata paloaloilta eikä hakkuualoilta sanottavasti, vaan tapahtuu uudistus niillä, samoinkuin puolan, juurakkovesoista. Pohjanmaan maankohoamisrannikon rantalehtoihin se leviää rinnan puolan kanssa tai useammin vielä hieman sen edellä. Mustikan esiintyminen metsissä on selvään epätasaisempaa kuin puolan. Eroavaisuutta puolaan nähden saatetaan lisäksi todeta etenkin siinä, että mustikka puuttuu kuivimmilta kankailta, joilla puola vielä tulee toimeen, sekä toisaalta siinä, että mustikka on esiintymiskykyisempi lehtomailla kuin puola. Mustikka on siten selvään luonteeltaan vaateliaampi kasvilaji kuin puola. Mustikan esiintymistapa on laikuttaista. Lehtomailla ovat laikut hyvin vaihtelevia kooltaan (kuva 13) mikä aiheutuu siemenuudistuksesta siellä. Kangasmailla ovat laikut sitävastoin suuria. Niiden olemassaolon voi todeta parhaiten niukasti esiintyvän muunnoksen, n. s. pikimustikan *(M. nigra var. epruinosa)* esiintymisestä tarkkaamalla (kuva 14). Myös mustikan esiintymisessä havaitaan epäsäännöllisyyksiä, jotka aiheutuvat pääasiassa samoista syistä kuin puolalla: etenkin pakkasen vaikutuksesta yksityisten kuusien ja tiheiden kuusimetsiköiden alla sekä kilpailusta toisten kasvilajien kanssa. Aloille, mistä mustikka puuttuu leviävät toiset kasvilajit mielellään, kuten esim. *Aera flexuosa* kuvien 15 ja 16 esittämässä tapauksessa Raivolan lehtikuusimetsässä.

Empetrum nigrum: Variksenmarjalla ei ole ensinkään maansisäisiä juurakoita. Sen varret hautautuvat kuitenkin vähitellen karikepeitteen alle, juurtuvat maahan ja itsenäistyvät. Variksenmarjan kasvunopeus on kuiten-

kin paljo pienempi kuin mustikan ja puolan ja yksityisten versojen ikä hyvin suuri (jopa 80 v.), mistä aiheutuu, että variksenmarja esiintyy sangen yhtenäisinä tiheinä laikkuina, joiden läpimitta voi olla useita kymmeniä metrejä (kuva 17), jolloin laikut kuitenkin voivat olla useammasta alku-yksilöstä muodostuneita. Variksenmarja on tarkemmin tutkittaessa aina osottautunut jyrkkärajaisissa laikuissa esiintyväksi. — Yleisimpänä on variksenmarja ollut Veikkolan hietakankailla, Laatokan-Karjalan vedenjakajaseudussa ja meren rannikolla Pohjanmaalla. Myös sisämaassa viihtyy se mielellään järvenranta-metsissä. Myös variksenmarjan siementaimet ovat harvinaisia; yleisemmin on niitäkin ollut merenrantaniityillä, minne variksenmarja leviääkin hyvin halukkaasti.

Calluna vulgaris: Kanervalla ei ole maansisäisiä uudistuselimiä. Senkin oksat kuitenkin painuvat maahan ja juurruttuaan aiheuttavat jonkun verran kasvullista leviämistä. Kanervan uudistumisessa ja levenemisessä onkin, päinvastoin kuin edellisillä lajeilla, siemenuudistuksella erittäin suuri merkitys. Kanervan siementen tuotto on runsasta, ja sen taimet ovat erittäin yleisiä kaikenlaisilla paljastuneilla paikoilla, ei kuitenkaan lehtomaalla, missä kanerva ei muutenkaan kykene kasvamaan. Kun siemenuudistusedellytykset kuivimmilla kankailla ovat paremmat kuin tuoreemmilla, missä sammalpeite on vahva, aiheutuu tästä, että edellämainituilla kanerva esiintyy pysyvänä kasvilajina. Tuoreemmillekin maille leviää kanerva hyvin mielellään ja joukottain, milloin ehkäisevä sammalikko ja puiden varjostus niiltä syystä tai toisesta häviää. Sen vuoksi ovat palo- ja kuivemmat hakkuualat kanervan esiintymisen pääpaikkoja. Kun metsä tällaisilla mailla alkaa jälleen kehittyä entiselleen ja sulkeutuu, kuolee ja häviää kanerva usein äkkiä, antaen tilaa puolalle, mustikalle y. m. (kts. kuva 19 ja 20) ja osoittaen siten, että tällaista kasvustoa ei ole luettava kanervalle luonteenomaiseen kasvillisuustyyppiin (CT).

Kanerva on ollut runsas etenkin hietakankailla ja kaskiviljelysalueilla, niukempi esim. Pohjanlahden rannikkoseudussa, mikä aiheutunee kaskiviljelyksen puuttumisesta siellä.

Arctostaphylos uva ursi: Sianpuola on niinikään maansisäisiä uudistuselimiä vailla, vain heikosti kasvullisesti leviävä kasvilaji. Sen siementaimia on tavattu vain paloaloilla. Se on kuitenkin ollut yleensäkin vain niukasti ja etupäässä kuivimmilla kankailla esiintyvä. Tuoreilla mailla sitä tapaa vain edafiidina rapakivillä, teiden varsilla y. m. s. paikoilla (kuva 21).

Linnaea borealis: Vanamolla ei ole myöskään maansisäisiä juurakoita, sitävastoin on sillä pitkiä rönsyjä, jotka nekin vähitellen peittyvät karikkeiden ja sammalen alle ja juurtuvat. Vanamon juurissa on kohtisuoraan sammalen läpi tunkeva paksumpi alkuosa (1 kpl. kussakin vuosikasvaimessa), joka turpeessa haarautuu pitkiksi valkeiksi ohuiksi juuriksi (kuva 22). Vahvempia mineraalimaahan tunkeutuvia juuria ei ole ensinkään. Vanamo uudistuu pääasiassa rönsyjensä avulla; sen siementaimet ovat erittäin harvinaisia (kuva 23). Vanamo on esiintymiessään sidottu metsäturpeeseen ja viihtyy siksi etenkin vanhoissa metsissä, missä humusta on runsaasti. Pohjanmaan rannikon metsiin leviää se sen vuoksi vasta melkoisen kaukana puolan ja mustikan perässä (kuva 5 ja 25), paloissa se tuhoutuu ± kokonaan ja regeneroituu hitaasti. On ymmärrettävää, että *Linnaea* viihtyy huonosti kuivimmilla kankailla, missä humusta on niukasti, samoin myös lehtomullalla. Puiden alustoissa, missä muita varpuja ei kasva, viihtyy vanamo hyvin, mahdollisesti siksi, että se tarvitsee vain ohuen lumisuojan. Kun *Linnaean* varsi on sammalen päällinen, ei se ole myöskään humussienien tuhoille altis samassa määrässä kuin puolan ja mustikan juurakot.

Lycopodium selago: esiintyy tuoreilla metsämailla pikkutuppaina ja leviää vegetatiivisesti itusilmujen avulla (kuva 26).

L. annotinumilla, joka on alueen yleisin liekolaji, on myös rönsymäisiä pitkin maata luikertelevia varsia. Siksi se esiintyy laikuissa, jotka väliin ovat laajoja ja muulle kasvillisuudella tuhoisia, väliin pienempiä (kuva 28). Raivolan lehtikuusimetsästä löydettiin itiöstä kehittyneitä noin 3-vuotisia nuoria yksilöitä (kuva 60).

L. clavatum muistuttaa rakenteeltaan *L. annotinumia*. Sen rönsyt ovat kuitenkin vähemmän maahan painuneet, enemmän pitkin sammalikon pintaa kasvavat. Tämän vuoksi on *L. clavatumilla* samoinkuin vanamolla kohtisuoraan alaspäin kasvava vankka »porajuuri», joka vasta turpeessa haarautuu. Se on esiintymisessään yleensä vähän kuivemmille paikoille keskittynyt kuin edelliset.

L. complanatum: Rönsymäiset varret kulkevat hyvin syvällä lähelle maanpintaa painuneena. Tämän vuoksi tämä laji kestää kuloa paraiten. Esiintyy keskittyneenä vieläkin kuivemmille paikoille kuin edellinen.

Pteris aquilina: Kuvat 30, 31 ja 32 esittävät sananjalan maansisäisen, erittäin vankan varsisysteemin rakennetta. Maanpinnalle tulevat vain sen suuret lehdet. Juurakot sijaitsevat 5—15 cm syvyydessä mineraalimaassa ja tulevat monien metrien pituisiksi. Uudistuu juurakkohaaroista. Kaski- ja paloaloilla säilyvät juurakot elossa ja uudistuminen tapahtuu niistä suurimmaksi osaksi.

Phegopteris dryopteris'ella on kaksihankaisesti haaraautuva juurakko 3—5 cm syvyydessä tuoreessa humuksessa. Tällaisella maalla leviää metsäimarre halukkaasti kasvullisesti taajoiksi kasvustoiksi. Myös itiöuudistusta tapahtuu tuoreissa metsissä lahomättäiden kupeissa y. m. *Phegopteris dryopteris* esiintyy tuoreissa, lihavissa, etenkin vanhoissa metsissä. Kun sillä ei ole talvella maanpäällisiä osia, tulee se niukkalumisissa kuusen alustoissakin hyvin toimeen.

Luzula pilosa: Kukkii ja tekee itäviä siemeniä runsaasti ja uudistuu helposti siemenistä. Raskaat siemenet jäävät kuitenkin emokasvin lähettyville aiheuttaen sen, että kevätpiippo esiintyy ryhmittäisesti. Taimet ovat, kuten monen aito metsäkasvin, maansisäisiä.

Carex digitata uudistuu siemenistä yhtä helposti kuin edellinen ja esiintyy sen tapaan, ollen kuitenkin sitä jonkunverran vaateliaampi.

Aera flexuosa: On selvään alueen yleisin metsäheinälaji. Varjoisessa metsässä kasvaessaan on sillä rönsymäiset pitkänivelväliset varret ja esiintyminen laikuttaista, valoisassa paikassa on kasvutapa enemmän mätästävä. Kukkiminen varjoisassa metsässä on vähäistä, valopaikoissa, kuten paloaloilla ja hakkuualoilla, erittäin runsasta. Taimia tapaa etenkin paloaloilla ja hakkuualoilla.

Calamagrostis arundinacea: on toinen alueen pää-metsäheinälaji. Kasvutavaltaan on se ± mätästävä. Esiintyy hentona ja steriilinä suljetuissa metsissä, palo- ja hakkuualoilla runsaasti kukkivana ja reheväkasvuisena (kts. kuva 40). Huomionarvoista on *C. arundinacean*, samoinkuin useiden muiden lämpimiä rinnemaita ja kaski-ahoja suosivien lajien puuttuminen keski-Pohjanmaalla (samoinkuin PALMGREN'in muk. Ahvenanmaalta) missä kaskimaita ei myöskään ole.

Majanthemum bifolium: Varsisysteemistä saa kuvasta 41 käsityksen. Siemenuudistus hyvin vähäistä; juurakkojen avulla tapahtuva, laikuttaiseen esiintymiseen johtava vegetatiivinen uudistus on vallitseva. Oravanmarja viihtyy erittäin varjoisissakin metsissä, mihin sen ohuet laajapintaiset lehdet tekevät sen kykeneväksi.

Convallaria majalis: Kuva 42 osoittaa varsisysteemiä maansisäisine juurakko-osineen. Uudistuminen tapahtuu pääasiassa juurakoista, ja esiintynen on siksi laikuttaista. Kun kielo suosii lämpimiä rinnemaita, mahdollisesti jonkunverran myös kaskimaametsiä, on se Pohjanmaalla niukempi kuin muilla tutkimusalueilla.

Paris quadrifolia: Kuva 43 esittää 7-vuotista sudenmarja-yksilöä. Tämän ikäisenä alkavat vuosikasvaimet juurakon tyvipäässä kuolla. Kuuluu lehtokasveihin.

Goodyera repens: Kuten kuva 3 esittää, kasvaa juurakko kuolleen sammalen tyviosan muodostamassa maakerroksessa. Kun tämä kerros puuttuu kuivimmilta kankailta ja lehtomailta, ei *Goodyera*a, joka on yleisin kangasmetsien kämmekäinen, näillä kasvupaikoilla tavata. Melkein mikroskooppisen pienistä siemenistä syntyvien taimien esiintymis- ja runsaussuhteet ovat tällä, kuten muillakin kämmekkäkasveilla, hyvin huonosti tunnetut. Laji kasvaa aina pienissä, vegetatiivisesti syntyneissä laikuissa.

Listera cordata: Tuoreemmilla mailla kuin edellinen tavattava yleinen kämmekkäkasvi. Vegetatiivista uudistusta toimittavat juuret, joiden kärkiin muodostuu uusia kasviyksilöitä.

Anemone nemorosa: Kuten kuvasta 47 nähdään, on tällä lajilla haarainen juurakko 3—4 cm syvyydessä mullassa. Myös siemenuudistus on hyvin tehokas. Sirkkataimet (vrt. kuva 44) ovat maansisäisiä. Laji on puolilehtokasveihin kuuluva.

Rubus saxatilis: Lillukka on ollut, lukuunottamatta Pohjanmaata, sangen yleinen metsäkasvilaji, joka uudistuu kangasmetsissä pääasiassa vegetatiivisesti ja esiintyy steriilinä; lehdoissa (esim. meren rannikoilla) ja palo- sekä hakkuualoilla se kukkii runsaammin ja uudistuu siementaimien välityksellä.

Potentilla tormentilla: Tämä laji on usein esiintynyt koealoilla steriilinä, monivuotisen juurakkonsa turvin säilyvänä. Uudistuminen siemenestä ja leveneminen tapahtuu pääasiassa kaskiahoilla sekä korvissa ja rämeissä, joissa tämä laji myöskin esiintyy kukkivana. Keskipohjanmaan alueilla ei tätä lajia kankailla ole, otaksuttavasti osaksi syystä, että kaskiviljelys on puuttunut.

Viola canina: On monivuotinen laji, joka lisääntyy ja leviää siemenistä kuten edellinenkin, etenkin hakkuu-aloilla, ahoilla y. m., missä maat on paljaana. Kukkii kuitenkin vanhemmassakin metsässä. Keto-orvokki suosii lämpimiä kuivanpuoleisia kasvupaikkoja. Esim. Pohjanmaan kankailla on se harvinainen.

V. Riviniana muistuttaa biologisilta suhteiltaan edellistä. Esiintymisessään suosii se kuitenkin rehevämpiä ja tuoreampia maita kuin *V. canina* ja puuttuu siksi esim. Veikkolan kankailta, on hyvin harvinainen Laatokan-Karjalan sisämaa-alueella j. n. e.

Aegopodium podagraria: Vuohenputken juurakoista saa kuvista 46 ja 47 käsityksen. Suljetuissa metsissä on se steriiliä ja tehokkaasti vegetatiivisesti leviävää; hakkuualoilla (kuva 48) on se runsaasti kukkivaa ja niillä on myös siementaimia runsaasti. Vuohenputki on tyypillinen lehtokasvi.

Oxalis acetosella: Rakenne selviää kuvasta 49. Lehdet, joita on tavallisesti 3 ruusukkeena, säilyvät vihreinä talven yli ja tekevät mahdolliseksi assimiloimisen aikasin keväällä, kun suuremmat ruohot eivät vielä varjosta tätä matalimman putkilokasvikerroksen muodostavaa lehtokasvilajia. Uudistuminen tapahtuu sekä juurakoiden avulla että myös taimista erittäin tehokkaasti. Käenkaali esiintyy aina laajahkoina selvärajaisina laikkuina (kts. kuva 50 ja 51).

Melampyrum pratense ja M. silvaticum ovat 1-vuotisia kasvilajeja, jotka uudistuvat helposti siemenistä tuuheimmissakin sammalikoissa. Kun siemenet ovat levenemiskykyä vailla, esiintyy se tavallisimmin siemennysryhmissä ja laikuissa. Maitikat, etenkin *M. silvaticum*, sietävät ankaraakin varjostusta. *M. silvaticum* on myös lehdoissa esiintymiskykyisempi kuin *M. pratense*.

Veronica chamaedrys: Juurakko on pitkä, lähellä maanpintaa kulkeva. Keskikesällä kukkiessaan kohoavat kukkavarret lehtoruohojen ruusukelehtikerroksen yläpuolelle (kuva 57), vaikkakin kasvi muuten jää sen alapuolelle. On lehtokasvinluontoinen ja uudistuu, paitsi juurakoista, myös siemenestä lehdoissa, vähemmässä määrässä myös kaskiahoilla ja hakkuualoilla.

Veronica officinalis on edellisen tapainen ja hyvin usein sen seurassa esiintyvä, kuitenkin vähemmän vaatelias laji. Etenkin lehtoihin, kaskiahoille ja hakkuualoille se leviää mielellään siemenistä.

Pyrola-lajit ovat kaikki juurakoilla varustettuja laikuttain esiintyviä kasvilajeja, joiden siemenuudistus on hyvin heikko ja huonosti tunnettu. Ainoastaan *P. secundasta* löydettiin varmoja nuoria siemenestä syntyneitä yksilöitä (kuva 59. Kuvassa 60 esitetty *P. uniflora*-yksilö on ilmeisesti hyvin nuori). *Pyrola*-lajien ekoloogiset ominaisuudet ovat sangen erillaisia. *P. uniflora* on vaateliain, esim. Pohjanlahden rantalehdoissa runsaasti tavattu. *P. rotundifolia* suosii tuoreita savimaita ja on siksi puuttunut Laatokan-Karjalan vedenjakajaseudussa, Veikkolassa ja Punkaharjulla tutkituilta koealoilta. *P. media* viihtyy taas hyvin hietamaillakin, samoin *P. chlorantha* ja *P. umbellata*. *P. minor* suosii, samoinkuin *P. secunda*, tuoreita metsämaita la leviää myös korpiin y. m. suomaille. Yleensä ovat *Pyrola*-lajit luonteenomaisia havumetsien lajeja, jotka tulevat huonosti toimeen kulttuurin vaikutuksen alaisilla mailla.

Trientalis europaea on myös aito metsäkasvi heikkoine siemenuudistuksineen ja maansisäisine taimineen. Kuva 61 esittää metsätähden rakennetta. Kunkin varren tyvestä lähtee kaksi juurakkohaaraa, joiden latvat turpoavat mukulamaisesti ja juurtuvat maahan. Yhdistävä hoikka juureton juurakon osa kuolee pian, niin että metsätähti-yksilöt ovat erillisiä. Niiden esiintyminen laikuissa osoittaa kuitenkin vegetatiivisen uudistustavan olevan vallitsevan tällä lajilla.

Solidago virgaurea kuuluu tavallisimpiin metsäruohoihin. Suljetussa metsässä se kukkii niukasti, uudistuu ja leviää vegetatiivisesti. Ahoilla ja hakkuualoilla se sitävastoin kukkii runsaasti ja tekee siementaimia. Kuva 63 esittää sen rakennetta, kuva 64 tyypillistä taimiryhmää emovarren alla, kuva 65 jonottaista esiintymistä ikivanhassa metsässä.

Sivuilla 102—139 käsitellään lyhyesti muut koealoilla esiintyneet lajit

Kun pidetään silmällä niitä ekoloogis-bioloogisia ominaisuuksia, jotka tässä tutkimuksessa ovat osoittautuneet kasviyhdyskuntamuodostuksen kannalta tärkeiksi, niin saatetaan koealoilla esiintyneet kasvilajit ryhmittää seuraavalla tavalla:

I Pääryhmä.

Ryhmä 1: 1- ja 2-vuotisia kasvilajeja, jotka esiintyvät alkuperäisinä kallioilla ja rannoilla, metsämaalla sitävastoin vain kulttuurin tuomina aho-, palo- ja hakkuualaruderaatteina tai edafiideina. Esimerkkejä: *Euphrasia officinalis, Potentilla Norvegica* (on väliin myös monivuotinen), *Stenophragma thalianum* y. m.

Ryhmä 2: 1- ja 2-vuotisia lehtokasvilajeja, jotka suotuisain taimentumisedellytysten vallitsemisen vuoksi lehdoissa uudistuvat helposti siemenistä vuosittain ja ovat siksi lehdoissa pysyviä. Esimerkkejä: *Geranium Robertianum, Impatiens noli tangere.*

Ryhmillä 1 ja 2 on joukko yhteisiä lajeja, kuten *Cerastium triviale* (usein myös, etenkin lehdoissa, monivuotinen), *Galeopsis tetrahit, Lampsana communis* y. m.

II Pääryhmä.

Ryhmä 3: Vegetatiivista levenemiskykyä vailla olevat, siksi vain siemenestä uudistuvat ja siementen välityksellä leviävät useampivuotiset, mutta vain kerran kukkivat kasvilajit. Kun kehitys kukka-asteelle voi jatkua olosuhteiden mukaan useampia vuosia, on lajin jatkuva toimeentulo kasvupaikan tilapäisvaihteluista vähemmän riippuvainen kuin edellisissä ryhmissä. Samalla ovat yksilöt voimakkaampia. Ovat ± lehtokasvin luontoisia. Esimerkkejä: *Angelica silvestris, Chaerophyllum silvestre.* — Koska useat yksilöt näistä lajeista kuuluvat muihin ryhmiin, on tämän edellisiin ryhmiin välittävän ryhmän merkitys hyvin pieni.

Ryhmä 4: Vegetatiivista levenemiskykyä vailla olevat, siksi vain siemenistä uudistuvat ja leviävät useamman kerran kukkivat metsättömien maiden kasvilajit. Uudistuvat ja leviävät m. m. kaskiahoilla siemenistä tehokkaasti. Säilyvät väliin, tosin useimmat vain steriileinä, melkoisen kauan metsän vallattua niiden asuttaman maan. Esimerkkejä: *Campanula glomerata, Centaurea phrygia, Cerastium triviale* (useimmiten), *Potentilla tormentilla, Knautia arvensis, Luzula multiflora, Pimpinella saxifraga.* — Jotkut tämän ryhmän lajit, kuten esim. *Hieracium umbellatum, Hypochaeris maculata, Solidago virgaurea, Viola canina, Orchis maculatus* ovat melkein pysyviä kasvilajeja kangasmetsissä, niidenkin luonteen viitatessa kuitenkin selvään tähän ryhmään.

Ryhmä 5: Vegetatiivista levenemiskykyä vailla olevat ja senvuoksi siemenistä uudistuvat ja leviävät, useamman kerran kukkivat lajit, jotka viihtyvät lehtomaalla. Esimerkkejä: Tähän ryhmään kuuluu suuri joukko lehtojen ja lehtomaisten maiden kasvilajeja kuten *Geranium silvaticum, Hepatica triloba, Viola mirabilis* y. m. — *Lycopodium selago* saatettaisi hyvillä perusteilla lukea tähän ryhmään, jolloin itusilmut vastaisivat siemeniä.

Tällä ja edellisellä ryhmällä on suuri joukko yhteisiä lajeja, joista mainittakoon: *Leontodon hispidus, Orchis maculatus, Ranunculus acer, R. auricomus, Rumex acetosa* y. m.

Ryhmä 6: Vegetatiivista levenemiskykyä vailla olevat ja siksi vain siemenestä leviävät useamman kerran kukkivat kasvilajit, jotka esiintyvät pysyvinä kangasmaalla. Esimerkkejä: *Picea excelsa, Pinus silvestris, Juniperus communis, Festuca ovina, Pulsatilla vernalis, Archieracium.* Myös *Calluna vulgaris* liittyy jokseenkin läheisesti tähän ryhmään, jossain määrin myös *Arctoctaphylos uva ursi*, joskin niillä on alkua vegetatiiviseen levenemiseen havaittavana. Vähemmän tyypillisinä tämän ryhmän edustajina voitaisi pitää ryhmän 4 yhteydessä lisäyksenä mainittuja, kankailla jotakuinkin pysyviä lajeja, sekä useita ryhmään 5 ominaisuuksiltaan viittaavia lajeja, jollaisia ovat esim. *Luzula pilosa, Orobus vernus, Platanthera bifolia, Viola Riviniana V. rupestris.*

III Pääryhmä.

Ryhmä 7: Vegetatiivisesti leviäviä, mutta myös runsaasti siementaimia muodostavia kasvilajeja, jotka esiintyvät runsaina ja kukkivina metsättömillä

mailla. Tämän ryhmän lajit säilyvät myös metsäkasvustoissa sangen kauan, mutta esiintyvät melkein aina steriileinä, lukuunottamatta esim. kuivanmaan valoisia lehtokasvustoja, missä tämän ryhmän lajit saattavat kukkia runsaastikin. Esimerkkejä: *Alnus incana*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Galium mollugo*, *Hypericum quadrangulum*, *Stellaria graminea*. Myös *Calamagrostis epigeos*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca rubra*, *Lathyrus pratensis* y. m. saatetaan lukea tähän ryhmään:

Ryhmä 8 Vegetatiivisesti leviäviä, mutta myös runsailla siementaimilla varustettuja lajeja, jotka esiintyvät pääosissa lehtomailla. Tähän ryhmään kuuluu suuri joukko lehtokasvilajeja. Esimerkkejä: *Aegopodium podagraria*, *Anemone nemorosa*, *Fragaria vesca*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Stachys silvaticus*, *Stellaria holostea*, *Viola palustris* y. m.

Ryhmä 9: Vegetatiivisesti leviäviä lajeja, joiden siementaimet ovat harvinaisia, ensimäisiltä kehitysasteiltaan usein redusoituja ja pitkäikäisiä. Esiintyvät kangasmetsissä karttaen usein metsättömiä maita ja lehtoja. Tähän ryhmään kuuluvat kangasmetsien tärkeimmät kasvilajit. Esimerkkejä: *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idaea*, *Lycopodium spp.*, *Pyrola spp.*, *Trientalis suropaea*, *Majanthemum bifolium*, *Goodyera repens*.

IV Pääryhmä.

Ryhmä 10: Kangasmetsissä esiintyvät lajit, jotka ovat 1—2-vuotisia ja uudistuvat vuosittain tuuheimmissakin sammalikoissa siemenistä. Tähän ryhmään kuuluvat koealoilla esiintyneistä lajeista vain *Melampyrum silvaticum* ja *M. pratense*.

V Pääryhmä.

Käsittää heterotroofit ja epifyytit, joilla, lukuunottamatta *Monotropaa*, ei ole eduslåjia koealoilla esiintyneiden putkilokasvilajien joukossa. Sammalien ja jäkälien joukossa on tähän kuuluvia lajeja, kuten seuraavissa osissa tullaan osoittamaan, sangen paljon ja ne voidaan jaotella useaan ekoloogisbioloogiseen ryhmään kasviyhdyskuntia silmällä pitäen.

Register der Pflanzennamen.

(**Fetter** Stiel = Hauptdarstellung; * = Abbildung.)

Abies pichta **113.**
Acer platanoides **120.**
Achillea millefolium **135,** 136, 139.
Aconitum septentrionale **118.**
Actaea spicata **127.**
Aegopodium podagraria **80,** 80*, 81*, 82*, 132, 137, 139. — Ref. 147.
Aera caespitosa **63,** 64*, 115.
A. flexuosa 22, 26*, 31, 32*, 46*, **61,** 124. — Ref. 146.
Agrostis canina **124.**
A. spica venti **108.**
A. vulgaris **123,** 136.
Alchemilla acutangula **118.**
A. glomerulans **118.**
A. pastoralis **119.**
A. subcrenata **118.**
Alnus glutinosa **116.**
A. incana 17*, 47*, 64*, 114*, **125,** 126*, 139.
Anemone nemorosa **75,** 76*, 81*, 128, 137, 139. — Ref. 147.
Angelica silvestris **110,** 138.
Antennaria dioica 43*, **135,** 136.
Anthoxanthum odoratum **108.**
Archieracium spp. **122,** 122, 139.
Arctostaphylos uva ursi 38*, **41,** 43*, 107, 122, 133. — Ref. 145.
Arenaria trinervia **127,** 137.
Astragalus alpinus **129.**
Athyrium crenatum **123.**
A. filix femina 57, **111,** 112.
Betula alba **116,** 122, 139.
B. odorata 17*.
Botrychium lunaria **112.**
B. ternatum **112.**
B. virginianum **112.**
Brachythecium curtum 114*.
Brachypodium pinnatum **124.**
Brunella vulgaris **134,** 137.
Calamagrostis arundinacea 40*, **64,** 65*, 66*, 67. — Ref. 146.
C. epigea **66,** 136, 139.
C. lanceolata **124.**
C. phragmitoides **124.**
Calamintha clinopodium **134.**
Calluna vulgaris 13*, 22, **36,** 38*, 40*, 78, 107, 122, 133, 139. — Ref. 145.
Calodon scrobiculatus 18*, 20.
C. coeruleus 20.
Caltha palustris **117.**
Campanula glomerata **121,** 138.
C. patula **109.**
C. persicifolia **135.**
C. rotundifolia **135.**
C. trachelium **121.**
Carex digitata **60,** 61*, 81*, 125, 137. — Ref. 146.
C. echinata **124.**
C. ericetorum **115,** 122.
C. globularis 63, **125.**
C. Goodenoughii 114*, 117. **125.**
C. leporina **115.**
C. loliacea **124.**
C. pallescens **115.**
C. Persoonii **115.**
C. tenella **124.**
Centaurea phrygia **121,** 138.
C. scabiosa **121.**
Cerastium triviale **108,** 110, 137, 138.
Cetraria islandica 38*.
Chaerophyllum silvestre **110,** 138.
Chrysanthemum leucanthemum **135,** 136, 139.
Chrysosplenium alternifolium **128.**
Cinna pendula **123.**
Cirsium heterophyllum **135.**
C. lanceolatum **109.**
C. palustre **109,** 110.
Cladina alpestris 38*.
Coeloglossum viride **116.**
Comarum palustre **129.**
Convallaria majalis **70,** 70*, 125. — Ref. 147.
Corallorrhiza innata **125,** 140.

Cornus suecica **105,** 105*, 132.
Corylus avellana **116.**
Crepis paludosa **122.**
Dactylis glomerata **124.**
Daphne mezereum **120.**
Dicranum undulatum 13*, 44*.
Drepanocladus uncinatus 114*.
Empetrum nigrum **33**, 35*, 94*, 133. — Ref. 144.
Epilobium angustifolium 104*, 132, 132*, 133*, 136, 139.
E. montanum **132.**
E. palustre **132.**
Epipactis latifolia 116.
Equisetum arvense **123.**
E. hiemale **123.**
E. palustre **123.**
E. pratense **123.**
E. silvaticum **57,** 123.
Erigeron acris **109.**
Euphrasia officinalis **109,** 137.
Festuca elatior **124.**
F. ovina **115,** 118, 122, 139.
F. rubra 114*, **124**, 139.
Fragaria vesca 64*, **129**, 139.
Galeopsis tetrahit **109,** 110, 137.
Galium boreale **134.**
G. mollugo 64*, **134,** 136, 139.
G. palustre **134.**
G. triflorum **134.**
G. uliginosum **134.**
Geranium Robertianum **109,** 110, 137.
G. silvaticum **119,** 122, 138.
Geum rivale **128.**
Gnaphalium silvaticum **121.**
Goodyera repens 13*, 60*, **73,** 94*, 125, 137, 139. — Ref. 147.
Gymnadenia conopea **115.**
Hepatica triloba **117,** 122, 138.
Hieracium umbellatum **122,** 138.
Hylocomium proliferum 10, 13*.
Hypericum quadrangulum **131,** 136, 139.
Hypochaeris maculata 94*, **121,** 122, 138.
Impatiens noli tangere **109,** 110, 137.
Juncus Gerardi 114*.
Juniperus communis 17*, 22, **113,** 114*, 122, 139.
Knautia arvensis **121**, 138.
Lampsana communis **109,** 110, 137.
Larix europaea **113.**
L. sibirica **113.**
Lathyrus pratensis **130,** 136, 139.
Ledum palustre **132.**
Leontodon autumnalis **121.**
L. hispidus **121,** 138.
Linnaea borealis 17*, 26*, 31, **43,** 45*, 46*, 47*, 135, 137. — Ref. 145.
Listera cordata **74,** 125. — Ref. 147.
L. ovata **125.**
Lonicera xylosteum 121.
Luzula multiflora **115,** 138.
L. pallescens 115.
L. pilosa **58,** 58*, 59*, 60*, 79*, 125, 137, 139. — Ref. 146.
Lychnis rubra 117, **127,** 137.
Lycopodium annotinum 22, 31, **49,** 49*, 51*, 123. — Ref. 146.
L. clavatum **51,** 123. — Ref. 146.
L. complanatum **52,** 123. — Ref. 146.
L. selago **48,** 48*, 51, 64*, 123, 138. — Ref.146.
Lysimachia vulgaris 64*, **133,** 136.
L. thyrsiflora **133.**
Majanthemum bifolium 60*, 63, 65*, **68,** 68*, 79*, 107, 125, 137, 139. — Ref. 146.
Malaxis monophyllos **116.**
Melampyrum nemorosum **109.**
M. pratense 13*, 26*, **89,** 89*, 104*, 139. — Ref. 148.
M. silvaticum **89,** 90*, 139. — Ref. 148.
Melica nutans 79*, **124,** 139.
Mentha arvensis **134.**
Milium effusum 32*, **67,** 123, 137, 139.
Monotropa hypopitys 38*, **120,** 122, 140.
Myosotis intermedia **109.**
Myrtillus nigra 13*, 17*, 22, **24,** 25*, 26*, 27*, 28*, 29*, 32*, 41, 47*, 107, 114*, 133, 137, 139. — Ref. 144.
M. nigra var. epruinosa 30, 30*.
M. uliginosa **133.**
Nardus stricta **115.**
Neottia nidus avis **125,** 140.
Onoclea struthiopteris **123.**
Orchis maculatus **115,** 122, 138.
O. maculatus fo. concolor 115.
Orobus vernus **119,** 139.
Oxalis acetosella 22, 28*, 32*, 63, 64*, 79*, 81*, **83,** 83*, 84*, 85*, 86*, 87*, 111, 130, 137, 139. — Ref. 147.
Paris quadrifolius **72,** 72*, 79*, 125.— Ref.174.
Phegopteris dryopteris 22, 23, 23*, 31, **55,** 57*, 63, 66, 123, 137. — Ref. 146.
Ph. polypodioides **123.**

Phleum pratense **123.**
Picea excelsa 17*, 28*, 47*, **112,** 113, 114*, 115, 122, 139.
Picris hieracioides **122.**
Pilosella spp. **136,** 136.
Pimpinella saxifraga **120,** 138.
Pinus silvestris **112,** 122, 139.
Plantago major 121.
Platanthera bifolia **116,** 122, 139.
Pleurozium Schreberi 13*, 26*, 44*, 114*.
Poa annua **108.**
P. nemoralis **124.**
P. pratensis **124.**
P. remota **124.**
P. trivialis **124.**
Polemonium coeruleum **134.**
Polygonatum officinale **125.**
Polygonum aviculare **108.**
P. dumetorum **108,** 110.
Polypodium vulgare **123.**
Polystichum dilatatum 57, **111,** 118.
P. filix mas **112.**
P. spinulosum 57, **111,** 112.
Polytrichum juniperinum 31.
P. commune 31.
Populus tremula 125.
Potentilla agrentea **118.**
Potentilla Goldbachii **118.**
Potentilla Norwegica **109,** 137.
Potentilla tormentilla **77,** 107, 118, 138. — Ref. 147.
Psora ostreata 39.
Pteris aquilina 40*, **52,** 53*, 54*, 123, 128*, 128*, 137. — Ref. 146.
Pulmonaria officinalis 79*, **102,** 134.
Pulsatilla patens **117,** 122.
P. vernalis **117,** 122, 139.
Pyrola chlorantha **94,** 94*, 132. — Ref. 148.
P. media 94, **95,** 132. — Ref. 148.
P. minor **96,** 132. — Ref. 148.
Pyrola rotundifolia **93,** 132. — Ref. 148.
P. secunda 60, 75, **96,** 97*, 105, 132. — Ref. 148.
P. umbellata **95,** 132. — Ref. 148.
P. uniflora **98,** 98*, 132. — Ref. 148.
Ranunculus acer 79*, **117,** 138.
R. auricomus **118,** 138.
R. auricomus var. fallax **118.**
R. polyanthemos **118.**
R. repens **128.**
Rhamnus frangula **120.**
Rhinanthus major **109.**
Rh. minor **109.**
Ribes nigrum **118.**
R. rubrum **118.**
Rosa cinnamomea **129.**
Rubus arcticus **129.**
R. chamaemorus **129.**
R. idaeus 64*, **129.**
Rubus saxatilis **76,** 129. — Ref. 147.
Rumex acetosa **117,** 138.
R. acetosella 118, **127,** 136.
Sagina procumbens **108.**
Salix aurita **116.**
S. caprea 17*, **116,** 122, 125.
S. livida **117.**
S. pentandra **116.**
S. repens **117.**
S. phylicifolia **117.**
Scirpus uniglumis 114*.
Scleranthus annuus **108.**
Scrophularia nodosa **121.**
Secale careale **108.**
Silene inflata **117.**
Solidago virgaurea 32*, 60*, 90*, **102,** 103*, 104*, 121, 138. — Ref. 148.
Sorbus aucuparia **119,** 122.
Spergula arvensis **109.**
Stachys silvaticus **134,** 137, 139.
Stellaria graminea **127,** 136, 139.
St. holostea **127,** 139.
St. longifolia **127.**
St. media **109.**
St. nemorum 81*, **127,** 128*.
Stenophragna thalianum **109,** 137.
Tanacetum vulgare **121.**
Taraxacum officinale **121.**
Thalictrum flavum **128.**
Trollius europaeus **117.**
Tussilago farfarus **135.**
Thymus serpyllum 115, **134.**
Tilia cordata 82, **130,** 131*.
Tricholoma sp. 18*, 20.
Trientalis europaea 26*, 35*, 60, 65*, **99,** 100*, 101*, 107, 133, 137, 139. — Ref. 148.
Trifolium medium **119.**
Tr. pratense **119.**
Tr. repens **129,** 136.
Triticum caninum **124.**
Ulmaria pentapetala **118.**
Ulmus montana **117.**
Urtica dioica **127.**

Vaccinium vitis idaea 13*, **14,** 17*, 21*, 26*, 31, 33, 40*, 41, 47*, 107, 114*, 133, 137, 139. — Ref. 143.
Valeriana officinalis **135,** 137.
Veronica chamaedrys 64*, **91,** 92*, 134, 137. — Ref. 148.
V. officinalis 43*, 92, **92,** 134, 137. — Ref. 148.
V. scutellata **134.**
V. serpyllifolia **134,** 136.
V. verna **109.**
Viburnum opulus **121.**
Vicia cracca **130.**
V. sepium **130.**
Viola canina **78,** 79, 122, 138. — Ref. 147.
V. epipsila **131.**
V. mirabilis **120,** 138.
V. palustris **131,** 137.
V. Riviniana **79,** 79*, 120, 139. — Ref. 147.
V. rupestris **120,** 139.
V. tricolor **109.**
V. umbrosa **120.**

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE WALDVEGETATION
IN SÜD- UND MITTELFINNLAND

I. ZUR KENNTNIS DES ÖKOLOGISCH-BIOLOGISCHEN CHARAKTERS DER WALDPFLANZENARTEN UNTER SPEZIELLER BERÜCKSICHTIGUNG DER BILDUNG VON PFLANZENVEREINEN

B. LAUBMOOSE

VILJO KUJALA

TUTKIMUKSIA METSÄKASVILLISUUDESTA ETELÄ- JA KESKI-SUOMESSA
I. TUTKIMUKSIA METSÄKASVILAJIEN EKOLOOGIS-BIOLOOGISEN LUONTEEN MÄÄRÄÄMISEKSI
B. LEHTISAMMALET
(SUOMENKIELINEN SELOSTUS)

HELSINKI 1926

Helsinki 1926. Valtioneuvoston kirjapaino.

Einleitung.

Die Moosvegetation auf den meistens 30 × 30 m^2 grossen Waldsiedelungsprobeflächen der Untersuchungsgebiete (siehe Teil I A, S. 5—7) wurde gleichzeitig mit den Gefässpflanzen untersucht. Auf diesen Probeflächen wurden von kleinen Probeplätzchen, die einen vorausbestimmten Abstand voneinander hatten (gewöhnlich 5 m) und deren Grösse 50 × 50 cm^2, auf einigen Probeflächen 30 × 30 cm^2, betrug, auch die Moosarten sowie der Bedeckungsgrad (1—10) der verschiedenen Arten in Zehnteln vom Areal des Plätzchens verzeichnet (vgl. Teil I A,S. 7—9). Überdies wurde speziell vornehmlich die Moosvegetation am Grunde der Bäume, an Baumstümpfen, auf Steinen usw. untersucht. Auch ausserhalb der Probeflächen wurde den Verhältnissen im Auftreten der Moosarten grosse Aufmerksamkeit zugewandt. Zwecks grösserer Sicherheit in der Artbestimmung wurde eine grosse Menge Proben genommen (im ganzen ca. 1 500), die dann im Winter mikroskopisch bestimmt wurden. Bei dieser Arbeit wurde ich besonders von Professor Dr. V. F. Brotherus, der mit grösster Hilfsbereitschaft insbesondere schwere Proben bestimmt und meine Bestimmungen kontrolliert hat, unterstützt. Alle für das Herbarium tauglichen Exemplare wurden den Sammlungen der Forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt einverleibt. Wie bei der Untersuchung der Phanerogramen wurden auch bei der der Moose zahlreiche Karten entworfen, Skizzen gezeichnet und photographische Aufnahmen in freier Natur gemacht. Für einige Bemerkungen danke ich Dr. Mauno J. Kotilainen der diese Schrift im Manuskript durchgelesen hat.

In folgender Darstellung wird Nomenklatur und System von V. F. Brotherus' Handbuch »Die Laubmoose Fennoskandias» (1923) befolgt. Behandelt verden vornehmlich nur diejenigen Arten, die auf den Probeflächen vorkommen, da der Zweck dieser wie der vorangehenden Untersuchung darin besteht, durchgearbeitetes Beobachtungsmaterial für eine Untersuchung zu liefern, die sich mit der Zusammensetzung und den gegenseitigen Beziehungen der Waldpflanzenvereine beschäftigt und auf dem Material dieser Probeflächen basiert. Da jedoch die Anzahl der Probeflächen ziemlich

bedeutend (ca. 200) ist und diese sich über die gesamte Südhälfte Finnlands [1]) sowie gleichmässig auf verschiedenartige Waldböden verteilen, kommen trotz der erwähnten Beschränkung alle wichtigeren Waldmoosarten Süd- und Mittelfinnlands zur Behandlung.

[1]) Die Untersuchungsgebiete umfassen Teile der Kirchspiele: Raivola; Valkjärvi (Veikkola); Sortavala, Ruskeala, Harlu, Suistamo, Suojärvi, Korpiselkä; Pielisjärvi (Koli); Punkaharju; Lammi (Evo), Padasjoki (Vesijako); Tuusula (Ruotsinkylä); Pyhäjärvi (Reg.-Bez. Oulu); Saloinen, Pyhäjoki, Kalajoki, Kälviä, Kokkola, Sievi, Reisjärvi, Lestijärvi (Näheres über diese siehe Teil I A, Einleitung).

Beobachtungen über die ökologisch-biologischen Verhältnisse der Moosarten auf den Probeflächen.

Andreaea petrophila Ehrh.: Fand sich nur einmal auf einem grossen Stein an der nackten Fläche auf trockener (CT) [1]) Heide. Die Spärlichkeit beruht offenbar auf der Seltenheit grösserer blosser Steinflächen auf den Probeflächen sowie darauf, dass diese Art nicht den Waldesschatten verträgt, — ist doch die Art eine der häufigsten Moosarten der Gebiete. Die Rasen bestehen aus wenigstens 6—7 erhaltenen Jahresschichten, werden also mindestens 6—7 Jahre alt. Die Blätter sind nur an den 2—2½ obersten Jahressprossen grünlich, bleiben also nur 2 (—2 ½) Jahre frisch; einige besonders schnell wachsende Rasen werden in 3—4 Jahren 2.5 cm hoch.[2])

Fissidens adianthoides (L.) Hedw.: In fruchtbarem, feuchtem Hain (AT, Kirjavalahti) an Bachrändern auf Mull und verwesenden Pflanzenresten pc., ± ster. — Wächst auch sonst an ähnlichen Stellen u. a. mit *Plagiothecium silvaticum* und besonders *Campylium stellatum* sowie auf Schwarzerlenbülten cfr.; perenn; in Rasen gewöhnlich nur 2—3 Jahresschichten zu unterscheiden.

F. osmundoides (Sw.) Hedw.: Auf dem Koli neben einer Probefläche in festen, relativ ausgedehnten Polstern an dem Fusse grosser Steine und steiler Felsenwände (mit *Blepharozia ciliaris*, *Pohlia cruda*, *Isopterygium pulchellum var. nitidulum*, von Flechtensoredien bedeckt) sowie an den Wänden eines Quellbaches ebenfalls in sehr üppigen Polstern. Die Rasen sind wenigstens 6—7 cm hoch, mit 10—15 mm langen Jahressprossen.

Ditrichum tenuifolium (Schrad.) Lindb.: Auf dem Koli an den Wurzeln einer umgefallenen Fichte auf Schiefersand auf frischem

[1]) Die in dieser Abhandlung vorkommenden Abkürzungen von Waldvegetationstypennamen bezeichnen: CCIT = *Calluna-Cladina*-Typ, CT = *Calluna*-Typ, VT = *Vaccinium*-Typ, MT = *Myrtillus*-Typ, OMT = *Oxalis-Myrtillus*-Typ, DrMT = *Dryopteris-Myrtillus*-Typ, PyT = *Pyrola*-Typ, VRT = *Vaccinium-Rubus saxatilis*-Typ, OT = *Oxalis*-Typ, LT = *Lychnis diurna*-Typ, AT = *Aconitum*-Typ, FT = *Filices*-Typ.

[2]) Die Frage nach den Zuwachsverhältnissen der Moose wird später, S. 40—42, speziell besprochen.

Abhang (OMT) cfr.; in demselben Rasen nur eine Jahresschicht, aber Sprosse von zweierlei Alter unterscheidbar: näml. gebräunte, reife Früchte tragende und grüne, entweder blühende oder junge Früchte tragende.

Ceratodon purpureus (L.) Brid.: Auf 7 Probeflächen. Auf trockenen (ClT, CT) Heiden bisweilen auf normaler Bodenfläche spärlich. In Waldsiedelungen auf frischeren Heideböden (VT, MT) bisweilen als Edaphid auf Steinen sowie auf Baumstümpfen. Am reichlichsten fand sich jedoch diese Art auf Hiebs- und besonders auf Brandflächen trockener und mässig trockener Heiden, bisweilen ausgedehnte Rasen mit *Pohlia nutans*, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum* und Becherflechten bildend. Wird allmählich von Hylocomiaceen und Renntierflechte erstickt. Auf kulturbeeinflussten Probeflächen an Wegrändern usw. eine der gewöhnlichsten und am reichlichsten auftretenden Moosarten. Wächst auch auf Torfunterlage sowie auf trockenem Viehmist. Beinahe immer fert.

Dicranella secunda (Sw.) Lindb.: Einmal (Sortavala, Niemiskoski) auf frischem, blossem, tonigem Boden in Hain (in FT-*Equisetum arvense*-Siedelung). In Pyhäjärvi (O. L.) fand sie sich in OMT-Fichtenwald auf einem Waldpfad auf Sandboden; cfr.; in den Rasen 1, bisweilen 2 Jahresschichten deutlich zu unterscheiden.

D. heteromalla (Dill., L.) Schimp.: Auf ein paar Probeflächen in den Lärchenhainen von Raivola auf den Wurzeln entwurzelter Bäume auf frischem Sande mit *Polytrichum juniperinum*, *Pohlia nutans;* cfr. An gleichartiger Stelle im Kirchspiel Helsinki (Backas) mit *Buxbaumia aphylla;* in einigen Rasen von 15 mm Höhe 2 Jahresschichten zu unterscheiden.

Cynodontium strumiferum (Ehrh.) De Not.: Auf 5 Probeflächen. Fast nur auf grösseren Steinen und Felsen auf ± blossen Steinflächen (CT, VT, MT); cfr. Übrigens eine der häufigsten Moosarten der Gebiete. Oft 5—6 Jahresschichten in ca. 2.5 cm hohen Rasen zu unterscheiden; in einem sterilen 32 mm hohen Rasen auf Birkenrinde (Ruotsinkylä) fanden sich 7 Jahresschichten.

Orthodicranum montanum (Hedw.) Loesk.: Tritt im Lärchenforst von Raivola als Epiphyt am Grunde von Lärchen ausserordentlich häufig reichlich sowie cfr. auf (Fig. 1 u. Tafel I, Fig. 1.). Ausserdem wird es einigemale am Grunde von Schwarzerle und Birke sowie an Laubbaumstümpfen, im allgemeinen spärlich, gefunden. An den trockenen Baumbasen erhält sich eine grosse Menge Jahresschichten in den Rasen vor der Verwesung. Die obersten derselben waren kaum ein paar Millimeter hoch — die untersten sogar ½ cm und mehr.

O. flagellare (Hedw.) Loesk.: Ziemlich selten und von geringer Bedeutung in den Waldsiedelungen der Untersuchungsgebiete. Nicht auf den Probeflächen. In Raivola in Hain an Bachrand auf vermodernden Baumstumpf. Einigemale —z. B. in Ruotsinkylä —auf ± feuchtem Waldboden auf vermoderndem Holz sowie auf wenig begangenen Waldpfaden, besonders in der Nachbarschaft von Mooren, reichlich konstatiert.

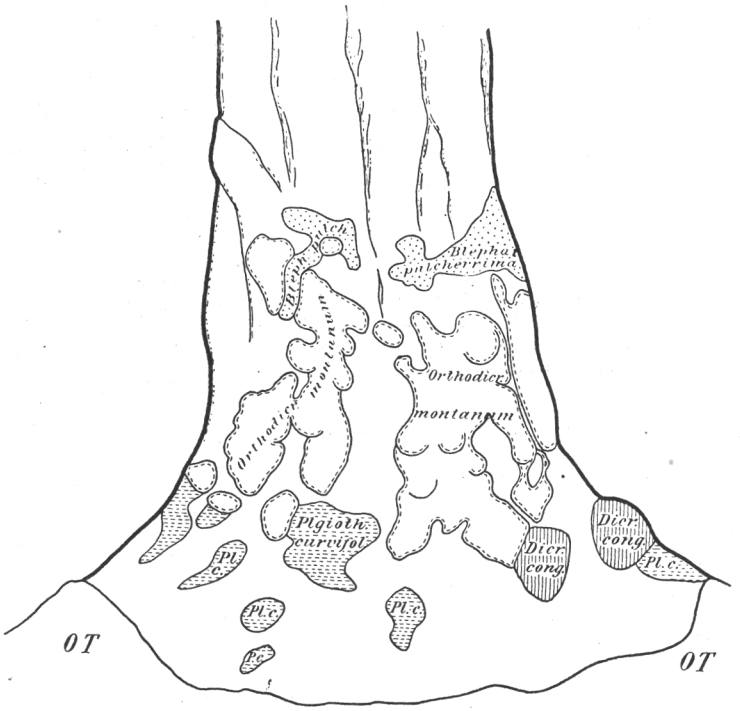
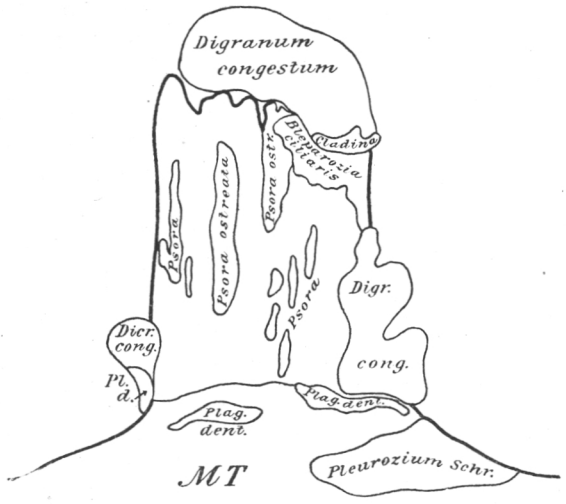


Fig. 1. Das Vorkommen von *Plagiothecium curvifolium, Dicranum fuscescens var. congestum, Orthodicranum montanum* und *Blepharozia pulcherrima* am Grunde von *Larix sibirica* im Lärchenforst von Raivola.

Dicranum fragilifolium Lindb.: Kalajoki, Vasankari, auf leicht anmooriger Fichtenheide auf faulendem Fichtenstumpf mit *D. fuscescens var. congestum;* ster.; 5 Jahresschichten in 6 cm hohem Rasen.

Dicranum fuscescens var. congestum (Brid.) Husn.: Auf ca. 30 Probeflächen. Sehr häufig, besonders in frischen, alten Naturwäldern von etwas bruchartigem Charakter (in VT-Siedelungen selten, allgemein in MT- und üppigeren Siedelungen). Wächst auf umgefallenen vermodernden Baumstämmen und Stümpfen in üppigen dichten Polstern (Fig. 2, 3 B) und ist häufig cfr. Auch als Basalepiphyt der Bäume tritt es auf — häufig z. B. an den Lärchen in Raivola, wo



Eig. 2. Das Vorkommen von *Dicranum fuscescens var. congestum, Plagiothecium denticulatum* (forma), *Pleurozium Schreberi, Blepharozia ciliaris* und *Psora ostreata* auf halbverfaultem *Pinus*-Stumpf. Lestijärvi.

es sich meistens weiter unten ansetzt als *Orthodicranum montanum* (Fig. 1). *D. f. var. congestum* verbreitet sich unmittelbar auf Lebermoosbestand auf faulem Holz. Auf jenem wiederum lassen sich *D. scoparium, Pleurozium Schreberi, Cladina silvatica* und andere grössere und schneller wachsende ± beständigbleibende Arten nieder. — In *D. f. var. congestum*-Bülten kommt besonders die Lebermoosart *Lepidozia reptans* gut fort. Von Begleitarten seien genannt *Georgia pellucida, Lophozia barbata* usw. Rasen ca. 6 cm hoch, von 5 (—8) Jahresschichten (einmal 8 Jahresschichten 9 cm hoch).

D. fuscescens var. flexicaule (Brid.) Wils.: Vorkommen auf 31 Probeflächen durch Proben nachgewiesen. Häufig in Mittelösterbotten, Korpiselkä, Koli, Veikkola, Punkaharju, besonders auf dürftigen Heidewaldböden (CT, VT), wo es auf einigen Probeflächen ziemlich grosse Flächen bei einer Frequenz von sogar 8 (meist 1—3)[1]) bedeckt. In Wäldern auf ziemlich fruchtbaren Böden (MT) tritt es vorzugsweise auf

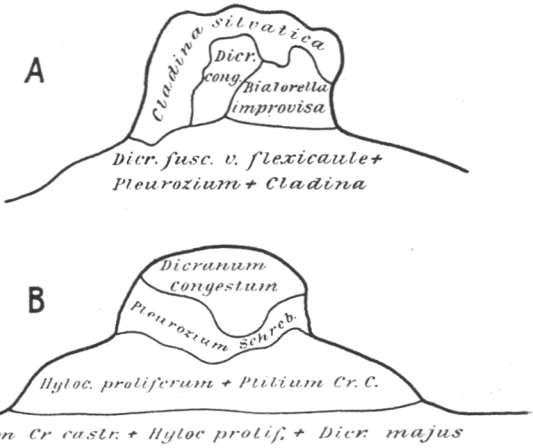


Fig. 3. Das Vorkommen von Moos- und Flechtenarten auf verfaulten Baumstümpfen. Lestijärvi. A von ziemlich trockenem (VT), B von frischem (MT) Heidewaldboden.

[1]) Frequenzgrad 8 = durchschnittlich auf 8 von 10 Probeplätzchen; vgl. Einleitung.

Steinen und kleinen Erderhöhungen, aber spärlich, auf. Häufig cfr. *D. f. var. flexicaule* wächst oft in kleinen, dichten, reinen Rasen oder mit *Pleurozium*, *Dicranum undulatum* und *Cladina* vermengt. — Der Bedeutung dieser Art als Heidewaldpflanze in Finnland ist bisher längst nicht die gebührende Aufmerksamkeit zugewandt worden. Besonders in Nordfinnland und Lappland ist sie offenbar eine der Hauptmoosarten (nach meinen Beobachtungen im Sommer 1925 sehr oft geradezu die am reichlichsten vorkommende Moosart) der Waldsiedelungen. Ca. 4 Jahresschichten in höchstens 9 cm hohem Rasen. — Erwähnt sei, dass diese Art nach GREBE (S. 141) in Fichtenwäldern auf Waldtrockentorf in mitteleuropäischen Gebirgen besonders an Nordhängen vorkommt, sonst aber (in niederen Lagen) ein Felsmoos ist.

D. majus Turn.: Auf ca. 60 Probeflächen. Selten und recht spärlich auf mässig trockenen Heidewaldböden (VT) angetroffen, ziemlich regelmässig dagegen in Siedelungen frischer Waldböden (MT, OMT), wenn auch in diesen die Frequenz oft gering ist, näml. ca. 1—2, höchst selten 3—4. *D. majus* findet sich auf dem Boden, an frischeren Stellen auch auf Baumstümpfen, gewöhnlich in kleinen Polstern, die meistens mit anderen Moosarten *(Hylocomium proliferum*, *Pleurozium* und sehr oft besonders *Ptilium crista castrensis)* vermengt sind. Oft cfr.; 3—4 Jahresschichten in ca. 10 cm hohem Rasen.

D. scoparium (L.) Hedw.: Fehlt nur auf sehr wenigen Probeflächen. Kommt sowohl auf dem Boden als auf Steinen, Baumstümpfen und am Grunde von Bäumen vor, wobei es an alten Birken oft einige Meter in die Höhe klettert (Tafel I, Fig. 2); überdies an höchst verschiedenen Standorten. Ist jedoch offensichtlich weniger konkurrenzfähig mit den grossen Hylocomiaceen, kommt daher am liebsten und reichlichsten oberhalb dieser Moose auf Steinen, umgefallenen Bäumen, Baumstümpfen und am Grunde von Bäumen vor und ist an diesen Stellen öfter als auf dem Boden cfr. Vermehrt sich oft, insbesondere auf offenen Felsen, durch die brüchigen Stammenden. Die Frequenz ist am Boden auf den Probeflächen selten über 5. — Die Artbestimmung und Unterscheidung der sterilen und oft schlechtgewachsenen *D. majus*- und *D. scoparium*-Individuen ist oft schwer. Als unterscheidendes Merkmal hat man angeführt, dass sich auf den Unterseiten der Blattrippen von *D. scoparium* gesägte Längslamellen finden, die den Blättern von *D. majus* fehlen (siehe BROTHERUS, S. 94 u. 101). Dieses Kennzeichen tritt in Querschnitten des Blattes am deutlichsten in der Weise zutage, dass die Unterfläche der Blattrippe von *D. majus* aus einer geschlossenen Reihe von Zellen mit grösserem Lumen besteht, wobei sich somit das die inneren Teile der

Rippe bildende Stereidengewebe nicht, im Gegensatz zu den *D. scoparium*-Blättern, bis zur Rippen-Unterfläche erstreckt. Diese Verhältnisse gehen aus Fig. 4 hervor, die einen Querschnitt von der oberen und unteren Partie der Blattrippe beider Arten darstellt. — In einem 6 cm hohen Rasen wurden 6 Jahresschichten unterschieden, in einem 8 cm hohen deren 7; gewöhnlich sind die Rasen ca. 6 cm hoch mit 4 (— 5) erhaltenen Jahresschichten.

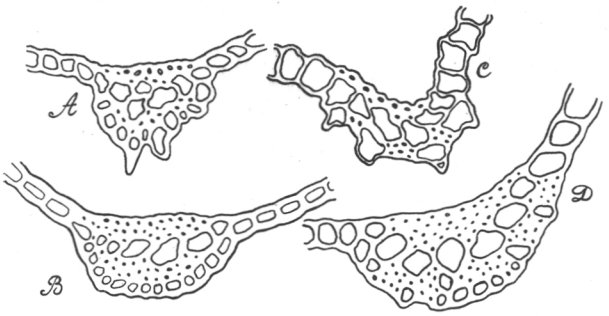


Fig. 4. Blattrippen-Querschnitte von *Dicranum majus* (A u. B) und von *D. scoparium* (C u. D). A u. C von der Blattspitze, B u. D von dem Basalteil des Blattes.

D. undulatum Ehrh.: Wichtigste *Dicranum*-Art der Untersuchungsgebiete und überhaupt nach Häufigkeit und Menge die drittwichtigste Moosart der Heidewälder Süd- und Mittelfinnlands nach *Pleurozium Schreberi* und *Hylocomium proliferum*. Die Hauptstandorte von *D. undulatum* finden sich auf trockenen und mässig trockenen Heidewaldböden, wo seine Frequenz auf normaler Bodenfläche oft 7—8 betrug. Auf ziemlich fruchtbaren frischen Waldböden (OMT) ist es spärlich und erscheint immer mehr ausschliesslich als Edaphid auf Steinen u. a. In üppigen Krautbeständen kommt es überhaupt nicht fort. Diese Art gedeiht recht gut z. B. mit *Pleurozium* vermengt. Neigung zur Bildung geschlossener reiner Rasen zeigt auch diese Art. Häufig cfr. Die Höhe der Rasen und der daselbst zu unterscheidenden Jahresschichten ist fast dieselbe wie z. B. bei *Pleurozium Schreberi*, die Befestigung am Boden gleich lose. — GREBE erwähnt (S. 137), dass diese Art im Kiefernwald sich an feuchteren Stellen verbreitet, also anders als hier in Finnland. In der Naturwaldabteilung des Lärchenwaldes von Raivola gibt es jedoch eine seltene, abweichende Kiefernwaldsiedelung (etwa MT) auf sehr frischem, sandigem Boden, wo *D. undulatum* als dominierende Moosart auftritt, während Hylocomiaceen sehr spärlich und vorzugsweise auf Bülten vorkommen. Da ich keine mitteleuropäischen Kiefernwaldsiedelungen gesehen habe, kann ich jedoch nicht mit Sicherheit behaupten, dass diese Raivola-Siedelung etwa einen südlicheren Typ darstelle. Es ist jedoch möglich.

D. Bergeri Bland.: Diese zu den gewöhnlichsten Moormoosen der Untersuchungsgebiete zählende Art tritt auf 9 Probeflächen, besonders

in Mittelösterbotten, ± sporadisch auf. Die Vorkommnisse fanden sich alle auf trockenen Heidewaldböden (ClT, CT, VT) auf normaler Bodenfläche, sowie gern u. a. auf wenig benutzten Pfaden. Die Art zeigt also ähnliche Eigenschaften wie manche andere Moorpflanzen bei der Ausbreitung nach trockneren Stationen, — diese lassen sich gewöhnlich an den sterilsten Stellen nieder. — Beim Auftreten auf Heidewaldböden kommt *D. Bergeri* ebenso wie auf den Mooren in kompakten Rasen vor. 10 Jahresschichten in ca. 8 cm hohem Rasen.

D. spurium Hedw.: Auf 9 Probeflächen. Auf trockenen Heidewaldböden (ClT, CT, VT) auf normaler Bodenfläche, mit *Polytrichum juniperinum* und Bodenflechten vermengt, angetroffen, besonders in Mittelösterbotten. Die Frequenz ist nicht grösser als 1. Auf dem Koli fand es sich auf einer OMT-Probefläche als Edaphid auf Stein. Von einer ähnlichen Stelle habe ich es aus dem Eichenwald von Ruissalo bei Turku mitgenommen. Auf offenen horizontalen Felsenflächen auf mineralischem Detritus, z. B. in der Gegend von Helsinki, wächst es gern. In Mittelösterbotten, von wo die meisten Beobachtungen stammen, war es mehrmals auch cfr. — Wächst gewöhnlich in kleinen reinen Rasen.

D. robustum Blytt: Auf 12 Probeflächen besonders in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und in Mittelösterbotten (eine östlich-nordische Art). Kommt auf trockenen Heidewaldböden (meistens Sand; ClT, CT, VT) auf normaler Bodenfläche wie die vorige Art vor, aber häufiger und reichlicher. Wächst gewöhnlich in ± dichten Rasen von höchstens einigen Dezimetern Durchmesser. Bisweilen cfr.

Paraleucobryum longifolium (Ehrh.) Loesk.: Auf 6 Probeflächen. In recht verschiedenen Wäldern (in VT-Siedelungen und denen üppigerer Typen) als Edaphid besonders auf Steinen, einmal am Grunde eines Baumes. Oft cfr. 4 Jahresschichten in 4 cm hohem Rasen.

Trichostomum cylindricum (Bruch) C. Müll.: Auf 3 Probeflächen in Laubholzhain (AT und OT) auf humusbedeckten kleinen Steinen (Koli und Kirjavalahti); ster. 2 Jahresschichten in 18 mm hohem Rasen.

Grimmia apocarpa (L.) Hedw.: Auf 3 Probeflächen (Vesijako und Kälviä). Auf Steinen, besonders auf alkalischen, in ziemlich üppigen Waldsiedelungen; cfr. 3—4 Jahresschichten in 36 mm hohem Rasen.

Rhacomitrium ramulosum (Lindb.) Hag.: Auf 7 Probeflächen. Gewöhnlichste und einzige ziemlich regelmässig an geeigneten Stellen in Waldsiedelungen aufgetretene Grimmiacee des Gebietes. Wächst auf blossen (Granit-) Steinflächen als Edaphid (VT, MT, seltener

OMT); schon auf offenen Brandkulturflächen auftretend, in älteren Wäldern vorzugsweise in solchen auf trockenen Heidewaldböden, weil in üppigeren Waldsiedelungen grössere und schneller wachsende Arten seine Stationen einnehmen; cfr. 4 Jahresschichten in 5 ½ cm langem und 1 ½ cm hohem Rasen (Alter nach der Anzahl der Hauptastbündel zu berechnen).

Tetrapladon angustatus (L. fil.; Sw.) Bryol. eur.: Einmal auf Probefläche (Lohtaja, Riippa) auf ziemlich trockenem Heidewaldboden (VT) auf Pfad. In der Unterlage tierisches Haar. In 55 mm hohen Rasen 5 Jahresschichten, von denen wenigstens die vier obersten reichlich cfr.

T. bryoides (Zoeg.) Lindb.: Auf 3 Probeflächen (Kalajoki und Raivola). Auf trockenen, bisweilen auch auf frischen Heidewaldböden als Edaphid auf modernden Kadavern und Knochen der Tiere (möglicherweise oft nur Raubtierexkremente), oft mit dem vorigen vermengt; cfr.

Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr: Auf 6 Probeflächen (Raivola, Suojärvi, Pyhäjärvi O. L.; auch auf dem Koli beobachtet). Auf ziemlich frischen und feuchten Waldböden auf Sand auf den Wurzeln umgefallener Bäume an schattigen Stellen, oft in ausgedehnten Rasen. Wie bekannt, verträgt das bei schwachem Licht schimmernde Prothonema dieser Art die grösste Beschattung und tritt sonach in Krypten an schattigeren Stellen als jede andere Moosart meiner Untersuchungsgebiete auf. An den dunkelsten Stellen entwickeln sich jedoch keine blättertragenden Stengel an den Prothonemen; cfr. cop. In den 1 cm hohen Rasen nur 1 Jahresschicht unterscheidbar.

Georgia pellucida (L.) Rabenh.: Auf ca. 20 Probeflächen. Tritt an frischen und feuchten Standorten besonders in alten Wäldern auf, wo sich reichlich faulende Stümpfe und umgefallene Bäume finden, als Edaphid auf faulem Holze schöne Rasen bildend (Fig. 5 D). An lichtreicheren Stellen ist es im allgemeinen cop. cfr., an schattigeren steril, aber mit Brutkörpern. *Georgia* gehört mit der vorigen Art zu den die meiste Beschattung vertragenden Moosarten und findet somit geschützte Wuchsstellen in Krypten zwischen den Wurzeln von Baumstümpfen und Bäumen, wohin sich die meisten konkurrierenden Arten nicht ausbreiten können. Besonders *Plagiothecium denticulatum* und *Pohlia nutans* treten zusammen mit *G. pellucida* auf. Die Rasen sind bis 2 cm hoch, von 1—2 Jahresschichten.

Leptobryum pyriforme (L.) Wils.: Nicht auf den Probeflächen. Erwähnt sei jedoch, dass diese Art in Vesijako auf fruchtbarem, frischem Waldboden (OMT) auf den Wurzeln entwurzelter Fichten

auf kohlehaltigem Sand, an ähnlicher Stelle auf dem Koli sowie ausserdem auf faulenden Birkenstümpfen in einem Uferhain bei Kokkola auftritt; cfr. Die Art ist übrigens auch in den Untersuchungsgebieten ziemlich häufig, liebt Kalk und Feuerstellen. 2 (—3) Jahresschichten 1.5 cm.

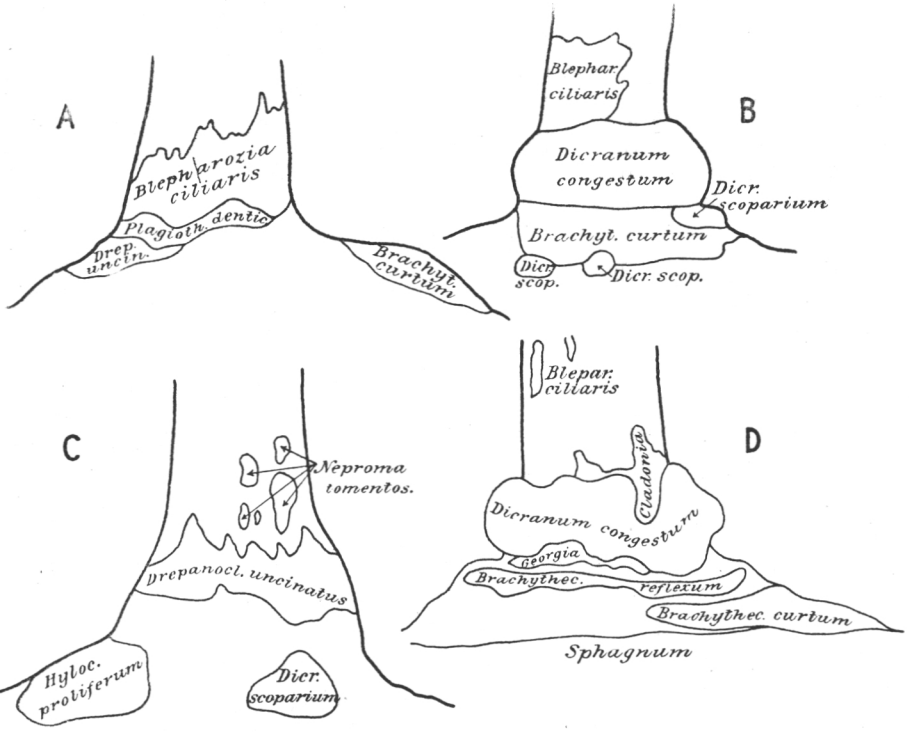


Fig. 5. Das Vorkommen von Moosarten am Grunde von *Betula alba*-Individuen. Lestijärvi, frischer Waldboden (MT, OMT; D auf etwas anmoorigem Boden).

Pohlia nutans (Schreb.) Lindb.: Auf ca. 30 Probeflächen. Gehört zu den trivialsten Moosarten der Gebiete und findet sich in Wäldern sowohl auf mineralischem als auf Torfboden auf trockenen und feuchten, mageren und fetten Böden. Auf den dürftigeren Böden tritt sie auch auf normaler Bodenfläche auf, an fruchtbareren Stellen vorzugsweise als Edaphid auf faulenden Baumstümpfen und umgefallenen Bäumen. *P. nutans* bevorzugt kulturbeeinflusste Standorte und findet sich so recht reichlich z. B. auf Brandflächen, zuweilen Massenvegetation bildend; (sehr reichlich auch z. B. auf Moor-Brandkulturflächen in Mittelösterbotten); fqq. cfr. Rasen selten bis 2 cm hoch, dann aus 3—5 Jahresschichten.

Rhodobryum roseum (Weis) Limpr.: Auf 36 Probeflächen, in allen Untersuchungsgebieten. Charakteristisches Moos frischer, fruchtbarer Waldböden (OMT, Haine). Tritt herdenweise auf normaler, abfallbedeckter Bodenfläche sowie auf niedrigen Bülten und humusbedeckten Steinen auf. Liebt besonders von Fichten beschattete Flächen ohne Pflanzendecke. U. a. in *Larix*-Beständen in Raivola reichlich. Verbreitet sich mittels der unter den Blattrosetten sympodial entstehenden Verjüngungssprosse. Auch der Hauptstamm setzt bisweilen sein Wachstum mit neuem Jahrespross fort. Sporogonien bilden sich sehr spärlich, vornehmlich in den üppigsten Hainen (OT). Mit *Rhodobryum* kommen *Mnium affine*, *Mn. medium*, *Cirriphyllum piliferum*, *Brachythecium curtum* usw. gut fort. Höchstens 3 Jahresschichten (jede von ca. 1 ½ cm Höhe) übereinander als erhalten konstatiert.

Mnium hornum L.: Einmal auf einer Probefläche (Kalajoki, Vasankari) in Fichtenbestand (FT) auf Fichtenwurzeln steril. Wurde sonst sehr selten in den Untersuchungsgebieten beobachtet (z. B. an den Rändern von Quellbächen und am Grunde von Felsenwänden), in welcher Beziehung die Gegensätzlichkeit der Untersuchungsgebiete im Vergleich z. B. mit Åland, wo die Art sehr häufig z. B. in Schwarzerlenbrüchen ist, ins Auge fällt. 4 Jahresschichten in 6 ½ cm hohem Rasen.

Mn. cuspidatum (L. exp., Schreb.) Leyss.: Auf 32 Probeflächen, in allen Untersuchungsgebieten. Vornehmlich nur auf frischen fruchtbaren Böden (OMT und Haine) auf Bülten, Wurzelerhebungen, humusbedeckten Steinen, faulenden Baumstämmen und am Grunde von Bäumen, weniger auf normaler Bodenfläche, jedoch an niedrigeren Stellen auf dickerem Detritus als z. B. *Brachythecium reflexum*. Frequenz in einigen hainartigen Siedelungen 4—5; oft cfr. 2 Jahresschichten in 2 ½ cm hohem Rasen.

Mn. medium Bryol. eur.: Auf 6 Probeflächen, ohne jedoch in irgendeinem Untersuchungsgebiet zu fehlen. Fand sich nur auf frischen oder feuchten fruchtbaren Waldböden auf normaler Bodenfläche in Mull oder in faulenden Abfällen »verwurzelt» (OMT, Haine). Bisweilen cfr. 2 Jahresschichten in 4 ½ cm hohem Rasen.

Mn. affine Bland.: Auf 12 Probeflächen. Ziemlich in gleicher Weise wie das vorige auftretend, u. a. in Fichten- und Lärchenwäldern auf frischem fruchtbarem Boden, jedoch auch feuchtere Stellen aufsuchend als jenes (tritt u. a. unter Bildung üppiger Rasen auf nassem Boden an Quellbächen auf).

Mn. stellare Reich.: Auf 3 Probeflächen (in der Gegend von Sortavala und Koli) auf frischen üppigen Waldböden (OMT, FT, AT),

vor allem in den Krypten zwischen Baumwurzeln auf faulendem Holz sowie unter Steinrändern mit *Pohlia cruda*. Jedoch hier und da auch ausserhalb der Krypten in schattigen Fichtenbeständen unter Bildung üppiger Rasen auf kleinen Bodenerhebungen; selten cfr., 2 Jahresschichten in 2 cm hohem Rasen.

Mn. punctatum (L., Schreb.) Hedw.: Auf 5 Probeflächen (in allen Untersuchungsgebieten). Auf feuchtem Boden in ± üppigen Waldsiedelungen (OMT und Haine); oft cfr.; 2 Jahresschichten (cfr.) 2 ½ cm.

Mn. pseudopunctatum Bruch et Schimp.: Nur auf 3 Probeflächen, jedoch ausserhalb der Probeflächen in allen Untersuchungsgebieten; an noch feuchteren Stellen als das vorige (AT, FT, Kräuterbrüche); oft cfr.; 3 Jahresschichten 6 cm.

Mn. cinclidioides (Blytt) Hüben.: Nur als Edaphid in nassen Senkungen auf ein paar ± bruchartigen Probeflächen steril (zusammen mit *Calliergon stramineum, Drepanocladus fluitans, Sphagnum sp.* etc.). In der Nachbarschaft der Probeflächen ± häufig; 2 Jahresschichten 9 cm.

Aulacomnium palustre (L.) Schwaegr.: Auf 30 Probeflächen. Eines der allergewöhnlichsten Moose auf feuchten Böden, jedoch vornehmlich als Wiesen- und Moorpflanze auftretend. Kommt sowohl auf mineralstoffreichem als reinem Torfboden vor. Auf den Probeflächen findet es sich besonders auf frischem Tonboden in ziemlich jungen Waldsiedelungen (PyT) sowie in Uferhainen des Bottnischen Meerbusens (LT). Sonst fand es sich fast nur nach Art eines Edaphids in feuchten Senkungen in Gesellschaft von *Sphagnum Girgensohnii* u.a., bisweilen sogar in ziemlich umfangreichen Teppichen. — In lichten Wäldern reichlicher als in den benachbarten mit geschlossenen Baumbeständen. Mit Sporogonien kam diese Artnur selten vor, z. B. in den Ufererlenbeständen des inneren Bottnischen Meerbusens auf fruchtbarem, frischem, ziemlich gut belichtetem Boden. Ähnlich verhält diese Art sich nach GREBE, S. 171, in Deutschland. 4 Jahresschichten 5 ½ cm (auf Meeresuferwiese).

Philonotis tomentella Mol.: Auf 2 Probeflächen auf dem Koli in Birken-Grauerlenhain (OT) auf Brandkulturfläche auf niedrigen, humusbedeckten Steinen mit *Campylium stellatum;* ster.; 2—3 Jahressch. 3 ½ cm.

Orthotrichum speciosum Nees: Nur auf 4 Probeflächen (Suojärvi und Gegend von Sortavala — auch sonst, Raivola, Veikkola, Helsinki, Kälviä, ausserhalb der Probeflächen nicht geradezu selten) in ziemlich frischen oder frischen Wäldern als Epiphyt auf *Sorbus aucuparia* und *Populus tremula* (ausserhalb der Probeflächen auch auf *Acer, Ulmus, Fraxinus);* cfr.; 4 Jahressch. 3 cm.

Stroemia obtusifolia (Schrad.) Hag.: Auf 5 Probeflächen (in allen Untersuchungsgebieten spärlich). Mit dem vorigen die einzige in Wäldern der Untersuchungsgebiete gewöhnlicher auftretende Orthotrichacee. Fand sich auf den Probeflächen nur an Espenstämmen (Fig. 8 A); cfr.; kleiner und von langsamerem Wuchse als das vorige.

Climacium dendroides (L.) Web. et Mohr: Auf 18 Probeflächen. Häufig in der Gegend von Sortavala und an der österbottnischen Küste, auch auf den Probeflächen von Vesijako und Punkaharju. Nur auf ± fruchtbaren, frischen Waldböden, meist auf Waldhumus am Boden oder auf niedrigen humusbedeckten Steinen und vermodernden Baumstümpfen. Der Einfluss der Kultur fördert die Ausbreitung dieser Art bedeutend. Auf Hutungen und an Wegrändern begegnet man ihm nämlich, wenigstens in dem mittelösterbottnischen Küstengebiet, bereits auf ziemlich frischen (MT), ja sogar auf ziemlich trockenen Böden (VT). Ausserhalb der Probeflächen wurde es sehr häufig auf feuchten Naturwiesen beobachtet. — Nur einigemale auf den Probeflächen cfr. Vermehrt und verbreitet sich bekanntlich vegetativ mit Hilfe des rhizomartig im Erdinnern wachsenden Hauptstammes. Jeder baumartige sekundäre Stengel entspricht einem Jahresspross. Von ihnen finden sich gewöhnlich 3 nacheinander in ziemlich gut erhaltenem Zustand. Sie werden also ca. 3 Jahre alt.

Hedwigia albicans (Web.) Lindb.: Einmal auf einer Probefläche; cfr. Kommt vornehmlich auf grösseren Steinen auf kahlen Steinflächen an trockenen Stellen, wo es nicht von schneller wachsenden Arten verdrängt wird, vor. Überhaupt eines der trivialsten Fels- und Steinmoose der Gebiete, das jedoch sehr schlecht in Waldsiedelungen fortkommt.

Antitrichia curtipendula (L.) Brid.: Obwohl über die Untersuchungsgebiete verbreitet, ist dieses Moos wegen seiner Seltenheit doch von äusserst geringer Bedeutung in den fraglichen Wäldern. Erwähnt sei, dass die Art dagegen bereits bei Turku äusserst reichlich als Epiphyt auf Eiche bis zu einigen Metern Höhe auftritt. Nach KOTILAINEN (mündl. Mitt.) reichlich als Epiphyt auch in der Gegend von Hämeenlinna. 8-jähriger Spross 13 ½ cm lang.

Leucodon sciuroides (L.) Schwaegr.: Etwas häufiger als das vorige Moos, aber in gleicher Weise mit ihm auftretend, in den Untersuchungsgebieten fast nur auf Felsen beobachtet. In Südwestfinnland (Gegend von Turku) tritt auch diese Art, ausser auf Steinen und an Felsenwänden, auch auf alten Eichen bisweilen massenhaft, vorzüglich *fo. gemmifera* auf; ster. — *Leucodon* ist mit achselständigen rhizoiden-

tragenden Stolonen, einer Art Stolonenwurzeln, an seiner Unterlage befestigt. Im Auftreten von *Leucodon* ist die Eigentümlichkeit konstatiert worden, dass es in südlichen Gegenden an Laubholzstämmen — jedoch nicht auf Birke — auftritt, während es sich in den nördlichen Gegenden am liebsten auf Felsen einstellt. Diese Art des Auftretens hat eine Parallele in dem Auftreten vieler anderer Moose, z. B. in Schweden und Finnland. Erwähnt seien *Neckera complanata*, *Homalia trichomanoides*, *Anomadon*-Arten, *Isothecium viviparum* u. a. (siehe Hj. Möller, Bd. 12, H. 4). Es ist schwierig, ohne weiteres auf die Ursache zu schliessen. Die Annahme dürfte jedoch möglich sein, dass dies teilweise aus der Erschwerung des Konkurrenzkampfes an Felswänden im Süden und teilweise aus dem Spärlicherwerden passender Baumstämme — Eiche, Ahorn usw. — im Norden herrührt. Überdies können die Felswände im Norden nährstoffreicher, wärmer und im Winter besser durch Schnee geschützt sein als die Baumstämme und auch deshalb den letzten Zufluchtsort der südlichen Stammepiphyten bilden. — Die Wachstumsverhältnisse bei *Leucodon* illustriert Fig. 6.

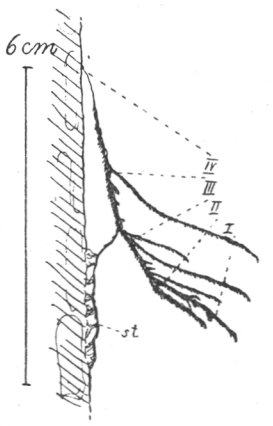


Fig. 6. *Leucodon sciuroides*-Individuen an einer Felsenwand mittels einer Stolonenwurzel (st.) befestigt. I—IV = die einander folgenden Jahressprosse. Helsinki, Degerö.

Neckera complanata (L.) Hüb.: Nicht auf den Probeflächen. Nur an Felsenwänden und an Seiten von grossen Blöcken in den Untersuchungsgebieten beobachtet; vgl. das vorige und Möller S. 42. Auch die anderen aufgefundenen *Neckera*-Arten, *N. oligocarpa* Bruch. und *N. crispa* (L.) Hedw., ebenso wie *Homalia trichomanoides* (Schreb.) Bryol. eur. treten lediglich an den Wänden grosser Steine oder Felsen auf, oftmals in tiefem Schatten, während sie in Mitteleuropa an Baumstämmen auftreten sollen; siehe Möller S. 51 und 31. 4 Jahressch. 12 cm.

Isothecium viviparum (Neck.) Lindb.: Einmal auf einer Probefläche. An den schattigen Seiten grosser Steine (Granit) oft in ausgedehnten Teppichen; ster.

I. myosuroides (L.) Brid.: Ebenfalls zweimal auf einer Probefläche in tiefem Schatten unter Steinrand auf blosser Steinfläche an noch schattigerer Stelle als *I. viviparum* über eine ausgedehnte Fläche verbreitet; ster.

Anomodon viticulosus (L.) Hook.: Einmal (Kälviä, Peitso) an den Seiten grosser kalksteinhaltiger erratischer Blöcke, also nur als

Edaphid auf einer Probefläche. An denselben wächst auch *A. longifolius* (Schleich.) Bruch. An Baumstämmen habe ich in den Untersuchungsgebieten *Anomodon*-Arten überhaupt nicht gefunden.

Leskeella nervosa (Schwaegr.) Loesk.: Einmal (Sortavala) in Hain auf trockenem Boden auf Stein (mit *Hedwigia*); ster. — An den Eichen in SW-Finnland (z. B. Turku und Bromarf) ist diese Art ebenfalls häufig. Die Jahressprosse des Hauptstammes können ca. 10 mm lang sein.

Heterocladium squarrosulum (Voit) Lindb.: Auf 4 Probeflächen in der Gegend von Sortavala und auf dem Koli. Nur als Edaphid auf Steinen, insbesondere alkalischen, und so gewöhnlich in hainartigen Waldsiedelungen, die sich auf ± trockenen Stationen befinden. Fand sich auch auf kleinen humusbedeckten Steinen und an Baumwurzeln in Hainen auf Mull pcc.; ster.

Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb.: Auf 4 Probeflächen in der Gegend von Sortavala, Koli und Punkaharju in hainartigen Siedelungen auf humusbedeckten Steinen und Mullunterlage pc.; s fr. Diese in allen Gebieten ± häufige Art kommt vorzugsweise auf kulturbeeinflussten Standorten, wie Naturwiesenabhängen und Wegrändern, vor. Jahresspross ca. 10—13 mm. Sfr.

Th. Philiberti Limpr.: Auf ein paar Probeflächen in der Gegend von Sortavala in einem Hain auf Stein, am schönsten auf Kalk. — Verschiedene Formen, die sich dieser Art anschliessen, habe ich z. B. in der Umgebung von Helsinki in Waldsiedelungen gesammelt, darunter solche von geringerer Grösse, bräunliche, kurzästige, die sich u. a. am Grunde von Eiche und Espe als Epiphyte ansetzen. Besonders die auf Kalkstein sind grösser, reichlicher verzweigt und von hellblaugrüner Farbe. Sfr.

Th. abietinum (L.) Bryol. eur.: Auf Probeflächen nur einmal in Vesijako auf einer als Hutung dienenden Brandkulturfläche (MT). Wurde mehrmals, z. B. Mittel-Österbotten, ausserhalb der Probeflächen auf ± trockenen Stellen an Landstrassenrändern sowie besonders reichlich an den Wänden von Kalkfelsen (z. B. bei Sortavala, Vesijako und Helsinki) gefunden; oft cfl., aber beinahe immer sfr.

Amblystegiella subtilis (Hedw.) Loesk.: Bei Sortavala auf einer *Aconitum*-Hain-Probefläche an Rinde von *Ulnus montana* cop. (auch an Eichen- und Eschenrinde bei Helsinki und Turku habe ich die Art konstatiert); cfr.

Amblystegium serpens (L.) Bryol. eur.: Auf 18 Probeflächen. Auf frischen und feuchten ± fruchtbaren Böden (OT, FT, AT, Hainbrüche), besonders am Grunde von Espe und edlen Laubholzarten (Fig. 7 C), auf vermodernden Baumstümpfen und auf Steinen (gern auf

Kalk), bisweilen auch auf abfallbedecktem Boden; häufig in allen Untersuchungsgebieten; cfr.

A. trichopodium var. Kochii (Bryol. eur.) Lindb.: Auf einer Probefläche in Punkaharju auf feuchtem Hainboden (FT) auf Krautabfällen; cfr. An ähnlicher Stelle wurde es in Ruotsinkylä und in Pyhäjoki beobachtet.

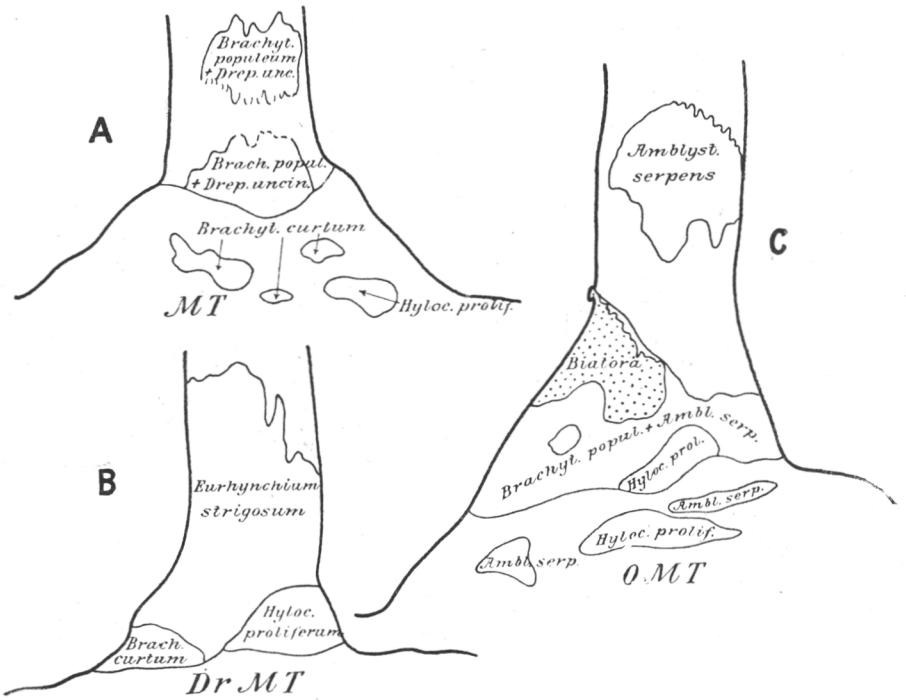


Fig. 7. Das Vorkommen von Moosarten am Grunde von alten *Populus tremula*-Individuen. Lestijärvi, frische ± fruchtbare Waldböden (MT, OMT, DrMT).

Homomallium incurvatum (Schrad.) Loesk.: Sortavala, Paksuniemi, auf Hainprobefläche trockenen Bodens auf niedrigen ± blossen Steinen und am Grunde einer Espe; cfr.

Campylium hispidulum var. Sommerfelti (Myr.) Lindb.: Auf 8 Probeflächen. Auf frischen, insbesondere fruchtbaren Böden (selten in MT-, häufig in OMT-, FT- und Hainbruchsiedelungen), am liebsten am Grunde von Espen (Fig. 8 B) sowie auch auf Basalbülten der Schwarzerle, auf Farnbülten und vermodernden Baumstümpfen; häufig cfr.

C. chrysophyllum (Brid.) Bryhn: Einmal (Suistamo, Loimola) in einem Birkenbestand auf frischem Boden (OMT) am Grunde einer Birke; ster.

C. stellatum (Schreb.) Bryhn: Einmal (Koli) auf einer Probefläche in Hain auf humusbedeckten kleineren Steinen mit *Philonotis tomentella* (ca. 30-jähriger Birkenbestand auf Brandkulturfläche); ster.

Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.: Auf 60 Probeflächen. Gehört zu den häufigsten Waldmoosen, tritt jedoch nicht in den Siede-

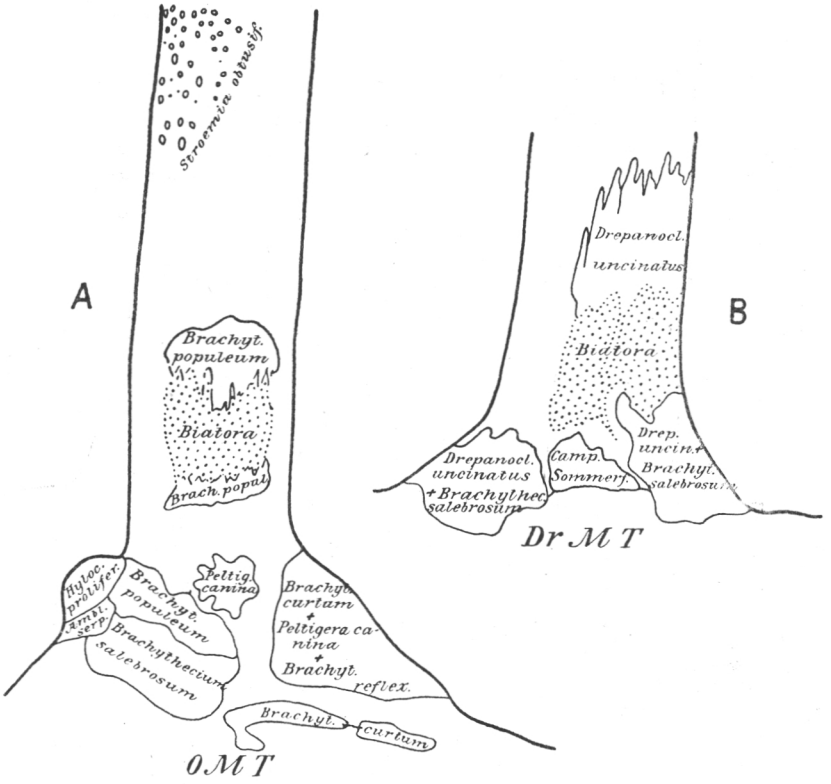


Fig. 8. Das Vorkommen von Moos- und Flechtenarten am Grunde von *Populus tremula*-Individuen. Lestijärvi, frische, ± fruchtbare Waldböden (OMT, DrMT).

lungen trockener, magerer Waldböden auf (CT, VT). Besonders gern wächst es am Grunde von Bäumen, u. a. von Wacholder wie auch von Eberesche, Espe (Fig. 8 B, 7 A), Birke (Fig. 5 A, C) und Fichten (Fig. 9 B) — sehr wenig an Kiefer (und Lärche). Ausserdem wächst es auf Steinen und vermodernden Baumstümpfen. Auch auf normaler Bodenfläche wurde es festgestellt, freilich nur in deformierten zarten Formen; fqq. cfr. — Reichlicher tritt diese Art jedoch (als *var. subjulaceus fo. subfalcata* Warnst.) auf Bodenfläche, z. B. in den trockneren Teilen der Meeresuferwiesen Mittelösterbottens, auf.

Dr. fluitans (L.) Warnst.: Auf 3 Probeflächen. Nur als Edaphid in Tümpeln. Ist eine der trivialsten Arten dieser und ähnlicher feuchter Standorte. Häufig cfr.

Calliergon cordifolium (Hedw.) Kindb.: Auf 3 Probeflächen in nassen Senkungen als Edaphid. Eine der trivialsten Arten in Pfützen, Gräben u. dgl.

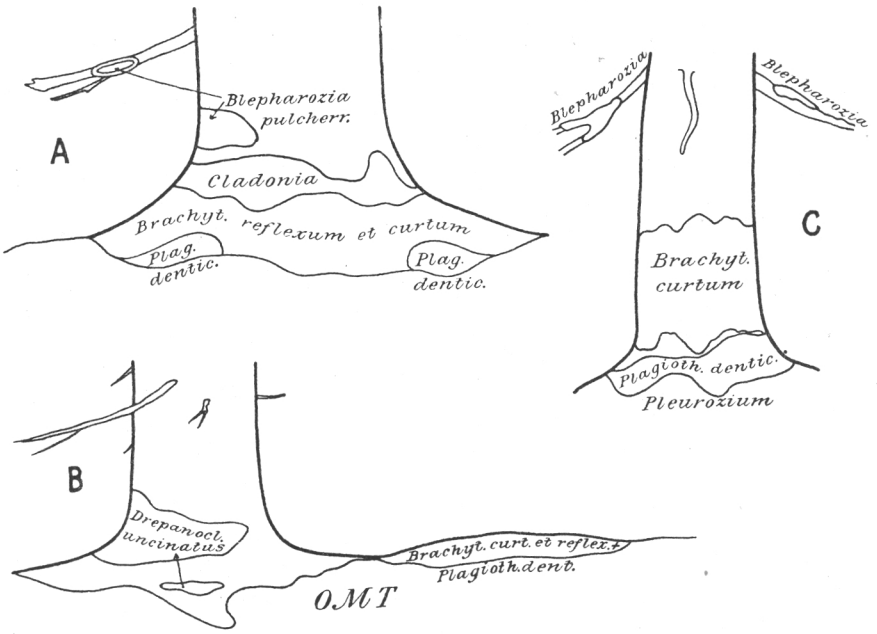


Fig. 9. Das Vorkommen von Moosarten am Grunde von *Picea excelsa*-Individuen. Raivola, frischer fruchtbarer Waldboden (OMT).

Brachythecium erythrorrhizon Bryol. eur.: Auf 7 Probeflächen in der Gegend von Sortavala, Vesijako, Punkaharju, Pyhäjärvi, Lestijärvi. Auf frischen fruchtbaren Böden (OMT, FT) auf niedrigen ± humusbedeckten Steinen, auch auf die Abfalldecke am Boden übergehend; bisweilen cfr.

Br. salebrosum (Hoffm.) Bryol. eur.: Auf wenigstens 30 Probeflächen. Gehört zu den gewöhnlichsten Arten frischer Böden (in MT-Siedelungen, sehr häufig in OMT- und in Hainsiedelungen). Findet sich besonders am Grunde von Bäumen (gern z. B. an der Espe, Fig. 8 A u. B; Tafel II, Fig. 1), auf vermodernden Stümpfen und niedrigen humusbedeckten Steinen, wobei es auch auf die Abfalldecke am Boden übergeht. Am Grunde von Bäumen erscheint sein schlimmer Feind (wie auch der anderen Moosarten an diesen Stellen), die Krustenflechte *Biatora vernalis*, welche dieses Moos gern überzieht und tötet

(Fig. 8, Tafel II, Fig. 1). Häufig cfr. — Die Art tritt äusserst polymorph auf. Kommt — wenigstens in einigen Formen — an offenen Halbkulturstandorten, besonders auf Wiesen, besser fort als in Wäldern.

Br. rutabulum (L.) Bryol. eur.: Nur auf einer Probefläche, Sortavala Niemiskoski, in üppigem Hain (AT) auf frischem Tonmullboden mit Kräuterresten vermengt; cfr.

Br. curtum (Lindb.) Lindb.: Auf ca. 80 Probeflächen. Gehört zu den gewöhnlichsten und am reichlichsten vorkommenden Waldmoosen der Untersuchungsgebiete. Tritt jedoch nicht an sterilen trockenen Standorten (CT, VT) auf. Auf frischen, insbesondere fruchtbaren Stationen bildet es auf Flächen, die keine Hylocomiaceen und Dicranaceen aufweisen, am Erdboden besonders in Fichtenwäldern oft ziemlich ausgedehnte Teppiche auf der Nadelstreu (Fig. 5 A, B, D; 7 A, B; 8 A; 9 A, B, C). Auf feuchten Böden findet es sich nur auf Bülten, Baumstümpfen, vermodernden Baumstämmen und auf Baumwurzeln sowie auf humusbedeckten Steinen. Als Basalepiphyt siedelt es sich zuweilen an, z. B. am Grunde von Fichten (Fig. 9 C). Auf solchen Flächen, wo Hylocomiaceen und Dicranaceen Zutritt finden, wird *Br. curtum* vernichtet. Die Frequenz ist auf einigen Probeflächen 7—8, sehr oft 3—5; häufig cfr. — Im Zusammenhang mit *Br. curtum* muss eine *Brachythecium*-Form erwähnt werden, die auf einigen Probeflächen aufgetreten ist und sich von dem typischen *Br. curtum* bedeutend unterscheidet wegen ihrer geringeren Grösse und kleineren ± sparrig abstehenden Blätter. Die Blattform erinnert an die von *Br. reflexum*. Die Rippe ist stark, erstreckt sich bis zum Unterteil der Spitze, bei den Astblättern finden sich einige Zähne auf der Rückseite der Rippe. Seta ca. 1.5 cm. Diese Form ist z. B. in der Nähe von Helsinki ziemlich häufig in hainartigen Siedelungen. Ich kann nicht mit Sicherheit entscheiden, ob sie zur Art *Brachythecium Starkei* zu rechnen ist. Die Verhältnisse im Auftreten sind ziemlich dieselben wie bei *Br. curtum*, in dessen Gesellschaft sie auch oft wächst.

Br. reflexum (Stark.) Bryol. eur.: Auf 43 Probeflächen. Gehört zu den gewöhnlichsten Waldmoosen der Untersuchungsgebiete. In Waldsiedelungen auf trockenen, mageren Heidewaldböden (CT, VT) findet es sich überhaupt nicht, und auch in waldmoosreichen Siedelungen auf frischem Boden (MT) ist es noch spärlich, fast stets dagegen kommt es in üppigeren Wäldern (OMT und Haine) auf fruchtbarem Boden vor. *Br. reflexum* tritt nach Art von *Br. curtum* auf Steinen, faulenden Stümpfen, auf Baumwurzeln und auch am Boden auf der Abfalldecke, besonders reichlich auf mineralstoffreichem Mull,

auf, geht z. B. am Grunde von Bäumen und an Steinen weiter nach oben (auf trocknere Grundlage) als *Br. curtum*. (Fig. 5 D; 8 A; 9 A, B). Sehr häufig cfr. Bei reichlichstem Auftreten war die Frequenz 4—5 (auf normaler Bodenfläche).

Br. velutinum (L.) Bryol. eur.: Auf 14 Probeflächen, in allen Untersuchungsgebieten ausser der österbottnischen Küste. Nur in üppigen Wäldern (OMT und Haine, sehr selten MT), wächst am Grunde von Bäumen und auf morschen Baumstümpfen, auf humusbedeckten Steinen sowie oft recht reichlich auch auf blossem, fettem, sand- oder lehmhaltigem Hainmull an schattigen Stellen; cfr. Offenbar etwas anspruchsvoller als die beiden vorigen und *Br. salebrosum*.

Br. populeum (Hedw.) Bryol. eur.: Auf 9 Probeflächen (Raivola, Gegend von Sortavala, Vesijako, Punkaharju). Nur in den Waldsiedelungen feuchter, ± fruchtbarer Böden (OMT und Haine), wo es besonders auf Steinen, aber auch auf der Rinde alter Laubbäume (*Populus tremula*, *Ulmus* und *Quercus*) auftritt (Fig. 7 A und C; 8 A); cfr.

Cirriphyllum piliferum (Schreb.) Grout: Auf 8 Probeflächen (Gegend von Sortavala, Vesijako, Punkaharju). Nur in hainartigen Siedelungen auf fruchtbarem, frischem oder feuchtem Boden auf Lehm-Mullerde oder auf faulenden Abfällen. In einigen Hainsiedelungen bildete es ziemlich ausgedehnte reine Rasen (Frequenz ca. 5) mit *Mnium medium*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rh. calvescens*, *Hylocomium umbratum*, *Eurhynchium striatum* u. a. Besonders in Hainen, die reich an Maulwurfs-Mullhügeln sind, kommt es ausgezeichnet fort; teilweise cfr.

Eurhynchium hians (Hedw.) Jaeg.: Als Waldmoos von geringer Bedeutung (auf Heuäckern und Parkrasen dagegen oft recht reichlich). Einmal auf Probefläche in dem AT-Hain von Kirjavalahti auf humusbedecktem Stein, cfr. Öfter kommt es jedoch auf blossem Tonmullboden in Hainen, besonders wo die Maulwürfe Erde aufgeworden haben, mit *Catharinaea undulata* u. a. vor (z. B. in der Umgebung von Helsinki und Lahti); selten cfr.

E. strigosum (Hoffm.) Bryol. eur.: Auf 8 Probeflächen, in allen Untersuchungsgebieten vertreten. Tritt nur in üppigen Waldsiedelungen (OMT und Haine) auf fruchtbarem Boden auf. Gehört meistens zu den Epiphytenmoosen, da es am Grunde von Bäumen, besonders der Espe (Fig. 7 B), und an vermodernden Baumstümpfen auftritt. Wächst auch an Felsen und Steinen (bes. basischen) und unter deren Rändern. Bisweilen tritt es auch auf dem normalen Boden auf frischer Tonunterlage in Hain auf; oft cfr.

E. striatum (Schreb.) Schimp.: Wegen seiner Seltenheit von geringer Bedeutung. Nur einmal auf einer Probefläche — im Lärchenhain

von Raivola an ein paar Stellen auf Mullhügelchen. Nach mehreren anderen Wahrnehmungen (in der Umgebung von Helsinki u. a.) tritt es nur auf frischen und feuchten fruchtbaren Böden (OMT, OT), am reichlichsten auf der Bodenfläche oder auf niedrigen Bülten an den Standorten von *Cirriphyllum piliferum*, *Hylocomium umbratum*, *Rhytidiadelphus calvescens* u. a. Hainmoose auf; nur in einem Falle (bei Helsinki) beobachtete ich es reichlich cfr.

Platygyrium repens (Brid.) Bryol. eur.: Einmal (Koli) auf einer Hainprobefläche auf humusbedecktem Stein; ster.

Pterigynandrum filiforme (Timm) Hedw.: Als Edaphid an der Seite eines grossen Steines einmal (Koli) ster. An gleichartigen Stellen ist es im allgemeinen häufig, kommt besser an offenen Stellen fort.

Isopterygium pulchellum var. nitidulum (Wahlenb.) Broth.: Nur auf zwei Probeflächen auf frischem, ziemlich fruchtbarem Boden (OMT) aufgetreten, wird aber oft in den Wäldern aller Untersuchungsgebiete auf frischen Böden an den schattigen Seiten von Steinen und unten an ihren Rändern sowie am Grunde von Bäumen (besonders Espe), vornehmlich in schattigen Vertiefungen, beobachtet; oft cfr.

Isopterygium repens (Poll.) Lindb.: Nur einmal an einem vermodernden Baumstumpf in üppigem Mischwald (OMT) in Lestijärvi; cfr. Wurde auch sonst während der Untersuchungen nur etwa 10 mal angetroffen (Ruotsinkylä, Vesijako), und zwar nur auf vermoderndem Holz, besonders an Baumstümpfen an frischen oder feuchten Stationen, einmal auch auf der Basalbülte einer Schwarzerle; cfr.

Plagiothecium latebricola (Wils.) Bryol. eur.: Nicht auf den Probeflächen. Ist jedoch den Waldpflanzen meiner Untersuchungsgebiete zuzuzählen; im Verlauf der Untersuchung in Raivola, Punkaharju und Vesijako in Schwarzerlenbrüchen an einem vermodernden Erlenstumpf angetroffen; zum Teil cfr.

Pl. silvaticum (Huds.) Bryol. eur.: In der Gegend von Sortavala und in Vesijako auf 3 Probeflächen, die hainartige Siedelungen auf feuchtem, üppigem Boden sind. Tritt an der Seite von Steinen, besonders unten nahe am Boden oder an den feuchten und schattigen Seiten von Gräben und Bülten auf mit Humusstoffen $\pm$ vermengtem Mineralboden, seltener auf reinem Humus auf; oft cfr.

Pl. denticulatum (L.) Bryol. eur.: Auf ca. 40 Probeflächen. Gehört zu den gewöhnlichsten Waldmoosen der Gebiete. Tritt in Wäldern auf frischen, insbesondere mässig fruchtbaren Böden auf (in Siedelungen, die zu MT oder besseren Typen als dieser gehören). Wichtigster Standort sind die schattigen Seiten an der Basis von Bäumen, Baumstümpfen und Wurzeln; auch an niedergefallenen Ästen usw. tritt es auf, ebenso an der Seite von erdfesten Steinen und Bülten; geht

nur in geringem Masse auf den normalen Erdboden. Besonders am Grunde von Fichten ist es oft das wichtigste Epiphyt und verträgt auch intensive Beschattung. Steigt jedoch im allgemeinen nur einige Dezimeter hoch (Fig. 2; 5 A; 9 A, B, C). Oft cfr.

An den ±frischen, schattigen Seiten grösserer Steine und Felsen tritt in meinen Untersuchungsgebieten eine autözische *Plagiothecium*-Form auf, die sich in vielfacher Hinsicht von einer anderen, vornehmlich an Stümpfen vorkommenden *Pl. denticulatum*-Form unterscheidet. Ihrer Farbe nach ist diese Form von dunklerem Grün und hat schwächeren Glanz, was offenbar dadurch veranlasst wird, dass die Blattzellen bedeutend breiter sind (1 : 8, bei der vorigen 1 : 20). Auch die Blattform ist insofern abweichend, als die Blätter bei der Felsenform länger niederlaufend und kürzer zugespitzt sind. Die Kapsel ist bei der Felsenform ausgesprochen länger, gekrümmt, wenn leer, zusammengeschnürt, dazu die Seta dunkelrotbraun, 15—20 mm lang, während sie bei der Stubbenform gelblich und nur 10—15 mm lang ist. Diese Formen sind beide äusserst häufig. Von dem typischen *Pl. denticulatum* habe ich jedoch auch ein Paar Proben. Auch sie stammen von Stein und unterscheiden sich von der obengenannten Felsenform vornehmlich nur durch bedeutend schmalere Blattzellen (1 : 15).

Pl. curvifolium Schlieph.: Diese Art tritt im Lärchenwald von Raivola, wo ihr Hauptstandort am Grunde der Lärchen ist (Fig. 1), äusserst reichlich auf. Am Grunde dieser Holzart ist sie dort ein charakteristisches Epiphyt und steigt bis zu einigen Metern Höhe. Besonders gern wächst sie am unteren Rande der Rasen von *Orthodicranum montanum*. Auch auf den Basalbülten der Bäume kommt sie reichlich vor. Ausser auf *Larix* wächst sie auch am Grunde von *Pinus silvestris* (Fig. 10 B, C), dagegen geht sie fast garnicht an den Fuss von *Picea excelsa* über. — An Fichte vikariert *Pl. denticulatum*. Häufig cfr. Sonst habe ich diese Art nur in Österbotten (Lestijärvi) und einige Male in der Umgebung von Helsinki auf Baumstümpfen und auf Basalbülten von *Alnus glutinosa* gefunden.

Pl. Ruthei Limpr.: Auf drei Probeflächen in üppigen Wäldern auf feuchtem Boden (OT, FT) in Raivola und Punkaharju. Auch in Vesijako, in der Gegend von Sortavala und auf dem Koli wurde es im Laufe der Untersuchung ausserhalb der Probeflächen in Farn- und Krautbrüchen auf feuchtem Boden konstatiert. Wahrscheinlich häufiger in den Wäldern von Südfinnland, als sich nach den bisherigen Funden schliessen lässt; cfr.

Pylaisia polyantha (Schreb.) Bryol. eur.: Auf 4 Probeflächen in der Gegend von Sortavala und auf dem Koli, kommt aber in allen Untersuchungsgebieten vor. In hainartigen Siedelungen als Epiphyt

an Espe, *Ulmus*, selten an Stein. Wichtigster Standort dieser Art ist zweifellos die Rinde von *Populus tremula*. Z. B. auf dem Koli findet sie sich in einem alten Espenbestand recht reichlich an den Stämmen fast bis zur Krone; cfr.

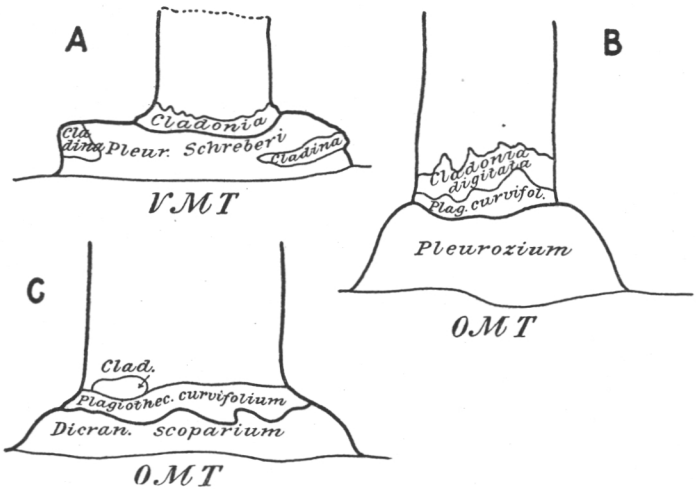


Fig. 10. Das Vorkommen von Moos- und Flechtenarten am Grunde von *Pinus silvestris* Individuen. Raivola. Frischer Waldboden (VMT, OMT).

Hypnum pallescens (Hedw.) Palis.: Auf 13 Probeflächen auf frischen ± fruchtbaren Böden (OMT und Haine) als Edaphid auf Steinen, oft auch am Grunde von Bäumen und Baumstümpfen bis zu einigen Dezimetern Höhe (bei Erle, Ahlkirsche, Fichte, Lärche); oft cfr.

H. cupressiforme L.: Auf 4 Probeflächen. Vorzugsweise an der Seite grösserer Steine sowie als Epiphyt am Grunde von Espen, Fichten und alten Erlen (auch z. B. Eichen cpp.) in MT- und noch üppigeren Siedelungen; cfr. — Ist ausserhalb der Probeflächen in den Untersuchungsgebieten sehr häufig, besonders an Felsenwänden.

H. arcuatum Lindb.: Gehört eigentlich zur Vegetation baumloser Böden (auf feuchten Wiesen usw.). Tritt auf einer Probefläche (Koli) in 30-jährigem Birken-Erlenwalde in hainartiger Siedelung auf Brandkulturboden auf kleinen humusbedeckten Steinen mit *Climacium dendroides* u. a. auf; ster.

H. pratense Koch: Auf feuchtem Boden auf faulenden Abfällen in einem Schwarzerlenhain in Vesijako; ster.

Heterophyllium Haldanianum (Grev.) Kindb.: In Raivola in Farnhain am Grunde von Birke; in Vesijako in Schwarzerlenhain auf Basalbülte; cfr.

Ptilium crista-castrensis (L.) De Not.: Gehört zu den häufigen Waldmoosen Süd- und Mittelfinnlands. Vornehmlich in älteren Waldsiedelungen anzutreffen. Auf mässig trockenen (VT) Heidewaldböden ist es verhältnismässig selten und spärlich. Jedoch findet es sich z. B. in Punkaharju (Mustaniemi und Kuikonniemi) in Kiefernwäldern (VT) auf mässig trockenem Sandboden sehr reichlich. Auf frischen Böden (in M- und OMT-Siedelungen) bildet es auf vielen Probeflächen, besonders in Fichtenbeständen, einen beträchtlichen Teil der Moosvegetation auf Erdboden. Ebenso wie in Punkaharju gedeiht es auch in Veikkola und Evo auf Sandheiden äusserst gut und tritt auf diesen bisweilen (sowohl in VT- als in MT-Siedelungen) als Hauptmoos auf. Auffällig oft wächst es mit *Dicranum majus*. *Ptilium* klettert gern auch an Bäumen als Epiphyt empor, besonders am Grunde von Wacholder. Auf dem Boden erscheint es oft in Flecken, die jedoch selten von anderen Moosen frei sind; relativ selten cfr.

Pleurozium Schreberi (Willd.) Mitt.: Wichtigste, am massivsten auftretende Moosart der Waldsiedelungen Süd- und Mittelfinnlands; fehlt nur höchst selten auf den Probeflächen. Die Frequenz ist auf vielen Probeflächen die höchstmögliche (10) oder kommt ihr nahe, und der Deckungsgrad ist grösser als der anderer Pflanzenarten, besonders auf sterilen Waldböden (CT, VT, MT). Die Reichlichkeit differiert jedoch bedeutend auf den verschiedenen Böden. Auf den trockensten Heidewaldböden (CClT) ist es spärlich und überlässt *Cladina* bedeutende Flächen. Auf einigen Probeflächen dieses Typs tritt *Pleurozium* reichlich unter Fichten auf, vor allem am äusseren Rande der von Fichtenzweigen überdachten Fläche als üppiger Kranz, während der Boden in den Zwischenräumen von Flechten überzogen und die nächste Umgebung des Stammes kahl ist. Dies rührt möglicherweise davon her, dass die Humusdecke unter den Fichten dicker ist und die Feuchtigkeit besser hält, gewiss ist auch der Umstand von Vorteil, dass die Beschattung der Fichte den Boden vor dem Sonnenbrand schützt. Die Reichlichkeit ist am grössten auf mässig trockenen Heidewaldböden (in VT-Siedelungen). Auf frischen Böden (MT) ist die Frequenz gewöhnlich noch 7—8, kleiner auf fruchtbaren Böden (OMT), wo dieses Moos vorzugsweise auf Erhebungen auftritt. In üppigen Hainen wächst *Pleurozium* nur als spärliches Edaphid auf grösseren Steinen, umgefallenen Bäumen usw. *Pleurozium* verträgt viel Beschattung und tritt so in geschlossenen Fichtenwäldern wenigstens in höherem Alter in geschlossenen Beständen auf, während die Phanerogamenvegetation sehr spärlich ist. Unter den Birken und anderen Laubbäumen kommt *Pleurozium* wegen der verheerenden Wirkung der Laubabfälle nicht gut fort. Dieselbe verderb-

liche Wirkung der Abfälle tritt auch in *Larix*-Wäldern sowie überall in krautreichen Siedelungen zutage. Gegen Kultureinflüsse ist *Pleurozium* (ebenso wie z. B. *Hylocomium proliferum* und *Dicranum undulatum)* empfindlich. Bei Bränden wird es natürlich gründlich vernichtet, da die ganze Pflanze an der Oberfläche ist. Auch auf Flächen, die kahlgehauen sind, stirbt *Pleurozium* katastrophal ab, offenbar durch Verdorren. Auf Hiebsflächen behauptet es sich am besten um Baumstümpfe, wohl wegen der beschattenden und wasserhaltenden Wirkung der Stümpfe. Interessant ist es, die Rückkehr von *Pleurozium* nach den Brandflächen bei Regeneration der Waldvegetation zu verfolgen. Anfänglich erscheint es kümmerlich an schattigen Stellen am Fusse üppiger Renntierflechtenpolster, die von ihm infolge seines schnelleren Wachstums allmählich erstickt werden (siehe Fig. 11). Ebenso breitet es sich anfangs gern unter Heidekraut aus, offenbar weil es dort die erwünschte Beschattung findet — möglicherweise auch wegen der an solchen Stellen einsetzenden Humusbildung. (Die auf einer 6-jährigen Brandfläche in Tuusula-Ruotsinkylä beobachteten ersten *Pleurozium*-Ansätze waren vegetativ aus früheren kleinen Stengelresten entstanden und insofern eigentümlich, als sich der Stengel strahlenförmig in mehrere gleichstarke Äste verzweigte. Vermutlich spielt jedoch auch die Sporenverjüngung eine wichtige Rolle.) Den niedrigen und langsam wachsenden Moosen und Flechten der Brandflächen *(Ceratodon, Pohlia nutans, Polytrichum piliferum,*

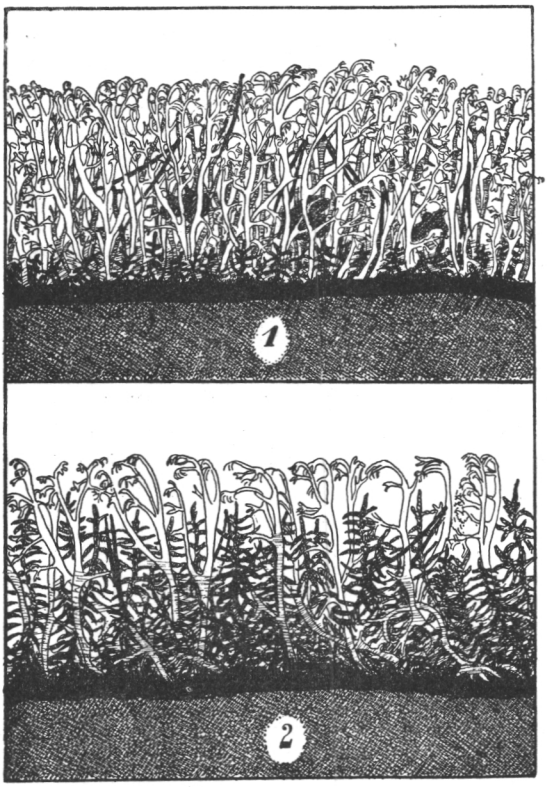


Fig. 11. Die Entwicklung von *Pleurozium Schreberi* in *Cladina*-Rasen auf ca. 15-jähriger Waldbrand- und Hiebsfläche. Suistamo, Loimola; ca. $^1/_2$ nat. Gr.

P. juniperinum, Cladonia spp. u. a.) ersteht in *Pleurozium* ein gefährlicher Konkurrent, der sich leicht auf dieselben ausbreitet und sie erstickt, wie man auf älteren Brandflächen aus den Resten dieser Moose unter den *Pleurozium*-Rasen direkt konstatieren kann. Auch auf Baumstümpfen und umgefallenen Stämmen tritt *Pleurozium* (in Wäldern frischen Bodens) als letzter siegreicher Ansiedler auf, indem es sich über *Blepharozia ciliaris, Dicranum fuscescens var. congestum* und *D. scoparium* sowie Flechten ausbreitet. Die bedeutende Grösse, das schnelle Wachstum und die Fähigkeit, isoliert von mineralischer Grundlage und unabhängig vom Alter fortzukommen, machen *Pleurozium* zur dominierenden Moosart jedenfalls auf magereren Waldböden.

Rhytidiadelphus triquetrus (L.) Warnst.: Auf 73 Probeflächen. Tritt nur auf ziemlich fruchtbaren und fruchtbaren Böden auf (OMT und Haine). Auf gewöhnlichen frischen Heideböden (MT) findet sich die Art nur sporadisch und sehr spärlich. Am besten kommt sie auf frischem Tonmullboden fort, wo sie mit *Cirriphyllum piliferum, Brachythecium reflexum, Br. salebrosum, Br. curtum, Rhodobryrum roseum* usw. ziemlich ausgedehnte Flächen bedecken kann, — z. B. *Pleurozium* fehlt hingegen an diesem Standort. An solchen Stellen bildet sie auch Sporogonen. Am besten kommt sie in Nadelwäldern fort. Die Abfälle der Laubbäume tun ihr offenbar Eintrag, da sie in den üppigsten Hainen (AT) das Bestreben zum Auftreten auf Steinen zeigt. Am Grunde von Espen, Ebereschen und Wacholder tritt sie oft als Epiphyt bis zu einigen Dezimetern Höhe auf. Nur auf 5 Probeflächen ist ihre Frequenz 5—9, in 10 Fällen 2—5, in den übrigen geringer.

Rh. squarrosus (L.) Warnst.: Auf 9 Probeflächen; ster. Als ursprüngliche Moosart in Waldsiedelungen sicher nur in den Uferhainen des Bottnischen Meerbusens von mir beobachtet, jedoch auch da als Relikt aus der Uferwiesenphase (in einem Uferhain, LT, war die Frequenz 6). Wahrscheinlich ursprünglich auch auf feuchten Lehmabhängen (FT-Schachtelhalmsiedelung) Niemiskoski-Sortavala. Einmal ± sporadisch in Fichtenwald auf Hainboden (AT), einmal in OT-Fichtenbestand ebenso. Sonst ist die Art ja an kulturbeeinflussten Standorten, z. B. auf Rainen, besonders an Rändern von Wegen bereits auf ursprünglich ziemlich unfruchtbaren Böden (VT, MT) mit *Climacium* u. a. häufig, reichlicher jedoch z. B. auf frischen Hutungen; verhältnismässig selten cfr.

Rh. calvescens (Wils.) Broth.: Auf 4 Probeflächen (Raivola, Gegend von Sortavala, Koli), welche sämtlich hainartige Siedelungen ± feuchter Waldböden sind. Tritt in denselben entweder auf normalem

feuchtem Boden oder auch auf niedrigen Bülten auf; bildet Rasen von einigen Quadratmetern. Offensichtlich eine echtere Waldpflanze als die vorige; ster.

Hylocomium proliferum (L.) Lindb.: Nach *Pleurozium* das wichtigste Waldmoos der Gebiete, auf den meisten Probeflächen aufgetreten. Fehlt jedoch völlig in den Siedelungen trockener Böden (CClT) und ist somit deutlich eine anspruchsvollere Art als *Pleurozium*. Auf ziemlich trockenen Heidewaldböden (VT) fehlt es selten völlig, ist jedoch seiner Frequenz nach spärlich oder ziemlich spärlich (1—3). Auf einigen Sandheiden in Punkaharju und Veikkola findet es sich jedoch auf derartigen Böden mit dem Frequenzgrad 5—6. Auf frischen Heidewaldböden (MT) kommt es sehr reichlich (6—9) vor, auf mehreren Probeflächen sogar reichlicher als *Pleurozium*. In üppigen Siedelungen (OT-Haine) wächst es am liebsten auf Steinen und am Grunde von Bäumen sowie auf hervorstehenden Wurzeln. Im allgemeinen hat *H. proliferum* die Neigung, ungleichmässig verteilt in dichten kleinen Rasen, besonders auf Erhebungen, aufzutreten. Vermengt mit *Polytrichum commune* wächst es gut auf Bülten in leicht anmoorigen, jungen Brandkulturwäldern. In üppigen Hainen tritt es nur auf Steinen und Stümpfen auf. Häufig, wenngleich bei weitem nicht immer, cfr.

H. umbratum (Ehrh.) Bryol. eur.: Auf 3 Probeflächen (Gegend von Sortavala, Vesijako; ausserhalb der Probeflächen auch Raivola und Koli), nur auf fruchtbaren frischen und feuchten Böden (OMT und Haine). Ein paarmal (Vesijako) wurde es ausserhalb der Probeflächen in FT-Siedelung auf humusbedeckten Steinen konstatiert. Tritt in ± reinen Rasen von sogar ein paar Meter Durchmesser auf; ster.

H. pyrenaicum (Spruc.) Lindb.: Auf 4 Probeflächen (Sortavala, Koli), jedoch im allgemeinen seltener als das vorige; lediglich in Hain- und hainartigen Siedelungen aufgetreten. Bildet dichte Matten besonders auf humusbedeckten Steinen; in der Gegend von Sortavala war es cfr.

Buxbaumia aphylla L.: Auf 4 Probeflächen (in allen Untersuchungsgebieten spärlich konstatiert), auf allen mit geringer Frequenz (unter 1). Zweimal auf ziemlich trockenen Heidewaldböden (VT), einmal auf frischer Brandkulturfläche (MT), einmal in ziemlich üppiger Waldsiedelung (OMT) auf Stumpf. Überdies habe ich die Art an einigen Stellen auf wenig benutztem Waldpfade (MT) cop., auf Mullbülte mit *Dicranella heteromalla* (in OMT-Siedelung) sowie an Moorgraben auf Torf cop. mehrere Dutzend Meter weit, ferner ein paarmal auf ca. 10-jähriger Waldbrandfläche beobachtet. Stets tritt sie nur auf nacktem, jedoch bereits von organischen verwesten

Stoffen befestigtem Waldhumus auf (vgl. GREBE S. 19). Charakteristisch ist das Auftreten in kleinen, nur einige Dutzend Individuen umfassenden Gruppen. *Pohlia nutans* ist vielleicht ihre gewöhnlichste Begleiterin.

Catharinaea tenella Röhl: Gehört nicht zu den eigentlichen Waldpflanzen. Auf einer als Hutung dienenden Brandkultur-Probefläche, ferner auf Halbwiese mit Tonboden und pcc. in üppigem, jungem Kiefernbestand (OMT). Im allgemeinen ist sie häufig und reichlich auf Äckern, in Strassengräben und an anderen kulturbeeinflussten Standorten.

C. undulata (L.) Web.: Auf 11 Probeflächen (Gegend von Sortavala, Raivola, Punkaharju und Lestijärvi). Ziemlich obligatorische Hainpflanze, die auf frischem oder feuchtem Tonmull auftritt, darin verwurzelt ist und gewöhnlich ziemlich ausgedehnte Bestände bildet. Besonders Maulwurfshaufen bilden günstige Wuchsstellen für sie. Auch auf feuchtem Sandboden wächst sie. In Lestijärvi trat sie (steril) auf durch eine entwurzelte Fichte blossgelegtem Erdreich auf. *Climacium dendroides*, *Cirriphyllum piliferum*, *Mnium cuspidatum* usw. sind typische Standortgenossen; gewöhnlich cfr.

Polytrichum alpinum L.: Auf einer Hain-Probefläche am Ufer des inneren Bottnischen Meerbusens reichlich mit *Rhytidiadelphus squarrosus;* cfr. Sonst einige Male in Felsspalten beobachtet.

P. attenuatum Menz.: Im Lärchenhain von Raivola auf humushaltigem Sand auf Mullhügelchen. Kommt im allgemeinen nur in ± üppigen Wäldern auf Baumstumpf- u. a. Bülten und in schattigen, detritusreichen Felsspalten fort; cfr.

P. commune L.: Auf 56 Probeflächen auf frischen oder nassen, insbesondere leicht anmoorigen Stationen (MT, OMT, Brüche). Auf trockneren (VT, MT) Heideböden kommt es nur als Edaphid in feuchten Senkungen und Gruben vor. Auf offenen Brandkulturflächen und den darauf entstandenen jungen Wäldern tritt es bisweilen bedeutend reichlicher als in den alten entsprechenden Wäldern nach Bestandsschluss auf. Verlangt mehr Licht als z. B. *Pleurozium* und kommt somit am besten auf Lichtungen, Hiebsflächen und an Waldsäumen fort. *P. commune* hat (wie beispielsweise *P. juniperinum*, Fig. 12, und andere Polytrichaceen) tief in das Erdreich eindringende »Wurzeln», die bis tief herab eine geschlossene Schicht bilden (bis 1 dm, ja sogar mehrere Dezimeter Tiefe). Diese Schicht ist zweifellos für höhere Pflanzen sehr von Nachteil, und diese kommen deshalb in *Polytrichum*-Beständen schlecht fort. Möglich ist, dass das Pflügen auf Brandkulturflächen den *Polytrichum*-Sporen tieferes Eindringen in den Boden ermöglicht, wo sie dann genügende Feuchtigkeit für das

Wachstum vorfinden. Sowohl die Hylocomiaceen als die *Sphagna* können sich jedoch unter das *Polytrichum* ausbreiten, da sie keine tiefer in den Boden eindringenden Teile haben.

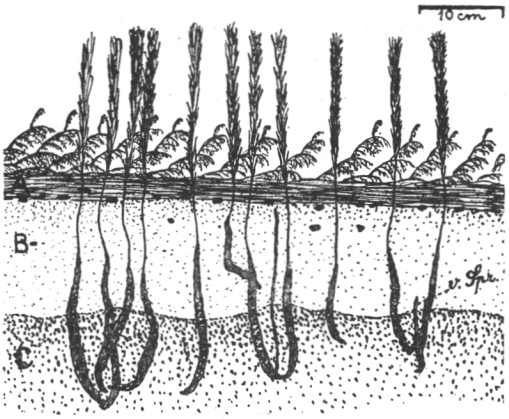


Fig. 12. Bodenprofil mit *Hylocomium proliferum* und *Polytrichum juniperinum*. Aus Birkenwaldsiedelung auf Brandkulturboden. Suojärvi, Kotajärvi. A = Humusschicht; B = Bleichsandschicht; C = Braunsandschicht; v. Spr. = Verjüngungsspross.

P. juniperinum Willd.: Auf 55 Probeflächen. Ursprünglich häufig auf trockenen und ziemlich trockenen Heidewaldböden, wenn auch nur spärlich (1, selten 2) anzutreffen. Auf frischeren Böden kommt es als Edaphid auf Steinen, Wurzelsand umgefallener Bäume, Torfentnahmeflächen usw. vor. Bei der Kirche von Himanka wies es auf einer mit *Festuca ovina* bestandenen, als Hutung dienenden (VT) Kiefernheide die Frequenz 6 auf, während es im benachbarten ursprünglichen Teile des Waldes beinahe fehlte. Am reichlichsten kommt *P. juniperinum* auf Brandkulturflächen und Brandflächen (meistens VT- und MT-, aber auch OMT-Siedelungen) vor, wo die Frequenz sogar bis 8—9 steigt und die Rasen flächenweise geschlossen sind. Meistens ist die Frequenz 5—6 oder weniger. In einem 70-jährigen Birkengehölz auf Brandkulturfläche mit Sandboden (MT) war die Frequenz sogar 8. Die Art wird jedoch auf Brandflächen von *Pleurozium* allmählich erstickt. Ziemlich häufig cfr. Tritt auch auf reinerem Torfboden oft massenweise auf.

P. piliferum Schreb.: Auf 10 Probeflächen (in allen Untersuchungsgebieten). Auf den dürftigsten Heideböden (CCIT) auf Sand bisweilen in kleinen Gruppen und Flecken. Auf jungen Brandflächen auch auf mässig trockenen Heideböden (VT) oft aufgetreten. Einmal sehr reichlich (6) unter absterbendem Heidekraut auf ehemaliger Brandfläche, im allgemeinen nur 1. In seiner Gesellschaft kommt besonders *Ceratodon purpureus* gut fort.

Das Vorkommen der Moosarten bestimmende Faktoren.

Gruppierung der Moosarten nach ihrem Gedeihen im Walde.

Alle oben angeführten Moosarten kommen also in meinen Untersuchungsgebieten in Waldsiedelungen vor. Viele von ihnen treten jedoch sehr spärlich und selten, oft an besonderen Stellen (als Edaphide) in den Wäldern auf, obwohl sie auf den benachbarten waldlosen Stationen häufig und reichlich sind. Die Moosarten lassen sich auf Grund ihres Gedeihens in Wäldern folgendermassen gruppieren:

1. Eigentliche Waldmoosarten oder Moosarten, die sehr gut in Wäldern gedeihen, dagegen schlecht ausserhalb derselben.

2. Fakultative Waldmoosarten oder Moosarten, die ziemlich gut in Wäldern gedeihen, jedoch gleich gut ausserhalb derselben.

3. Zufällig in Wäldern auftretende Moosarten oder Moosarten, deren eigentliche Stationen sich ausserhalb der Wälder befinden.

Es ist hervorzuheben, dass mehrere Arten in den folgenden Verzeichnissen Zwischenformen zwischen den verschiedenen Gruppen darstellen. Besonders die an Steinen vorkommenden Arten sind schwer zu gruppieren, obwohl auch von ihnen einige besser als andere in Wäldern gedeihen. Als Waldpflanzenarten könnte man sie oft als Edaphide aufzufassen, besonders da die Steine — ihre Wuchsstellen — vereinzelt sind. Weil man jedoch die Waldbodensteine, besonders wenn sie reichlich vorkommen, schwerlich als selbständigen, von dem übrigen Waldboden zu unterscheidenden Standort auffassen kann, ohne vielen anderen natürlichen Zusammenhängen Zwang anzutun, habe ich die an Waldsteinen wachsenden Pflanzen zu den Waldpflanzenarten gezählt und sie in den verschiedenen Gruppen untergebracht, ähnlich wie die an Baumstümpfen und epiphytisch an Baumstämmen vorkommenden Arten nach den oben dargelegten Prinzipien.

Zur erstgenannten Gruppe gehören die Arten:

Orthodicranum montanum
Orth. flagellare
Dicranum fragilifolium
D. fuscescens var. congestum
D. fusc. var. flexicaule
D. undulatum
D. spurium
D. robustum
Trichostomum cylindricum
Schistostega osmundacea
Georgia pellucida
Rhodobryum roseum
Mnium hornum
Mn. cuspidatum
Mn. medium
Mn. affine
Orthotrichum speciosum
Stroemia obtusifolia
Amblystegiella subtilis
Amblystegium trichopodium var. Kochii?
Campylium Sommerfelti
Brachythecium erythrorrhizon
Br. curtum
Br. velutinum
Eurhynchium striatum
Platygyrium repens
Isopterygium repens
Plagiothecium latebricola
Pl. denticulatum (fo.)
Pl. silvaticum
Pl. curvifolium
Pylaisia polyantha
Heterophyllium Haldanianum
Ptilium Crista Castrensis
Pleurozium Schreberi
Rhytidiadelphus triquetrus
Rh. calvescens
Hylocomium proliferum
H. umbratum
H. pyrenaicum?
Buxbaumia aphylla
Catharinaea undulata
Polytrichum attenuatum.

Zur zweiten Gruppe gehören die Arten:

Fissidens adianthoides
F. osmundoides
Dicranella heteromalla
Dicranum scoparium
Paraleucobryum longifolium
Tetraplodon angustatus
T. bryoides
Pohlia nutans
Mnium stellare
Climacium dendroides
Antitrichia curtipendula
Leucodon sciuroides
Neckera oligocarpa
N. pennata
N. crispa
Isothecium viviparum
I. myosuroides
Anomodon viticulosus
Amblystegium serpens
Homomallium incurvatum
Campylium chrysophyllum
Drepanocladus uncinatus
Brachythecium salebrosum
Br. rutabulum
Br. reflexum
Br. populeum
Cirriphyllum piliferum
Eurhynchium strigosum
Plagiothecium denticulatum
Hypnum pallescens

H. cupressiforme
H. pratense
Polytrichum commune
P. juniperinum.

Zur dritten Gruppe gehören die Arten:

Andreaea petrophila
Ditrichum tenuifolium
Ceratodon purpureus
Dicranella secunda
Cynodontium strumiferum
Dicranum Bergeri
Grimmia apocarpa
Rhacomitrium ramulosum
Leptobryum pyriforme
Mnium punctatum
Mn. pseudopunctatum
Mn. cinclidioides
Aulacomnium palustre
Philonotis tomentella
Hedwigia albicans
Leskeella nervosa
Heterocladium squarrosulum
Thuidium recognitum
Th. Philiberti
Th. abietinum
Campylium stellatum
Drepanocladus fluitans
Calliergon cordifolium
Eurhynchium hians
Pterigynandrum filiforme
Isopterygium pulch. var. nitidulum
Hypnum arcuatum
Rhytidiadelphus squarrosus
Catharinaea tenella
Polytrichum alpinum
P. piliferum.

Standortsanforderungen der Moose und Gefässpflanzen im Vergleich miteinander.

Die Moose unterscheiden sich von den Gefässpflanzen durch geringere Grösse und geringeren Zuwachs. Der Nährstoffverbrauch der Moose ist somit gering. Die Moose begnügen sich denn auch damit, ihre Nahrung gewöhnlich der allerobersten Erdschicht zu entnehmen, d. h. einer solchen, wo die Wurzeln der Gefässpflanzen leicht ausdorren oder auf andere Weise verkommen. Als Ausnahme sind jedoch die tiefverwurzelten Polytrichaceen zu nennen, die hinsichtlich der Nahrungsentnahmestelle den Gefässpflanzen mehr gleichgestellt sind. Andererseits macht es die Anspruchslosigkeit der Moose möglich, dass sie sich ausserhalb der Standorte der Gefässpflanzen an Wuchsstellen einfinden, wo die letzteren nicht auskommen, wie z. B. auf Steinen, an Baumstämmen u. a.

Die geringe Grösse der Moosindividuen und ihre Anspruchslosigkeit bilden die Voraussetzungen für ihre bedeutende Individuenzahl. Auch auf Stationen geringen Areals hat eine grosse Anzahl

Moosindividuen Platz. Dementsprechend ist denn auch für die Moose das Vorkommen in Rasen charakteristisch, sogar in dem Masse, dass das Auskommen der meisten Arten andererseits, besonders in wasserhaushaltlichen Beziehungen und in der Befruchtung, Zusammenleben in dichten Rasen voraussetzt. Als Ausnahme ist von den auf den Probeflächen aufgetretenen Arten fast nur *Buxbaumia aphylla* zu nennen. Auch z. B. *Polytrichum juniperinum-*, *Rhodobryun roseum-*, *Climacium dendroides*-Rasen können bisweilen recht diffus sein, aber dann handelt es sich meist um irgendwelche Entwicklungshemmungen. Bei reichlicher Produktion von Sporogonien treten auch diese Arten in dichten Beständen auf. Das Moosindividuum ist so in biologischer Beziehung weniger selbständig als das Gefässpflanzenindividuum. Wuchsstellen grösseren Areals sind daher auch für die Moose am vorteilhaftesten.

Wegen ihrer geringen Grösse können die Moose auch die kleinen Ungleichheiten der Stationen nicht im selben Masse ausgleichen wie die Gefässpflanzen mit ihren weit ausgreifenden Wurzeln. Somit kann die Moosvegetation unter einer ziemlich homogenen Gefässpflanzenvegetation mehrere voneinander differierende, standörtlich und biotisch bedingte Teilbestände bilden. In bezug auf die Moosvegetation sind die Waldsiedelungen daher meistens mosaikartig zusammengesetzt und demnach zu den kombinierten Siedelungen Cajanders zu zählen. Deshalb ist es angebracht, bei Beschreibung der Moosvegetation einer Siedelung neben der Artzusammensetzung und den Frequenz- und Deckungsverhältnissen auch den Verhältnissen im Auftreten der verschiedenen Arten in Senkungen, auf normalem Erdboden, auf Bülten, auf Steinen, am Grunde von Bäumen usw. besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Wie in der vorstehenden Darstellung des Auftretens der einzelnen Moosarten gezeigt wurde, ist es gewöhnlich, dass eine Art, die bei trockneren und sterileren Böden auf dem Erdboden vorkommt, bei frischeren und mehr fruchtbaren auf Bülten, am Grunde von Bäumen, auf Steinen usw. auftritt. Es ist klar, dass ein solcher Unterschied im Auftreten der Moose in verschiedenartigen Siedelungen ein gutes Merkmal derselben darstellt.

Trotz all des Obigen sind die Moose doch in ihrem Auftreten von denselben Standortsfaktoren abhängig wie die höheren Pflanzen. Fruchtbarkeit des Bodens, Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse u. a. bestimmen direkt oder indirekt das Auftreten einer jeden Moosart in einer bestimmten Weise gemäss dem ökologischen Charakter der fraglichen Art. Deshalb ist die Berücksichtigung der Moose geeignet, das Bild von den Waldsiedelungen ausdrucksvoller zu gestalten.

Die Wälder als Standort der Moose.

Die Lichtverhältnisse im Walde sind vom Standpunkt der Moose im allgemeinen, da die Moose in den Schatten der meisten Gefässpflanzen geraten, ungünstig. In dem Bau der Waldmoose finden sich denn auch zahlreiche Züge, die als »Anpassung» an das Leben im Schatten aufgefasst werden können.

Als Hauptarten trifft man in Wäldern die pleurokarpen Moose *(Pleurozium, Hylocomium, Ptilium, Brachythecium, Eurhynchium* und andere Gattungen), bei denen schiefe Stellung des Stammes und reichliche, meist bilateral-dorsiventrale Verästelung und Beblätterung im Schatten von Vorteil sind. Die sich wenig verästelnden, aufrecht stehenden akrokarpen Moose sind spärlich unter den Waldmoosen vertreten (vgl. GREBE, S. 114). Zu diesen gehören jedoch solche wichtigen Waldmoose wie die *Dicranum*-Arten, ebenso *Mnium*-Arten, *Catharinaea undulata, Rhodobryum roseum.* Bei diesen gibt es jedoch einige Baueigenschaften, die das Leben im Schatten ermöglichen. Die langen gekrümmten Blätter bei *Dicranum*-Arten, *Ptilium* und *Drepanocladus uncinatus* sind, wie z. B. GREBE (S. 105) hervorhebt, hier von Nutzen. Bei *Mnium*-Arten, *Rhodobryum* und *Catharinaea* sind die Blattspreiten wiederum ausnehmend gross. Überdies bilden die für die Wälder charakteristischen *Mnium*-Arten (z. B. *Mn. cuspidatum, Mn. medium, Mn. affine)* dorsiventrale, am Boden entlang kriechende Assimilationssprosse. Eine bei den Waldmoosen häufig vorkommende undulierte Blattoberfläche ist offensichtlich geeignet, auch seitwärts einfallendes Licht auszunützen *(Dicranum undulatum, Catharinaea undulata, Plagiothecium Ruthei, Neckera*-Arten u. a.). GREBE (S. 115) erklärt auch die gekrümmte Kapselform als Resultat der Schattenwirkung sowie weiterhin das weitmaschige lockere Zellnetz, die konvexen lichtbrechenden Zellen (u. a. bei *Schistostega, Mnium punctatum, Mn. affine, Mn. stellare)*, Capillaris-, Stolonen- und Zwergformen, das häufigere Vorkommen oder die Begünstigung der vegetativen Vermehrung (u. a. *Georgia pellucida*, S. 122. — Von meinen Probeflächen seien genannt *Orthodicranum montanum, Plagiothecium silvaticum, Pl. latebricola, Isopterygium elegans, Trichostomum cylindricum* und andere mit Brutkörpern versehene Arten).

Die Abfalldecke, besonders in Laubwäldern und solchen Wäldern, wo reichliche Krautvegetation für die Moose ein erstickendes Hindernis bildet, macht oft die Bildung einer geschlosseneren Moosdecke unmöglich. Tafel II, Fig. 2 zeigt einen Fall aus Schwarzerlen-Hainbruch

in der Nähe von Helsinki vom Frühjahrsbeginn. Die abgestorbenen Blätter von *Scirpus silvaticus* und *Alnus glutinosa* bedecken da den Erdboden in dem Masse, dass sich keinerlei Moosvegetation entwickeln kann, abgesehen von hervorstehenden Bülten und Stubben, von denen die Figur einen mit *Pleurozium*-Rasen auf dem Scheitel zeigt. An anderen Stellen hatte *Athyrium filix femina* dieselbe Erscheinung veranlasst (Fig. 13). In Hainsiedelungen und bereits in den Birkenbeständen auf Heideböden wird die Zerstreutheit der Moosdecke nach meinen Beobachtungen vornehmlich durch die Blattabfälle hervorgerufen. Die Wirkung der Nadelabfälle ist deshalb viel geringer, weil die Nadeln schmal sind und somit wenig beschatten, überdies sind sie steif und scharf, weshalb sie in der Moosdecke leicht eine ± senkrechte Stellung einnehmen und so ihre Beschattung noch vermindern, oder sie drükken sich auch geradezu in die Moosrasen hinein (vgl. Fig. 11). Eine Ausnahme sind die weichen Nadeln von *Larix*, die, teilweise auch wegen ihrer Reichlichkeit, dieselbe Wirkung wie die Laubabfälle haben.

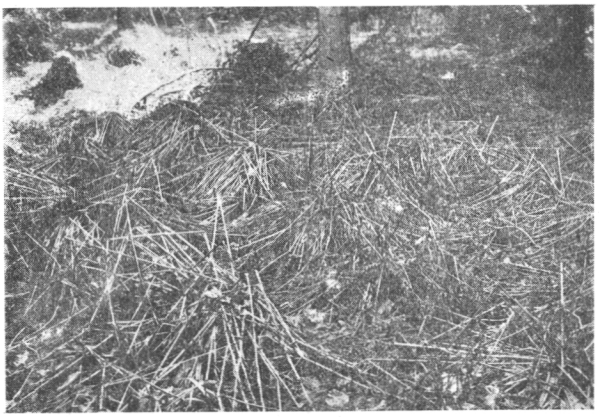


Fig. 13. *Athyrium filix femina*-Bestand im Frühjahr (1924). Helsinki, Degerö. Die vorjährigen abgestorbenen *Athyrium*-Blätter hindern Moose und auch andere kleinere Pflanzen an der Entwicklung.

Es ist nur natürlich, dass sich in den Waldmoosen viele »Anpassungen» zur Aufhebung dieser schädlichen Wirkungen der Abfälle beobachten lassen. Nach GREBE schützen sich die Moose hierbei: 1. durch erhöhten Wuchs in halbkugeligen Polstern *(Dicranum, Polytrichum);* 2. durch Etagenwuchs *(Thuidium tamariscinum, Hylocomium proliferum);* 3. durch weit ausstreichende Ausläufer *(Brachythecium, Eurhynchium, Mnium*-Arten); ausserdem dadurch, dass sie erhöhte Waldbodenstellen aufsuchen. Als Beispiele, die sich an diese Fälle GREBES anschliessen, sei von den von mir untersuchten Probeflächen erwähnt *Rhodobryum roseum*, dessen Blattrosetten sich jeweils an der Spitze des Jahressprosses oberhalb der Abfallschicht

entwickeln. Diese Art hat somit einen besonders deutlichen Etagenwuchs. Fig. 14 zeigt *Brachythecium curtum*, das auch einen Etagenbau annimmt, indem es alljährlich seinen Jahresspross nach und längs der Oberfläche der jährlichen Abfalldecke ausbreitet. In derselben Weise verteidigt sich oft zusammen mit *Br. curtum* die an denselben Stellen wachsende Lebermoosart *Lophocolea heterophylla* gegen die Abfälle. *Rhytidiadelphus triquetrus* schützt sich einigermassen schon durch die Steife und Höhe seines Stengels, besonders da die Abstände zwischen den Individuen wegen deren Grösse oft so gross sind, dass die Blätter der Laubbäume zwischen den einzelnen Moosstämmen einsinken.

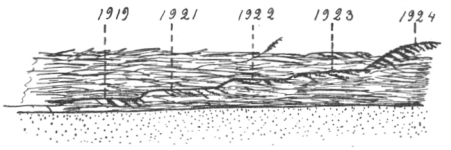


Fig. 14. *Brachythecium curtum* sich etagenartig über Abfallschichten von verschiedenen Jahren erhebend. Punkaharju, junger Kiefernbestand.

Die halbverfaulte Humusschicht, die im Walde besonders auf magerem Boden die Mineralerde bedeckt, ist offenbar eine schlechte Unterlage für die Entwicklung der Moosprotonemen. Zweifellos infolge davon ist denn auch die vegetative Verjüngungsweise bei den Waldmoosen dominierend. Arten, die sich jährlich aus Protonemen verjüngen *(Pottia, Eurhynchium hians* u. a.), kommen nur in den üppigsten Hainen auf blossen, frischen Mineralböden und als Edaphide gelegentlich an blossgelegten Stellen *(Ditrichum tenuifolium, Schistostega)* vor — im allgemeinen viel spärlicher als z. B. auf Kulturböden. Die Analogie zwischen Phanerogamen und Moosen liegt hier klar zutage.

Der Konkurrenzkampf unter den Waldmoosen.

Mustert man die Verteilung der Moose und die Reihenfolge in der Entwicklung der Moossiedelungen in der Natur durch, so kann man beobachten, dass auch ihr gegenseitiger Konkurrenzkampf dabei einen beträchtlichen Einfluss hat (vgl. KOTILAINEN 1924, S. 40—). Verfolgt man die Bemoosung des Waldbodens auf Brandflächen, so sieht man da zunächst einige kleine akrokarpe Moose wie *Pohlia nutans, Ceratodon purpureus, Polytrichum piliferum, P. juniperinum, Buxbaumia, Funaria hygrometrica, Ditrichum homomallum* u. a. erscheinen. Unter diese mengen sich allmählich *Dicranum*-Arten, *Pleurozium Schreberi* u. a., die allmählich die ersteren ersticken.

Teilweise rührt dies offenbar aus einer Veränderung der ökologischen Verhältnisse her. Der mit Asche vermengte Boden, den die »Brandarten» bevorzugen, wird in kurzem von der halbvermoderten Abfalldecke eingehüllt, auf der wiederum die Waldmoose gut fortkommen und sich verbreiten. Teilweise resultiert jedoch dieses Aufkommen der Waldmoose auch aus der grösseren Wachstumsgeschwindigkeit und bedeutenderen Grösse derselben. Die primäre Moosvegetation wird geradezu unter den *Dicranum*- und *Pleurozium*-Rasen lebendig begraben. Z. B. *Pohlia nutans* hält sich dabei auf gewissen Probeflächen sehr wohl an Stubben u. a., wohin sich die umfänglicheren Waldmoose nicht ausbreiten. — Dieselbe Erscheinung ist auch bei der Bemoosung von umgefallenen Baumstämmen und Steinen zu beobachten. Auch auf diesen sieht man anfänglich kleinere Lebermoose (*Kantia trichomanis*, *Blepharozia ciliaris*, *Cephalozia*-Arten, *Lophozia*-Arten u. a.). Dann stellen sich *Georgia peducida*, *Plagiothecium denticulatum*, *Dicranum fuscescens var. congestum*, *D. scoparium*, *Drepanocladus uncinatus* und andere Laubmoose und schliesslich die umfänglichen Dicranen und Hylocomiaceen ein. Der Entwicklungsgang des Moospolsters ist hier analog demjenigen auf Brandflächen.

Über die Beziehungen zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Höhe der Moosrasen, die hier berücksichtigt wurden, habe ich orientierende Untersuchungen angestellt (siehe auch die Angaben über die verschiedenen Arten oben):

Betrachtet man sich genauer Arten, die eine aufrechte Wuchsrichtung und Stellung haben, so lassen sich in deren Rasen verschiedenartige Schichten unterscheiden. Am obersten ist eine grüne Schicht, darunter ältere, deren Blätter von Schicht zu Schicht immer mehr in Zersetzung übergegangen sind. Die genaueren Altersverhältnisse dieser Schichten gehen aus folgenden Beispielen hervor:

Pleurozium Schreberi. — Im Herbst 1923 (14. XII) wurden auf dem Versuchsgebiet von Ruotsinkylä bei Helsinki in Kiefernwald (MT) auf frischem Boden einige Dutzend Individuen ausgezeichnet, indem ein Stück weisser Zwirnsfaden oberhalb der höchsten Astgabelung an der Spitze angebunden wurde. Im folgenden Herbst (18. IX. 1924) waren die Stengel 10—13 mm länger gewachsen und hatten 3—4 Astpaare dazu erhalten. Da der Herbst mild war, wuchsen die Moose weiterhin, so dass der Jahreszuwachs schliesslich ca. 15 mm betrug. Unterhalb der Markierungsstelle waren im Herbst 1924 noch 4—5 ziemlich grüne Astpaare und ebensoviel mit gebräunten Blättern, darauf folgten blattlose Astpaare ca. 1 ½ mal soviel als

blattragende. Es hat also den Anschein, als ob die Blätter ca. 1 ½—2 Jahre grün blieben. So alt würde also die grüne Moosschicht bei dieser Art sein.

Hylocomium proliferum. — Gleichzeitig mit den vorigen wurden auch Individuen dieser Art durch Fäden ausgezeichnet. Als Resultat stellte sich heraus, dass der markierte Ast in der Versuchszeit nur ca. 6 mm länger wurde, gleichzeitig hatte sich aber ein neuer Spross auf dem ausgezeichneten sympodial entwickelt (bekanntlich ist der Wuchs dieser Art sympodial etagenartig). Der neue Ast hatte sich am 18. IX. 1924 erst 1—2 mal verzweigt, war jedoch 2—2 ½ cm lang. Später im selben Herbst war die Verzweigung annähernd vollständig. Es hat somit den Anschein, als ob jede »Etage» von *Hylocomium proliferum* einem Jahresspross entspräche, wie auch allgemein angenommen wird, obwohl der Zuwachs des Sprosses erst im zweiten Sommer abgeschlossen wird. Die grüne Schicht ist bei dieser Art ca. 2 Sympodien stark, somit 2-jährig, bisweilen etwas älter.

Dicranum undulatum. — Wurde gleichzeitig mit den vorigen markiert, und auch hier wurde die Wuchsgeschwindigkeit untersucht. Als Resultat ergab sich 10—15 mm Jahreszuwachs und als Alter der grünen Schicht ca. 1 ½ Jahre.

Auch bei einfacher Musterung der Struktur der Moosrasen kann man Schlussfolgerungen über die Alters- und Wachstumsverhältnisse derselben machen.

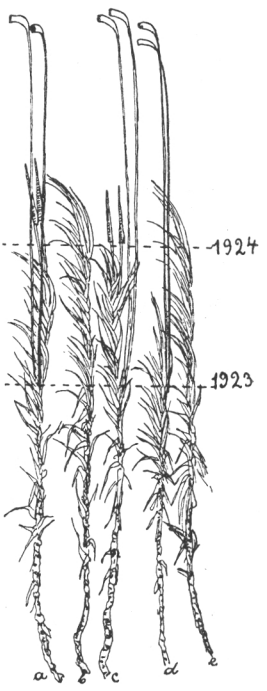


Fig. 15. *Dicranum majus.* Verschiedenartige Individuen aus demselben Rasen. a und c mit zwei Sporogonen-Generationen, b und e sterile Stämme, d ein sterbender Stamm.

Dicranum majus. — Fig. 15 stellt einige Individuen von demselben Rasen dar. Die Individuen a und c sind instruktiv, da sich an ihnen zwei Jahre nacheinander ein Sporogonium entwickelt hat. Der Abstand zwischen den Befestigungsstellen der Seten betrug ca. 20 mm, was somit der Länge des fertilen Sympodiums bei dieser Art entspricht. Die sterilen Stengel sind gleichzeitig etwas mehr, bis 25 mm, gewachsen. Die grüne Schicht ist nur wenig höher als dieser Betrag, also höchstens 1 ½-jährig.

Dicranum fuscescens var. congestum. — Fig. 16 stellt das Profilbild eines Rasens dieser, vor allem an Stubben und als Basalepiphyt

auftretenden Art dar. Es weicht von dem der vorigen Arten vor allem insofern ab, als die Dicke der grünen Schicht nur ca. 5 mm beträgt. Aus den Höhendifferenzen der Befestigungstellen der Sporogonien (ganze 3—4 von denselben übereinander zu unterscheiden!) kann man folgern, dass der Jahreszuwachs nur 3—4 mm ist und dass somit auch hier die grüne Schicht nur ca. 1—2 Jahren entspricht.

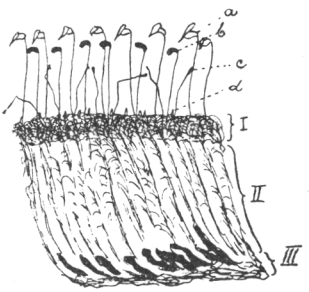


Fig. 16. *Dicranum fuscescens var. congestum.* Rasenstruktur. a = Sporogon, das sich im Herbst 1924 öffnen sollte, b = Sporogon des Jahres 1923, c = Sporogon des Jahres 1922, = Sporogon des Jahres 1925. I = die grüne Rasenschicht, II = die bleiche Rasenschicht mit abgestorbenen Blättern, III = in Zersetzung übergegangene Schicht.

Der jährliche Zuwachs der Moose ist somit relativ gross, — bei den gewöhnlichen grossen Waldmoosarten beträgt er ca. 15—20 mm, bei einigen Laubmoosarten noch mehr. Bei kleineren Arten ist er viel geringer, bei einigen Epiphyten z. B. nur einige Millimeter. Die Blätter halten sich nur etwas in das zweite Jahr hinein grün. Die in systematischen Werken gewöhnlich als Merkmal genannte Rasenhöhe hängt freilich von der Wuchsgeschwindigkeit, andererseits von der Zersetzungsgeschwindigkeit der Basalteile ab. Jedoch richtet sich die Schnelligkeit des Verfaulens in alten Basalteilen nach den äusseren Verhältnissen. So sei z. B. angeführt, dass ich an *Hylocomium proliferum*-Individuen in Vuotso-Sodankylä auf frischer Kiefernheide 10—14 wohl unterscheidbare Jahresschichten (Zuwachs durchschnittlich 1.2 cm jährlich) feststellte, während in der Gegend von Helsinki nur 6—8 Jahresschichten erhalten sind (Zuwachs über 2 cm jährlich). Die Zersetzungsgeschwindigkeit sowie der Zuwachs der Moosrasen dürfte also in Lappland viel kleiner als in Südfinnland sein. Die Zahl der Jahresschichten in den Bülten und die Höhe der Bülten schwankt mithin je nach den Verhältnissen. Bei den Hainmoosen ist sie, wie zu erwarten, niedriger als bei den auf Heideböden wachsenden Arten.

Auf Nadelholzheiden treten in den Untersuchungsgebieten als übermächtige Konkurrenten unter Bildung von Massenvegetation vornehmlich *Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium proliferum* und *Dicranum undulatum* auf. Dies sind auch von den auf den fraglichen Standorten fortkommenden Moosarten die grössten, — untereinander sind sie dagegen ziemlich gleich gross und wachsen gleich schnell. Somit können sie gut gesellig miteinander wachsen, verhindern aber das Wachstum sonstiger Arten von geringerer Grösse und langsamerem Wuchse.

Einteilung der Waldmoose in ökologisch-biologische Gruppen.

Zwecks eines Überblicks über den ökologisch-biologischen Charakter der Waldmoose, die auf den Probeflächen auftreten und oben im einzelnen behandelt worden sind, soll im folgenden eine Gruppierung vorgenommen werden, bei der denjenigen Eigenschaften der Moose, die vornehmlich deren Auftreten in den Waldsiedelungen der Untersuchungsgebiete bestimmen, Aufmerksamkeit geschenkt werden soll. In seiner Untersuchung über die Moosvegetation von NW-Enontekiö hat KOTILAINEN (1924) eine Standortseinteilung vor allem mit Berücksichtigung der Moosvegetation seines Untersuchungsgebietes vorgeführt. Zum Haupteinteilungsgrund hat er dabei die Beschaffenheit der Phanerogamendecke an den verschiedenen Orten als wichtigen biotischen Faktor, von dem das Auftreten der Moose abhängig ist, genommen. Unter Berücksichtigung aller der Beobachtungen über die Verhältnisse im Auftreten der Moose und über die sie beeinflussenden Faktoren, die oben angeführt sind, kann ich der Auffassung KOTILAINENS von der Wichtigkeit der biotischen Faktoren beitreten. Auch bei den Waldmoosen ist das Auftreten in grösstem Umfange von biotischen Faktoren bestimmt, ja die ganzen charakteristischen Struktur- und anderen Eigenschaften der Waldmoose sprechen oft für die Macht der biotischen Faktoren — in den Wäldern zweifellos in noch grösserem Masse als in den Fjeldgegenden oder an anderen offenen Standorten. Finden sich doch infolge dieser Faktoren in den Wäldern Moosformen, die kaum mehr ausserhalb der Wälder in der Natur fortkommen, wie einige Stammepiphyten, z. B. *Stroemia*, und auf Waldhumus lebende Arten, z. B. *Pleurozium*. Wenn andererseits *Brachythecium salebrosum* z. B. im Versuchsgebiete von Ruotsinkylä auf *Aera caespitosa*-Wiese auf Grasbülten äusserst reichlich wächst, aber in den benachbarten Wäldern viel spärlicher auf Stubben, Baumwurzeln, am Grunde von Baumstämmen und an anderen ähnlichen Orten, oder wenn *Drepanocladus uncinatus var. subjulaceus fo. subfalcata*

Uferwiesen des Bottnischen Meerbusens reichlich gedeiht, während es in den benachbarten Erlenhainen spärlicher und ausschliesslich auf Steinen, am Grunde von Bäumen usw. wächst, so rührt dies zweifellos von der schädlichen Wirkung der Beschattung der Waldpflanzen, ihrer Abfälle usw. her. Sehr viele Moosarten sind gar nicht fähig, in Waldsiedelungen fortzukommen (vgl. *Andreaea*, *Hedwigia* u. a.). Wie wir oben gesehen haben, kann auch der Konkurrenzkampf zwischen den einzelnen Moosarten bestimmend auf das Vorkommen einwirken.

Jedoch spielt, wie die Angaben über die einzelnen Arten zeigen, natürlich auch die Qualität der Wachstumsunterlagen, insbesondere die Bodenart- und Feuchtigkeitsverhältnisse, eine sehr wichtige Rolle. Somit werden die speziellen Anforderungen der verschiedenen Moosarten gegenüber diesen Faktoren in der folgenden Einteilung ebenfalls berücksichtigt. Leider sind die Alters- und Verjüngungsverhältnisse der Moose nicht genügend bekannt und wurden auch im Verlaufe dieser Untersuchung nicht soweit geklärt, dass eine genügende Berücksichtigung auch derselben hier möglich wäre.

Betreffs der folgenden Gruppierung der Laubmoose sei ausdrücklich hervorgehoben, dass die Gruppen auch in meinen Untersuchungsgebieten nicht scharfbegrenzt sind. Viele von den Arten könnte man ebensogut zu anderen Gruppen zählen, und ohne Zweifel wird eine natürliche Gruppeneinteilung nach ähnlichen Prinzipien in anderen Gegenden und Ländern, wo die Naturverhältnisse in bedeutenderem Masse von den unsrigen abweichen, sich auch betreffs der hier vorkommenden Arten anders gestalten. Ich habe nämlich nicht soviel nach den ökologischen M ö g l i c h k e i t e n der verschiedenen Arten geforscht, sondern womöglich nach den Eigenschaften, die das Vorkommen in den hiesigen Naturverhältnissen in der Tat bestimmen und daher für die Art wirklich von grösster Bedeutung sind. Also habe ich vor allem die Zahlen- und Massenverhältnisse (Häufigkeit und Reichlichkeit) im Vorkommen der Arten zu Rate gezogen.

I Hauptgruppe.

Auf normaler Bodenfläche wachsende Moosarten, die vornehmlich auf offenen Böden auftreten (auf Brand- und Hiebsflächen, Kulturböden, an Wegrändern usw.), auf gewöhnlichem Waldboden spärlich und schlecht entwickelt und meistens von Edaphidcharakter sind.

Gruppe 1. Arten magreren Bodens: *Ditrichum homomallum*, *Ceratodon purpureus*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum juniperinum*, *P.*

piliferum. Von diesen wachsen nur *Ditrichum homomallum* und *Polytrichum piliferum* vornehmlich auf mineralischer Wachstumsgrundlage, auf Sand, die übrigen auch auf Torfunterlage. Auch *Buxbaumia aphylla* kommt den Arten dieser Gruppe im Auftreten nahe, obgleich sie auch, wie mehrere andere der genannten Arten, ± ständig auf trockenen Heiden wächst.

Gruppe 2. Arten fruchtbareren (besonders Lehm-) Bodens: *Fissidens Bloxami, Dicranella secunda, Pottia truncatula, Hypnum arcuatum, Rhytidiadelphus squarrosus, Thuidium recognitum, Catharinaea tenella, Pogonatum urnigerum*. Auch Arten der vorigen Gruppe können unter diesen auftreten.

II Hauptgruppe.

Auf normaler Bodenfläche im Waldschatten wachsende Moosarten.

Gruppe 3. Auf fruchtbarem ± mineralstoffreichem Waldboden wachsende Arten: *Ditrichum tenuifolium, Catharinaea undulata*. Dieser Gruppe schliessen sich auch folgende Hainmoose nahe an: *Rhytidiadelphus triquetrus, Rh. calvescens, Hylocomium umbratum, Climacium dendroides, Eurhynchium striatum, E. hians, Cirriphyllum piliferum, Mnium medium, Mn. affine, Mn. spinosum, Rhodobryum roseum*, sowie ferner folgende, im allgemeinen etwas auf Erhebungen zurückgezogene Arten: *Mnium cuspidatum, Brachythecium reflexum, Br. salebrosum, Br. curtum, Br. velutinum, Br. rutabulum, Plagiothecium silvaticum*. Einige dieser Arten kommen auch auf blossem ± fruchtbarem Humus gut fort.

Gruppe 4. Auf feuchtem Waldboden auftretende Arten: *Fissidens adianthoides, Mnium punctatum, Mn. pseudopunctatum, Mn. cinclidioides, Aulacomnium palustre, Plagiothecium Ruthei, Hypnum pratense, Calliergon cordifolium, Drepanocladus fluitans, Polytrichum commune, Sphagnum (Russowii, Girgensohnii* und *quinquefarium)*. Mehrere derselben kommen am besten auf offenen Böden fort und gehören mithin eigentlich als 3. Gruppe zur I Hauptgruppe.

Gruppe 5. Moosarten, die auf frischen Heidewaldböden gut, aber an den Standorten von Gruppe 6 und 7 schlecht fortkommen: *Hylocomium proliferum, Ptilium crista Castrense, Dicranum majus*.

Gruppe 6. Auf mässig trockenen Heidewaldböden dominierende, an den Standorten der vorigen Gruppe ± unregelmässig auftretende Moosarten: *Pleurozium Schreberi, Dicranum undulatum, D. scoparium*.

Gruppe 7. Arten der trockenen, mageren Heidewaldböden: *Dicranum robustum, D. spurium, D. Bergeri, D. fuscescens var. flexicaule.* Dieser Gruppe schliessen sich die als Edaphide besonders auf tierischen Stoffen wachsenden *Tetraplodon angustatus* und *T. bryoides* an.

III Hauptgruppe.

Moosarten, die vornehmlich auf Steinen, am Grunde von Bäumen, auf Stubben und an ähnlichen Stellen wachsen.

Gruppe 8. Auf offenen Böden auf Steinen wachsende, aber im Waldschatten schlecht fortkommende Arten.

a) Auf Granit: *Andreaea petrophila, Hedwigia albicans, Rhacomitrium ramulosum.*

b) Auf basischen Steinen: *Tortula ruralis, Grimmia apocarpa, Thuidium abietinum.*

Gruppe 9. Im Walde auf blossen Steinflächen ± gut fortkommende Arten.

a) Auf Granit: *Cynodontium strumiferum, Paraleucobryum longifolium, Hypnum cupressiforme, Homomallium incurvatum, Plagiothecium denticulatum, Isopterygium viviparum.*

b) Auf basischen Steinen: *Ditrichum flexicaule, Distichium capillaceum, Tortella tortuosa, Anomodon*-Arten, *Leskeella nervosa, Eurhynchium strigosum, Amblystegiella Sprucei, Amblystegium serpens.*

Gruppe 10. Im Walde auf humusbedeckten Steinen auftretende Arten: *Thuidium Philiberti, Trichostomum cylindricum, Brachythecium populeum, Br. reflexum, Br. curtum, Br. salebrosum, Br. erythrorrhizon, Campylium stellatum, Drepanocladus uncinatus, Hylocomium pyrenaicum, Philonotis tomentella.* Zu dieser Gruppe gehören auf ziemlich frischen und frischen Böden auch die Arten der Gruppen 5—7 sowie an fruchtbaren Standorten mehrere Arten von Gruppe 3.

Gruppe 11. Auf vermodernden Stubben und umgefallenen Baumstämmen auftretende Arten: Zu diesen können mehrere Arten der vorigen Gruppe gerechnet werden sowie ausserdem: *Dicranum fragilifolium, D. flagellare, D. fuscescens var. congestum, D. scoparium, Georgia pellucida, Pohlia nutans, Isopterygium repens, Plagiothecium denticulatum fo., Pl latebricola.*

Gruppe 12. Am Grunde von Bäumen auftretende Arten. Am Grunde von Laubbäumen (besonders von Espe und edlen Laubholzarten) findet sich eine andere Epiphytenvegetation als bei Kiefer, Fichte und Birke, von welch letzteren jeder Baum wieder seine

speziellen Arten hat. Ich begnüge mich hier jedoch nur mit einem Hinweis auf die Bemerkungen, die bei jeder einzelnen Art oben angeführt sind, und führe nur zwei Untergruppen an.

a) Am Grunde von festrindigen Laubbäumen (Espe und edle Laubholzarten): *Campylium Sommerfelti*, *Eurhynchium strigosum*, *Amblystegium serpens*, *Amblystegiella subtilis*. Diese und besonders die Gruppe 9 b gehen ineinander über. Lediglich am Grunde von Bäumen auftretende Arten gibt es auf den Probeflächen nicht.

b) Am Grunde gewöhnlicher Holzarten (Kiefer, Fichte und Birke): *Orthodicranum montanum*, *Plagiothecium denticulatum*, *Pl. curvifolium*, *Hypnum curessiforme*, *H. pallescens*.

IV Hauptgruppe.

Als eigentliche Epiphyten an Baumstämmen auftretende Moosarten:

Gruppe 13. Auf Espe und edlen Laubhölzern: *Pylaisia polyantha*, *Orthotrichum speciosum*, *Stroemia obtusifolia*. — An Kiefern-, Fichten- und Birkenstämmen kommen Laubmoose nicht vor. Dagegen sind die Lebermoosarten *Blepharozia pulcherrima* und *Bl. ciliaris* an ihnen äusserst häufig.

V Hauptgruppe.

Gruppe 14. In Krypten im Walde anzutreffende Moosarten: *Schistostega osmundacea*, *Isopterygium pulchellum var. nitidulum*, *Isothecium myosuroides*, *Pohlia cruda*, *Mnium stellare*, *Mn. hymenophylloides*, *Neckera pennata*. Auch mehrere Arten auf Stubben, am Grunde von Bäumen und an Steinen könnte man zu dieser Gruppe zählen (*Georgia pellucida*, *Plagiothecium denticulatum*, *Pl. latebricola*, *Amblystegiella Sprucei* u. a.).

Zitierte Literatur.

Brotherus, V. F.: 1923; Die Laubmoose Fennoskandias. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. Flora Fennica I. Helsingfors.

Cajander, A. K.: 1922; Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie. Acta forestalia fennica; Tom. 20. Helsinki.

Grebe, C.: 1917; Studien zur Biologie und Geographie der Laubmoose. I. Biologie und Ökologie der Laubmoose. Hedwigia LIX. Dresden.

Kotilainen, Mauno J.: 1924; Beobachtungen über die Moosvegetation und Moosflora in NW-Enontekiö in Lappland nebst einigen allgemeinen Erörterungen über die Ökologie der Hochgebirgspflanzen, besonders der Moose. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn. Tom. 55, N:o 1. Helsingforsiae.

Kujala, V.: 1926; Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I: Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen. Comm. ex instit. quaest. forest. Finl. ed. Tom. 10. Helsinki.

Möller, Hj.: 1912—22; Löfmossornas utbredning i Sverige. Arkiv för Botanik Bd. 10, 12, 15—18. Stockholm.

Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa.

I.

Tutkimuksia metsäkasvilajien ekoloogis-bioloogisen luonteen määräämiseksi.

B. Lehtisammalet.

(Suomenkielinen selostus).

Havainnot sammallajien esiintymisestä koealoilla.

Sammallajeista tehtiin samoilla koealoilla ja samaan tapaan kuin putkilokasveista (osa I A) havaintoja. Näiden havaintojen perusteella saatetaan tässä tutkimuksessa ottaa käsiteltäväksi kaikki Etelä- ja Keski-Suomen tärkeimmät metsäsammallajit.

Kaikkein yleisimpiä ja senvuoksi tärkeimpiä metsäsammallajeja ovat seuraavat:

Dicranum fuscescens var. congestum (kanto-kynsisammal) [1]): Viihtyy etenkin hieman korpimaisissa tuoreissa vanhoissa luonnonmetsissä kasvaen maahan kaatuneilla lahoavilla puilla ja kannoilla, jonkunverran myös puiden tyvillä kiinteinä tuppaina (kuva 2).

D. fuscescens var. flexicaule (kiilloton kynsisammal): Varsinkin pohjoisemmissa osissa tutkimusaluetta on tämä laji ollut erittäin yleinen kuivilla mäntykankailla frekvenssin (levenemistiheyden) ollessa jopa 8, useimmiten 1—3. Tuoreemmilla kankailla (MT) on sitä etupäässä kivillä ja maahan kaatuneilla lahopuilla. Tämän lajin merkitykseen kangaskasvina Suomessa ei ole riittävää huomiota kiinnitetty. Varsinkin Pohjois-Suomessa ja Lapissa se on yksi metsäkasvustojen pää-sammallajeista.

D. majus (iso kynsisammal): Harvoin ja niukasti kuivanpuoleisilla (VT), jokseenkin säännöllisesti tuoreilla (MT, OMT) kankailla, joskin frekvenssi niilläkin on usein pieni, 1—2, harvoin 3—4. Erittäin mielellään se kasvaa *Ptilium Crista Castrensen* seurassa.

D. scoparium (yleinen kynsisammal): Puuttuu vain aniharvalta koealalta. On heikonpuoleinen kestämään suurien Hylocomiaceojen ja *Dicranumien* kilpailua ja kasvaa siksi näiden kasvupaikkojen yläpuolella kivillä, maakeloilla,

---

[1]) Suomalaisia nimiä ei sammalille kirjallisuudessa ole käytetty. Kun niitä kuitenkin usein on kaivattu, liitän tähän ehdotuksia niiksi. Niinkuin putkilokasveja, on sammaliakin sopivinta nimittää suku- ja lajinimellä. Sukunimeen on aina selvyyden vuoksi liitettävä sana sammal. Kun suvusta on vain yksi laji kysymyksessä, on lajinimi jätetty pois.

1034—26

kannoilla ja puiden tyvillä (kuva 3). Huonokasvuisten steriilien yksilöjen eroittaminen esim. *D. majus*ista käy varmimmin päinsä tarkastamalla poikkileikkauksia lehtisuonesta. Kuva 4 esittää niitä.

D. undulatum (aaltolehtinen kynsisammal): Tutkimusalueen tärkein *Dicranum*-laji ja yleensäkin yleisyydeltään ja määrältään kangasmetsien kolmanneksi tärkein sammallaji. Esiintyy kuivilla ja kuivanpuoleisilla kankailla frekvenssin ollessa usein 7—8. Rehevänpuoleisilla tuoreilla mailla (OMT) se on jo niukka ja kiville y. m. vetäytyvä.

Georgia pellucida (nelihammassammal): Kasvaa yleisenä tuoreissa ja kosteissa metsissä etenkin lahokannoilla ja puilla.

Pohlia nutans (nuokkuva varstasammal): Yleisimpiä sammallajeja, joskin yleensä niukasti esiintyvä. Runsaasti on sitä etupäässä palo- ja hakkuualoilla. Vanhoissa metsäkasvustoissa se esiintyy pääasiassa kannoilla ja lahopuilla, kuivilla kankailla myös maalla.

Rhodobryum roseum (ruususammal): Yksinomaan tuoreilla lihavanpuoleisilla metsämailla (OMT, lehdot) karikepeitteisellä maalla.

Mnium cuspidatum (metsän kilpisammal): Vain rehevänpuoleisissa metsissä (OMT) ja lehdoissa kasvaen osaksi maalla, mieluummin kuitenkin humuspeitteisillä maakivillä, puiden juurilla j. n. e.

Aulacomnium palustre (yleinen suonisammal): Oikeastaan soiden ja suoniittyjen kasvilaji, jota kuitenkin tavataan märillä paikoilla metsissäkin yleiseen.

Climacium dendroides (palmusammal): Vain lihavilla metsämailla etenkin maakivillä ja mättäillä. Suosii kulttuuria.

Amblystegium serpens (suikertava rönsysammal): Tuoreilla lihavilla metsämailla etenkin haavan y. m. lehtipuiden tyvillä (kuva 7 C), lahokannoilla ja etenkin emäksisillä kivillä.

Campylium hispidulum var. Sommerfelti (Sommerfeltin väkäsammal): Jokseenkin yleinen rehevissä metsissä haapojen tyvillä (kuva 8 B) lahokannoilla y. m. s. paikoilla.

Drepanocladus uncinatus (rengaslehtinen sirppisammal): Erittäin yleinen tuoreilla ja rehevillä mailla kasvaen puiden ja m. m. katajan tyvillä mielellään (kuva 9 B; 7 A; 5 A, C; 8 B).

Brachythecium salebrosum (oljenkarvainen kartiokansisammal): Erittäin yleinen etupäässä tuoreilla ja lihavilla metsämailla kasvava laji. Sitä tavataan etenkin puiden (haavan) tyvillä (kuva 8 A ja B; Taulu II, kuva 1), lahokannoilla, kivillä, konkunverran myös karikepeitteellä maassa.

Br. curtum (yleinen kartiokansisammal): On tuoreiden ja lihavien, seinäsammalta hyvin niukalti kasvavien metsämaiden yleisin ja runsaana esiintyvä sammallaji. Se muodostaa etenkin kuusikoissa väliin laajahkoja mattoja normaaliin maanpintaan karikepeitteelle (kuvat 5, 7, 8 ja 9). Puiden tyville se ei mene aivan yhtä halukkaasti kuin edellinen laji.

Br. reflexum (koukkuoksainen kartiokansisammal): Kahden edellisen tapaan esiintyvä, suosii kuitenkin enemmän kuin ne mineraaliainerikasta kasvualustaa, mutta tavataan siitä huolimatta yleiseen myös kannoilla ja puiden juurien päällä.

Br. velutinum (kapealehtinen kartiokansisammal): Jotakuinkin yleinen, samaan tapaan edellisen kanssa esiintyvä, mutta sitä vaateliaampi.

Br. populeum (haavan kartiokansisammal): Tuoreilla metsämailla etupäässä kivillä ja puiden tyvillä (kuva 8 A; 7 A ja C).

Eurhynchium strigosum (pienempi hammassammal): Lihavilla metsämailla epifyyttinä haavan tyvillä ja lahokannoilla sekä etenkin emäksisisten kivien kupeissa.

Plagiothecium denticulatum (yleinen laakasammal): Hyvin yleinen etenkin tuoreilla ja tuoreenpuoleisilla metsämailla kasvaen lahokantojen ja puiden tyvien kupeissa sekä myös kivien kupeissa, sitävastoin vain niukasti normaalissa maanpinnassa karikkeilla. Kivillä tavattava muoto poikkeaa melkoisesti puulla kasvavasta.

Ptilium crista castrensis (ristisammal): Etenkin tuoreella maalla (MT ja OMT-kasvustoissa) on se usealla koealalla, varsinkin kuusikoissa, muodostanut huomattavan osan sammalikosta. Kuivanpuoleisilla kangasmailla (VT) sitävastoin verrattain harvinainen ja niukka, on kuitenkin, esim. Punkaharjulla (Mustaniemi ja Kuikonniemi), samoin Veikkolassa ja Evolla kuivanpuoleisella hietamaalla mäntymetsässä hyvin runsas. Se kiipeää mielellään jonkun matkaa puiden ja etenkin katajien, tyville.

Pleurozium Schreberi (seinäsammal): Yleisin ja runsaimpana esiintyvä sammallaji, joka saattaa etenkin kuivanpuoleisilla ja tuoreenpuoleisilla laihahkoilla metsämailla peittää maanpinnan melkein kokonaan. Kuivimmilla kankailla se jättää suuria aloja poronjäkälän haltuun. Lehtomailla se taas vetäytyy kiville, kaatuneille puille j. n. e. ilmeisesti siksi, että se ei siedä ruohokasvillisuuden tukahuttavaa vaikutusta (kuva 13; Taulu II, kuva 2). Myös lehtipuiden vuosittain uudistuva, maanpinnan suljettuna peitteenä verhoava lehtikarikekerros tukahuttaa tämän ja monet muut sammalet alleen. Siksi ovat lehtipuumetsät tavallisesti niukkasammaleisia. Metsäkuloissa kuolee seinäsammalikko melkein kokonaan. Metsäkasvuston uudelleen kehittyessä se palaa ensiksi kanervan tai poronjäkälän y. m. kasvillisuuden varjostamalle maalle (kuva 11). Myös hakkuualoilta kuivuu seinäsammalikko tavallisesti melkein kokonaan jättäen maanpinnan paljaaksi, mikä onkin esim. männyn uudistumiselle välttämätön edellytys. Hakkuualoille pystyyn jääneiden puiden ympärillä, vieläpä esim. katajapensaiden alla oleva seinäsammalikko sitävastoin jää melkein ennalleen estäen puiden taimien muodostumisen näille paikoille.

Rhytidiadelphus triquetrus (yleinen liekosammal): Yleinen, mutta vain lihavanpuoleisilla metsämailla tavattava sammallaji. Tavallisilla tuoreilla kankailla (MT) on sitä satunnaisesti niukkana. Lehtomailla, etenkin kuusta kasvavilla, se on sitävastoin väliin runsas. Ruohon ja puiden lehtikarikkeiden tukahuttavan vaikutuksen vuoksi se pääsee kuitenkin kehittymään etupäässä vain kivillä y. m. kohonemilla. Se kiipee mielellään samaan tapaan kuin *Ptilium* vähän matkaa ylös puiden tyvillekin.

Hylocomium proliferum (yleinen kerrossammal): *Pleurozium*in jälkeen tärkein metsäsammal tutkimusalueilla. Puuttuu kokonaan kuivimpien ja laihimpien metsämaiden kasvustoista (CT) ja on siis selvään tavallista seinäsammalta vaateliaampi laji. Kuivanpuoleisilta metsämailta (VT-kasvustoista) se harvoin puuttuu, on kuitenkin niillä niukka (1—3). Eräillä hietakankailla Punkaharjulla ja Veikkolassa on sitä kuitenkin tällaisissakin metsäkasvustoissa runsaanpuoleisesti (5—6). Tuoreilla tavallisilla kangasmailla (MT) on se runsaimmillaan (6—9), usealla koealalla jopa *Pleurozium*ia runsaampi. Lihavalla maalla se esiintyy ruohikon ja lehtikarikkeiden vaikutuksesta vain kivillä, kannoilla y. m. s. paikoilla.

Catharinaea undulata (aaltolehtinen Katariinansammal): Lehtokasvi, joka viihtyy etenkin normaalissa maanpinnassa tuoreeseen savimultaan juurtuneena.

Etenkin maamyyrien multakasojen peittämällä lehtomaalla se väliin esiintyy laajahkoina laikkuina.

Polytrichum commune (iso karhunsammal): Yleinen etenkin lievästi soistuneilla paikoilla (pääesiintymispaikkana korvet). On enemmän valoa kaipaava kuin aito metsäsammalet ja kehittyy siksi tuuheiksi kasvustoiksi etenkin hakkuu- y. m. aukoissa ja metsänreunoissa. Suosii myös esim. kaskimaametsiä samaan tapaan kuin seuraava laji. Karhunsammalen varsissa on syvällä maansisässä oleva tyviosa, joka hapsijuurillaan sitoo maan porkkanamaiseksi massaksi. Kun karhunsammalet kasvavat tiheänä kasvustona, muodostuu maahan väliin muutaman dm syvyyteen ulottuva kova maakerros, joka usein tekee putkilokasvien toimeentulon tuolla alueella melkein mahdottomaksi (vrt. kuva 12).

P. juniperinum (katajalehtinen karhunsammal): Erittäin yleinen. Vanhoissa metsäkasvustoissa kuivilla ja kuivanpuoleisilla kangasmailla niukasti, tuoreemmilla mailla vain kuivilla kohonemilla. Runsaana nuorenpuoleisilla kuloaloilla ja kaskiahoilla. *P. piliferum* (karvalehtinen karhunsammal): Samaan tapaan kuin edellinen esiintyvä, mutta vielä jyrkemmin kuivimmille kangasmaille keskittyvä laji.

Sammalien ja putkilokasvien kasvupaikkavaatimukset toisiinsa verrattuina.

Sammalet eroavat putkilokasveista etenkin pienen kokonsa ja vähäisen kasvunsa puolesta. Sammalien ravintoainekulutus on siis pieni. Ne tyytyvätkin yleensä (poikkeuksena esim. *Polytrichum*it ja *Catharinaea)* ottamaan ravintonsa aivan maan pintakerroksesta, siis maakerroksesta, missä putkilokasvien juuret eivät elä kuivumisvaaran y. m. vuoksi. Tämän vuoksi saattavat sammalet ja putkilokasvit tulla jokseenkin hyvin toimeen samalla kasvupaikalla kasvaessaan. Toisaalta tekee sammalien vaatimattomuus kasvualustaan nähden mahdolliseksi näiden kasvien esiintymisen kivillä, puiden rungoilla y. m. paikoilla, missä putkilokasvit eivät tule toimeen.

Sammalyksilöiden pienuutta ja vaatimattomuutta korvaa niiden suuri lukumäärä. Sammalethan kasvavat luonteenomaisella tavalla tiheinä mattoina. Etenkin vesitaloudellisissa suhteissa ja hedelmöityksessä on niille tällainen tiheä kasvutapa välttämätön. Jonkun harvan lajin, kuten omituisen lehdettömän *Buxbaumia*n yksilöt kasvavat kuitenkin hyvin harvassa. Sammalyksilö on siten yleensä paljo epäitsenäisempi kuin putkilokasviyksilö. Siksi ovat laajempialaiset kasvupaikat sammalillekin edullisimmat. — Pienen kokonsa vuoksi eivät sammalet myöskään kykene tasoittamaan kasvupaikkojen pikkuvaihteluja tuntumattomiksi samassa määrässä kuin putkilokasvit laajalle ulottuvine juurineen. Siksi saattaa sammalkasvillisuus muodostaa jotakuinkin tasalaatuisen putkilokasvikasvuston alle useampia toisistaan eroavia laikkuja, joten sammalpeite tulee olemaan $\pm$ mosaiikkimaisesti kokoonpantua. On luonnollista, että erot sammalpeitteessä maanpinnassa, kivillä, kannoilla y. m. ovat suuret. Tavallista on, että karumpien ja kuivempien maiden lajit paremmilla mailla esiintyvät vaan kivillä, puiden tyvillä j. n. e. Näihin suhteihin on kiinnitettävä erikoista huomiota jonkin metsäkasvuston sammalkasvillisuutta kuvattaessa. — Yleensä ovat sammalet esiintymisessään samoista kasvupaikkatekijöistä: maan hedelmällisyydestä, kosteus-, valo- j. n. e. suhteista riippuvia kuin putkilokasvit. Sammalien huomioonottaminen on siksi omiaan selventämään kuvaa metsäkasvustojen ekoloogisesta luonteesta.

Metsät sammalien kasvupaikkoina.

Valosuhteet metsässä ovat sammalille epäedulliset, koska sammalet jäävät putkilokasvien varjoon. Monet metsäsammalien rakennepiirteet ovatkin omiaan edistämään toimeentuloa varjopaikoissa. Metsissä tavataan etupäässä haarasammalia (pesäkekylkisiä eli pleurocarpisia sammalia), jotka kasvavat vinoon sivullepäin ja haarautuvat runsaasti. Vähänhaaroittuvat pystyasentoiset pesäkekärkiset (acrocarpiset) sammalet ovat niukanlaisesti edustettuja metsäsammalien joukossa. Niihin kuuluvat kuitenkin metsissä yleiset *Dicranum*- ja *Mnium*-lajit, samoin *Catharinaea* ja *Rhodobryum*. Näillä saatetaan kuitenkin havaita erikoisia mukautumia varjoelämään. *Mnium*illa, *Catharinaea*lla ja *Rhodobryum*illa etenkin on poikkeuksellisen suuripintaiset lehdet. Sen lisäksi muodostavat metsä-*Mnium*it vaakasuoraan pitkin maata suikertelevia erilaispintaisia sivuversoja, jotka tehokkaasti kokoovat valoa. Myös allokas lehden pinta on ilmeisesti omiaan edistämään sivultakin tulevan valon hyväksikäyttöä ja sellaisena hyvin paikkaansa puolustava useiden metsäsammalien ominaisuus *(Dicranum undulatum, Catharinaea undulata, Plagiothecium Ruthei, Neckera* y. m.). Myöskin *Dicranum*ien pitkät käyrät lehdet ovat edulliset. Useimpien sammalien suvullinen lisääntyminen lakkaa ankarasti varjostetuilla kasvupaikoilla. Siksi muodostavat monet metsäsammalet tällaisissa oloissa suvutonta tietä erilaisia itusilmuja *(Orthodicranum montanum, Plagiothecium silvaticum, Pl. latebricola, Isopterygium elegans, Trichostomum cylindricum, Thuidium, Georgia* y. m.). Muitakin varjoelämän aiheuttamia ominaisuuksia saatetaan sammalilla todeta, kuten lehtien suurisoluisuus, lehtisolujen kuperan linssin tapaan valoa taittava yläseinä, koko kasvin koon kääpiömäisyys, hiuksenhieno haaroitus, pesäkkeen vino asento, lehtiviheriän runsaus kasvin kokoon verrattuna y. m.

Karikepeite on etenkin ruohorikkaissa ja lehtipuumetsissä pahana esteenä sammalille (kuva 13). Havupuiden neulasten vaikutus on hyvin paljo vähemmän tuhoisa syystä, että neulaset ovat hoikkia ja varjostavat siksi vähäsen, lisäksi ovat ne jäykkiä ja teräviä ja asettuvat siksi sammalikossa helposti pystyyn tai painuvat suorastaan sammalmättään sisään varjostaen senvuoksi yhäkin vähemmän (kuva 11). Poikkeuksena ovat lehtikuusen runsaat ja pehmeät neulaset, joilla siksi onkin samanlainen vaikutus kuin lehtikarikkeilla. On luonnollista, että metsäsammalilla on paljo ominaisuuksia, jotka ovat hyödyksi taistelussa karikkeiden vaikutusta vastaan. Sellaisia ovat esim. kerroksittainen kasvu: *Hylocomium proliferum, Rhodobryum, Climacium, Brachythecium curtum* kuva 14) y. m.; pitkät rönsymäiset varret: *Amblystegium, Mnium* y. m.; korkeat jäykät varret: *Rhytidiadelphus triquetrus* y. m. rakennesuhteet.

Kangasturve, joka Suomen laihoilla metsämailla peittää mineraalimaan usein täydelleen alleen on huono alusta sammalprotoneemojen kehitykselle. Tämän vuoksi uudistuvat metsäsammalet pääasiassa vegetatiivisesti. Vuosittain itiöistä uudistuvia lajeja, joita esim. paljailla savenottopaikoilla y. m. s. tavataan, ei ole metsissä, lukuunottamatta parhaita lehtomaita *(Pottia, Fissidens)*.

Sammalien keskinäisestä kilpailusta.

Kun tarkastetaan eri sammallajien esiintymisjärjestystä ja sammalkasvustojen kehitystä luonnossa, havaitaan, että myös keskinäinen kilpailu siinä vaikuttaa huomattavan paljon. Jos seurataan maanpinnan sammaloitumista paloaloilla saatetaan havaita ensin esiintyvän sellaisia sammallajeja kuin

Pohlia nutans, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *Buxbaumia* y. m. Näiden sekaan ilmestyy vähitellen *Dicranum*-lajeja, *Pleurozium Schreberi* y. m. varsinaisia metsäsammalia, jotka tukahuttavat edelliset. Osaksi aiheutuu tämä ilmeisesti kasvupaikkasuhteiden muuttumisesta, tuhkaaineiden huuhtoutumisesta pois ja maan peittymisestä karikekerroksilla, jolla vain metsäsammalet tulevat toimeen. Osaksi aiheutuu puheenaoleva muutos kuitenkin myös metsäsammalien suuremmasta kasvunopeudesta ja koosta. Alkuperäinen sammalkasvillisuus suorastaan hautautuu seinäsammalen alle. Esim. *Pohlia nutans* säilyy vain kannoilla y. m., minne suurikokoiset metsäsammalet eivät mielellään leviä. — Sama ilmiö on havaittavissa myös kantojen ja maahankaatuneiden puiden sammaloitumisessa. Niilläkin havaitaan alussa pienikokoisia, maksa- tai lehtisammalia, sitte leviää *Georgia*, *Plagiothecium*, *Dicranum fuscescens var. congestum*, *D. scoparium*, *Drepanocladus uncinatus* y. m. keskikokoisia sammalia, kunnes vihdoin suuret *Dicranum*it ja seinäsammal valtaavat niiden paikan.

Yksityiskohtaiset kasvututkimukset osoittavat, että suuret metsäsammalet kasvavat noin 1.5—2 cm vuodessa, niiden lehdet säilyvät noin 1 ½ vuotta vihreinä. Sitävastoin kannoilla asuva *Dicranum congestum* kasvaa vuodessa vain noin 3—4 mm, monet kuivilla kasvunalustoilla esiintyvät pikkusammalet vieläkin vähemmän.

Sammalien jako ekoloogisbioloogisiin ryhmiin.

Metsässä tavattavat sammalet saatetaan ekoloogis-bioloogisia suhteita silmällä pitäen jakaa viiteen pääryhmään sekä kukin näistä pääryhmistä puolestaan ryhmiin seuraavalla tavalla:

I Pääryhmä.

Normaalissa maanpinnassa kasvavat sammallajit, jotka esiintyvät pääasiassa aukeilla mailla (palo- ja hakkuualoilla, viljelysmailla, teiden varsilla j. n. e.), metsän sisällä niukasti ja huonosti kehittyneinä, tavallisesti edafiidin luontoisina.

Ryhmä 1. Laihemman maan lajeja: *Ditrichum homomallum*, *Ceratodon purpureus*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*. Näistä vain *Ditrichum homomallum* ja *Polytrichum piliferum* kasvavat pääasiassa mineraalisella kasvualustalla, hiedalla, muut myöskin turvealustalla. Myöskin *Buxbaumia aphylla* lähentelee tämän ryhmän lajeja esiintymissuhteiltaan, joskin kasvaa, kuten useat muut edellämainituista lajeista ± pysyvänä kuivilla kankailla.

Ryhmä 2: Hedelmällisemmän (etenkin savi-) maan lajeja: *Fissidens Bloxami*, *Dicranella secunda*, *Pottia truncatula*, *Hypnum arcuatum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Thuidium recognitum*, *Catharinaea tenella*, *Pogonatum urnigerum*. Myöskin edellisen ryhmän lajeja saattaa esiintyä näiden joukossa.

II Pääryhmä.

Normaalissa maanpinnassa metsän varjossa kasvavat sammallajit.

Ryhmä 3. Hedelmällisellä, ± mineraaliainerikkaalla metsämaalla kasvavat lajit: *(Ditrichum tenuifolium)*, *Catharinaea undulata*. Tähän ryhmään läheisesti liittyvät myös seuraavat varsinaiset lehtosammalet: *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rh. calvescens*, *Hylocomium umbratum*, *Climacium dendroides*, *Eurhyn-*

chium striatum, E. hians, Cirriphyllum piliferum, Mnium medium, Mn. affine, Mn. spinosum, Rhodobryum roseum, sekä edelleen seuraavat, yleensä jossain määrin kohonemille vetäytyneet lajit: *Mnium cuspidatum, Brachythecium reflexum, Br. salebrosum, Br. curtum, Br. velutinum, Br. rutabulum, Plagiothecium silvaticum*. Monet näistä lajeista tulevat hyvin toimeen pelkällä ± lihavalla humuksellakin.

Ryhmä 4. Märällä metsämaalla tavattavat lajit: *Fissidens adianthoides, Mnium punctatum, Mn. pseudopunctatum, Mn. cinclidioides, Aulacomnium palustre, Plagiothecium Ruthei, Hypnum pratense, Calliergon cordifolium, Drepanocladus fluitans, Polytrichum commune, Sphagnum (Russowii, Girgensohnii* ja *quinquefarium)*. Useat näistä viihtyvät paraiten aukeilla mailla ja kuuluvat siten oikeastaan kolmantena ryhmänä I pääryhmään.

Ryhmä 5. Sammallajeja, jotka viihtyvät tuoreilla kankailla hyvin, mutta huonosti ryhmien 6 ja 7 kasvupaikoilla: *Hylocomium proliferum, Ptilium Crista Castrensis, Dicranum majus.*

Ryhmä 6. Kuivanpuoleisilla kankailla vallitsevina, edellisen ryhmän kasvupaikoilla ± epäsäännöllisesti esiintyvät sammallajit: *Pleurozium Schreberi, Dicranum undulatum, D. scoparium.*

Ryhmä 7. Kuivilla laihoilla kangasmailla esiintyvät lajit: *Dicranum robustum, D. spurium, D. Bergeri, D. fuscescens var. flexicaule.* Tähän ryhmään liittyvät edafiideina etenkin eläinten jätteillä kasvaneet *Tetraplodon angustatus* ja *T. bryoides.*

III Pääryhmä.

Sammallajit, jotka kasvavat etupäässä kivillä, puiden tyvillä, kannoilla y. m. s. paikoilla normaalista maanpinnasta eristettyinä.

Ryhmä 8. Aukeilla mailla kivillä kasvavat, mutta metsän varjossa huonosti toimeentulevat lajit.

a) Graniitilla: *Andraea petrophila, Hedwigia albicans, Rhacomitrium ramulosum.*

b) Emäksisillä kivillä: *Tortula ruralis, Grimmia apocarpa, Thuidium abietinum.*

Ryhmä 9. Metsässä ± paljailla kivipinnoilla hyvin viihtyvät lajit.

a) Graniitilla: *Cynodontium strumiferum, Paraleucobryum longifolium, Hypnum cupressiforme, Homomallium incurvatum, Plagiothecium denticulatum, Isopterygium viviparum.*

b) Emäksisillä kivillä: *Tortella tortuosa, Ditrichum flexicaule, Distichium capillaceum, Anomodon*-lajeja, *Leskeella nervosa, Eurchynchium strigosum, Amblystegiella Sprucei, Amblystegium serpens.*

Ryhmä 10. Metsässä humuspeitteisillä kivillä esiintyvät lajit: *Thuidium Philiberti, Trichostomum cylindricum, Brachythecium populeum, Br. reflexum, Br. curtum, Br. salebrosum, Br. erythrorrhizon, Campylium stellatum, Drepanocladus uncinatus, Hylocomium pyrenaicum, Philonotis tomentella.* Tähän ryhmään kuuluvat tuoreenpuoleisilla ja tuoreilla mailla myös ryhmien 5—7 lajit, sekä rehevillä kasvupaikoilla useat ryhmän 3 lajit.

Ryhmä 11. Lahokannoilla ja lahopuilla tavattavat lajit: Tähän ryhmään voidaan lukea useat edellisen ryhmän lajeista, sekä lisäksi: *Dicranum fragilifolium, D. flagellare, D. fuscescens var. congestum, D. scoparium, Georgia pellucida, (Pohlia nutans), Isopterygium repens, Plagiothecium denticulatum, Pl. latebricola.*

Ryhmä 12. Puiden tyvillä tavattavia lajeja. Lehtopuiden tyvillä (etenkin haavan ja jalojen lehtipuiden) esiintyy erilainen epifyyttikasvillisuus kuin männyllä, kuusella ja koivulla, joilla viimemainituilla taas on kullakin suosikkilajinsa. Tyydymme tässä kuitenkin viittaamaan kunkin lajin kohdalla edellä esitellyihin havaintoihin ja erotamme vain 2 alaryhmää.

a) Lehtopuiden tyvillä: *Campylium Sommerfelti, Eurhynchium stigosum, Amblystegium serpens, A. subtile.* Tämän ryhmän ja ryhmän 9 b välillä etenkin on läheinen suhde. Yksinomaan puiden tyvillä esiintyviä lajeja ei koealoilla ole ollut.

b) Tavallisten puulajien tyvillä: *Orthodicranum montanum, Plagiothecium denticulatum, Pl. curvifolium, Hypnum cupressiforme, H. pallescens.*

IV Pääryhmä.

Varsinaisina epifyytteinä puiden rungoilla tavattavat sammallajit:

Ryhmä 13: Haavalla ja jaloilla lehtipuilla: *Pylaisia polyantha, Orthotrichum speciosum, Stroemia obtusifolia.* — (Koivulla ja havupuilla ei lehtisammalia tavata).

V Pääryhmä.

Pimennoissa metsässä tavattavat sammallajit: *Schistostega osmundacea, Isopterygium pulchellum var. nitidulum, Isothecium myosuroides, Pohlia cruda, Mnium stellare, Mn. hymenophylloides, Neckera pennata.* — Myös useat kannoilla, tyvillä ja kivillä esiintyvät lajit voitaisi lukea tähän ryhmään *(Georgia pellucida, Plagiothecium denticulatum, Pl. latebricola, Amblystegiella Sprucei y.m.).*

Register der Moos-Namen.

(**Fetter** Stiel = Hauptdarstellung; * = Abbildung)

Amblystegiella subtilis **18,** 34, 47. — Ref. 56.
Ambl. Sprucei 46, 47. — Ref. 55, 56.
Amblystegium serpens 18, 19*, 20*, 34, 46, 47. — Ref. 50, 55, 56.
Ambl. trichopodium var. Kochii **19,** 34.
Andreaea petrophila **5,** 35, 44, 46. — Ref. 55.
Anomodon longifolius **18.**
A. viticulosus **17,** 34.
Antitrichia curtipendula **16,** 34.
Aulacomnium palustre **15,** 35, 45. — Ref. 50, 55.
Blepharozia ciliaris 5, 8*, 138*, 29, 40, 47.
Bl. pulcherrima 7*, 21*, 47.
Brachythecium curtum 13*, 19*, 20*, 21*, **22,** 23, 29, 34, 45, 39, 39*, 46. — Ref. 50, 53, 55.
Br. erythrorrhizon **21,** 34, 46. — Ref. 55.
Br. populeum 19*, 20*, **23,** 34, 46. — Ref. 50, 55.
Br. reflexum 13*, 14, 20*, 21*, **22,** 29, 34, 45, 46. — Ref. 50, 55.
Br. rutabulum **22,** 34, 45. — Ref. 55.
Br. salebrosum 20*, **21,** 29, 34, 42, 45, 46, Taf. III: 1 — Ref. 50, 55.
Br. Starkei 22.
Br. velutinum **23,** 34, 45. — Ref. 50, 55.
Buxbaumia aphylla 6, **30,** 34, 35, 40, 45. — Ref. 54.
Calliergon cordifolium 21, 35, 45. — Ref. 55.
C. stramineum 15.
Campylium chrysophyllum **19,** 34.
Campylium hispidulum var. Sommerfelti **19,** 20*, 34, 47. — Ref. 50, 56.
Campylium stellatum 15, **20,** 35, 46. — Ref. 55.
Catharinaea tenella **31,** 35, 45. — Ref. 54.
C. undulata 23, **31,** 34, 37, 45. — Ref. 51, 52, 53, 54.
Ceratodon purpureus **6,** 28, 32, 35, 39, 45. — Ref. 54.
Cirriphyllum piliferum **23,** 24, 29, 31, 34, 45. — Ref. 55.
Climacium dendroides **16,** 26, 29, 31, 34, 36, 45. — Ref. 50, 53, 54.
Cynodontium strumiferum **6,** 35, 46. — Ref. 55.
Dicranella heteromalla **6,** 30, 34.
D. secunda **6,** 34, 45. — Ref. 54.
Dicranum Bergeri **10,** 35. — Ref. 55.
D. flagellare **7,** 46. — Ref. 55.
D. fragilifolium **7,** 33, 46. — Ref. 55.
D. fuscescens var. congestum **7***, **7,** 8*, 13*, 29, 40, 42, 46. — Ref. 49, 54, 55.
D. fusc. var. flexicaule 8, 8*, 34, 46. — Ref. 49, 55.
D. majus **9,** 10*, 27, 41, 45. — Ref. 49, 55.
D. robustum **11,** 34, 46. — Ref. 55.
D. scoparium 8, **9,** 10*, 13*, 26, 29, 34, 40, 46, 46, Taf. I: 2. — Ref. 49, 54, 55.
D. spurium **11,** 34, 46. — Ref. 55.

D. undulatum 9, **10,** 28, 34, 37, 41, 41*, 42, 46. — Ref. 50, 53, 55.
Distichium capillaceum 46. — Ref. 55.
Ditrichum flexicaule 46. — Ref. 55.
D. tenuifolium **5,** 39, 45. — Ref. 54.
D. homomallum 40, 45. — Ref. 54.
Drepanocladus fluitans 15, **21,** 35, 45. — Ref. 55.
Dr. uncinatus 13*, 19, 20*, **20,** 21*, 34, 37, 40, 46. — Ref. 50, 54, 55.
Dr. uncin. var subjulaceus fo. subfalcata 20, 43.
Eurhynchium hians **23,** 35, 39, 45. — Ref. 55.
E. striatum 23, **23,** 34, 45. — Ref 54.
E. strigosum 19*, **23,** 34, 46, 47. — Ref. 51, 55, 56.
Fissidens adianthoides **5,** 34, 45. — Ref. 55.
F. Bloxami 45. — Ref. 54.
F. osmundoides **5,** 34.
Funaria hygrometrica 40.
Georgia pellucida 8, **12,** 13*, 34, 37, 40, 46, 47. — Ref. 50, 53, 54, 55, 56.
Grimmia apocarpa **11,** 35, 46. — Ref. 55.
Hedwigia albicans **16,** 18, 35, 44, 46. — Ref. 55.
Heterocladium squarrosulum **18,** 35.
Heterophyllium Haldanianum **26,** 34.
Homalia trichomanoides 17.
Homomallium incurvatum **19,** 34, 46. — Ref. 55.
Hylocomium proliferum 8*, 9, 10, 13*, 19*, 20*, 28, **30,** 32*, 34, 37, 38, 41, 42, 45. — Ref. 51, 53, 55.
H. pyrenaicum **30,** 34, 46. — Ref. 55.
H. umbratum 23, 24, **30,** 34, 45. — Ref. 54.
Hypnum arcuatum **26,** 35, 45. — Ref. 54.
H. cupressiforme **26,** 35, 46, 47. — Ref. 55, 56.
H. pallescens **26,** 34, 47. — Ref. 56.
H. pratense **26,** 35, 45. — Ref. 55.
Isopterygium elegans 38. — Ref. 53.
I. pulchellum var. nitidulum 5, **24,** 35, 47. — Ref. 56.
I. repens **24,** 34, 46. — Ref. 55.
Isothecium myosuroides **17,** 34, 47. — Ref. 56.
I. viviparum 17, **17,** 34, 46. — Ref. 55.
Kantia trichomanis 40.
Lepidozia reptans 8.
Leptobryum pyriforme **12,** 35.
Leucodon sciuroides **16,** 17*, 34.
Leskeella nervosa **18,** 35, 46. — Ref. 55.
Lophocolea heterophylla 39.
Lophozia barbata 8.
Mnium affine **14,** 34, 37, 45. — Ref. 55.
Mn. cinclidioides **15,** 35, 45. — Ref. 55.
Mn. cuspidatum **14,** 31, 34, 37, 45. — Ref. 50, 55.
Mn. hymenophylloides 47. — Ref. 56.
Mn. hornum **14,** 34.
Mn. medium **14,** 23, 34, 37, 45. — Ref. 55.
Mn. pseudopunctatum **15,** 35, 45. — Ref. 55.
Mn. punctatum **15,** 35, 37, 45. — Ref. 55.
Mn. spinosum 45. — Ref. 55.

Mn. stellare **14,** 34, 37, 47. — Ref. 56.
Neckera complanata 17, **17.**
N. crispa 34, 37.
N. oligocarpa 34.
N. pennata 34, 47. — Ref. 56.
Orthotrichum speciosum **15,** 34, 47. — Ref. 56.
Orthodicranum flagellare **7,** 34.
O. montanum **6,** 7*, 8, 25, 34, 37, 47, Taf. I: 1. — Ref. 53, 56.
Paraleucobryum longifolium **11,** 35, 46. — Ref. 55.
Philonotis tomentella **15,** 20, 35, 46. — Ref. 55.
Plagiothecium curvifolium 7*, **25,** 26*, 34, 47, 56.
Pl. denticulatum 8*, 12, 13*, 21*, **24,** 25, 34, 34, 40, 46, 47. — Ref. 51, 54, 55, 56.
Pl. latebricola **24,** 34, 38, 46, 47. — Ref. 53, 55, 56.
Pl. Ruthei **25,** 37, 45. — Ref. 53, 55.
Pl. silvaticum **24,** 34, 37, 45. — Ref. 53, 55.
Platygyrium repens **24,** 34.
Pleurozium Schreberi 8, 8*, 9, 10, 21*, 26*, **27,** 28*, 30, 31, 32, 34, 37, 38, 40, 42, 43, 46, Taf. II: 2. — Ref. 51, 54, 55.
Pogonatum urnigerum 45. — Ref. 54.
Pohlia cruda 5, 6, 15, 47. — Ref. 56.
P. nutans 12, **13,** 28, 31, 34, 39, 40, 45, 46. — Ref. 50, 54, 55.
Polytrichum alpinum **31,** 35.
P. attenuatum **31,** 34.
P. commune 30, **31,** 35, 45. — Ref. 52, 55.
P. juniperinum 6, 11, 29, 31, **32,** 32*, 35, 36, 39, 45. — Ref. 52, 54.
P. piliferum 6, 28, **32,** 35, 39, 45. — Ref. 54.
Pottia truncatula 39, 45. — Ref. 53, 54.
Rhacomitrium ramulosum **11,** 35, 46. — Ref. 55.
Rhodobryum roseum **14,** 29, 34, 36, 37, 39, 45. — Ref. 50, 53, 55.
Rhytidiadelphus calvescens 23, 24, **29,** 34, 45. — Ref. 54.
Rh. squarrosus **29,** 31, 35, 45. — Ref. 54.
Rh. triquetrus 23, **29,** 34, 39, 45. — Ref. 51, 53, 54.
Schistostega osmundacea **12,** 34, 39, 47. — Ref. 56.
Sphagnum Girgensohnii 45. — Ref. 55.
Sph. quinquefarium 45. — Ref. 55.
Sph. Russowii 45. — Ref. 55.
Stroëmia obtusifolia **16,** 34, 43, 47. — Ref. 56.
Tetraplodon angustatus **12,** 34, 46. — Ref. 55.
T. bryoides **12,** 34, 46. — Ref. 55.
Thuidium abietinum **18,** 35, 46. — Ref. 55.
Th. Philiberti **18,** 35, 46. — Ref. 55.
Th. recognitum **18,** 35, 45. — Ref. 54.
Th. tamariscinum 38.
Tortella tortuosa 46. — Ref. 55.
Tortula ruralis 46. — Ref. 55.
Trichostomum cylindricum **11,** 34, 38, 46. — Ref. 53, 55.
Pterigynandrum filiforme **24,** 35.
Ptilium Crista Cartensis 8*, 9, **27,** 34, 37, 45. — Ref. 49, 51, 55.
Pylaisia polyantha **25,** 34, 47. — Ref. 56.

Tafel 1.



Fig. 1. *Orthodicranum montanum* am Grunde von *Larix sibirica* im Lärchenforst von Raivola.

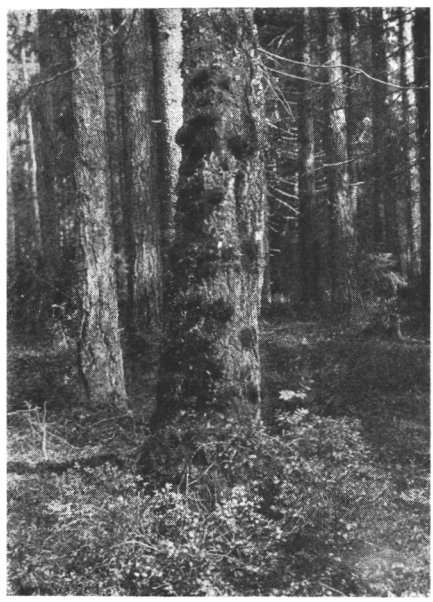


Fig. 2. *Dicranum scoparium* am Grunde einer alten Birke im Lärchenforst von Raivola.

1034—26

Tafel II.

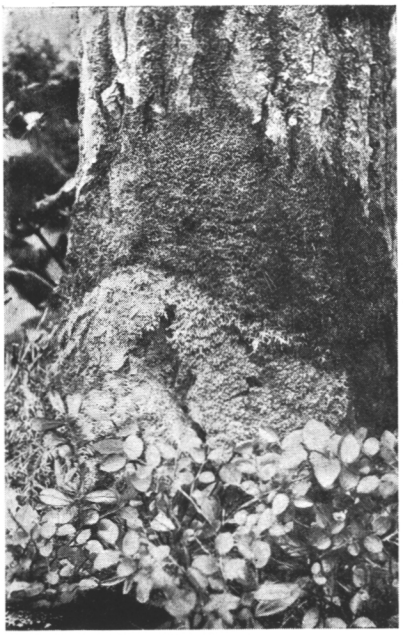


Fig. 1. Das Vorkommen von *Brachythecium salebrosum* am Grunde von *Populus tremula*. Koli, fruchtbarer Waldboden (OMT). Auf *Brachythecium* hat sich die Krustenflechtenart *Biatora vernalis* verbreitet (der weisse Fleck).



Fig. 2. Schwarzerlenbruch. Helsinki, Degerö, im Fürhjahr 1924. Die abgestorbenen vorjährigen Blätter von *Scirpus silvaticus* und *Alnus glutinosa* bedecken den Boden gänzlich und hindern die Moose an der Ausbreitung, nur die hervorstehende Fichtenstubbe (rechts) hat einen *Pleurozium*-Rasen auf der Schnittfläche.

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE WALDVEGETATION
IN SÜD- UND MITTELFINNLAND

I. ZUR KENNTNIS DES ÖKOLOGISCH-BIOLOGISCHEN CHARAKTERS DER PFLANZENARTEN UNTER SPEZIELLER BERÜCKSICHTIGUNG DER BILDUNG VON PFLANZENVEREINEN

C. FLECHTEN

VILJO KUJALA

TUTKIMUKSIA METSÄKASVILLISUUDESTA ETELÄ- JA KESKI-SUOMESSA
I. TUTKIMUKSIA KASVILAJIEN EKOLOOGISBIOLOOGISEN LUONTEEN MÄÄRÄÄMISEKSI KASVIYHDYSKUNTIEN MUODOSTUMISTA SILMÄLLÄPITÄEN
C. JÄKÄLÄT

(SUOMENKIELINEN SELOSTUS)

HELSINKI 1926

Helsinki 1926. Valtioneuvoston kirjapaino.

Einleitung.

Nachdem in den vorhergehenden Teilen die ökologisch-biologischen Verhältnisse der Gefässpflanzen und Laubmoose [1]) in Wäldern Süd- und Mittelfinnlands behandelt worden sind (siehe Teil I A, Einleitung), ist nunmehr die Reihe an der dritten Hauptgruppe der Waldpflanzen, den Flechten. Da die vierte Hauptgruppe der Waldpflanzen, die Pilze, bei den Beobachtungen meistens unberücksichtigt geblieben ist, schliesst die Behandlung der Biologie der einzelnen Arten, soweit sie im Zusammenhang mit dieser Untersuchung steht, im wesentlichen hiermit ab.

Die Beobachtungen über die Flechten wurden in gleicher Weise wie die über die Moose gesammelt. Auf den 50 × 50 oder 30 × 30 cm^2 grossen Probeplätzchen der meistens 30 × 30 m^2 grossen Probeflächen (deren Anzahl ca. 200 war), welch erstere einen vorausbestimmten, meistens 5 m Abstand von einander hatten, wurden ausser Gefässpflanzen und Moosen auch sämtliche Flechtenarten sowie der Deckungsgrad einer jeden in Zehnteln von dem Plätzchenareal vermerkt. Überdies wurde die Flechtenvegetation in den Zwischenräumen der Probeplätzchen nach Augenmass untersucht, wobei dem Auftreten der einzelnen Arten auf dem Boden sowie auf Steinen, Stubben und vor allem an Bäumen, wo sich die hauptsächlichste Flechtenvegetation der meisten Probeflächen findet, Aufmerksamkeit zugewandt wurde. Zwecks genauer Artenbestimmung wurden von jeder Probefläche fast von allen Flechtenarten Proben entnommen. Die so angesammelten Proben (etwa 2 000 St.) hat während des Winters ein Spezialist auf dem Gebiet der Lichenologie, Dr. Veli Räsänen, mit grösster Hilfsbereitschaft bestimmt. Da ich selbst die, besonders in der Natur, schwierig zu identifizierenden Krusten-

[1]) Die Lebermoose *(Hepaticales)* sollen bis auf weiteres nicht besonders behandelt werden, da die betreffenden Proben noch nicht bestimmt sind. Die Bedeutung der Lebermoose ist auch in den süd- und mittelfinnischen Wäldern recht gering (ganz im Gegensatz zu dem Sachverhalt z. B. in den Wäldern Nordfinnlands und Lapplands). Über die wichtigsten Lebermoosarten sind schon im vorhergehenden Teile Angaben gemacht worden, und diese sollen im folgenden noch vervollständigt werden.

flechtenformen nicht kannte, beruht die folgende Darstellung, besonders was jene schwer zu bestimmenden Arten betrifft, auf den Tatsachen, die aus diesen Proben mit anschliessenden Notizen hervorgehen. Da jedoch von jeder Probefläche reichlich Proben vorhanden sind und da ich von den häufiger auftretenden und leichter erkennbaren Arten auch reichlich Aufzeichnungen im Walde vorgenommen habe, so dürfte das Bild, das sich von den ökologisch-biologischen Verhältnissen der einzelnen Flechtenarten ergeben hat, im wesentlichen richtig sein, wenn es auch von genügender Vielseitigkeit noch weit entfernt ist.

Spezielle meine Untersuchungsgebiete betreffende Untersuchungen auf dem Gebiet der Flechtenökologie dürften bisher nicht vorhanden sein [1]). Zwecks Vergleichung und Kontrolle habe ich jedoch aus einigen, meine Untersuchungsgebiete betreffenden floristisch-systematischen Arbeiten der finnischen Klassiker auf dem Gebiet der Lichenologie, nämlich von NYLANDER (1861), VAINIO (1, 1878 a; 2, 1878 b; 3, 1881—1883) und NORRLIN (1, 1878; 2, 1871—1874 a; 3, 1871—1874 b), die Angaben über das Vorkommen der Flechtenarten zitiert. Die betreffenden Angaben sind leider nur sehr unvollständig, bei vielen, besonders häufigen, Arten fehlen sie meistens gänzlich.

Ausser für die mühevolle mikroskopische Bestimmung der Arten möchte ich Herrn Dr. VELI RÄSÄNEN auch für einige im Text später erwähnten Zusätze, die er beim Durchlesen des Manuskriptes gemacht hat, meinen besten Dank aussprechen.

[1]) Einige jüngst von V. KROHN in Acta Akad. Scient. Fenn. veröffentlichte Schriften vom Gebiete der Flechtenökologie kann ich nicht zitieren, weil ich mich durch deren Lektüre davon überzeugt habe, dass diese Schriften der für wissenschaftliche Untersuchungen erforderlichen Zuverlässigkeit entbehren.

Beobachtungen über das Vorkommen von verschiedenen Flechtenarten auf den Probeflächen.

Gyrophora hyperborea (Hoffm.) Ach. Diese häufige Fels- und Steinflechte trat auf den Probeflächen nur einmal als Edaphid auf Stein (Kalajoki) auf, teilweise offenbar deshalb, weil sich blosse Steinflächen nur spärlich fanden, teilweise deshalb, weil die Flechte sehr wenig Waldbeschattung verträgt.

Usnea[1]) *hirta* (L.) Hoffm. Besonders auf trockenen Heiden an Kiefernstämmen; auch an Fichten- und Lärchenästen. Sehr häufig.

U. sublaxa Vain. Nur auf drei Probeflächen (Raivola, Punkaharju, Koli) an Fichte, Kiefer und Lärche.

U. dasypoga (Ach.) Vain. Gehört zu den allerhäufigsten und am reichlichsten auftretenden Epiphytflechten in meinen Untersuchungsgebieten. Hauptstandort sind vielleicht Stämme älterer Birken, aber auch an Fichtenästen, Kiefernstämmen und Lärchen ist sie recht häufig und kommt auch an anderen Holzarten oft vor.

U. glabrescens (Nyl.) Vain. An Birke, Erle und an Fichtenzweigen. Im ganzen auf 12 Probeflächen.

U. comosa (Ach.) Vain. In Vesijako an Birkenstamm; sowohl in Raivola als in Punkaharju an Lärchenästen.

U. cinchonarum (Fec.) Vain. und *U. australis* Fr. fanden sich an Ästen von *Larix sibirica* in Raivola.

Alectoria chalybaeiformis (L.) Nyl. Auf drei Probeflächen in Ladoga-Karelien an Kiefernstamm. Nach Räsänen (1919, S. 10) in ganz Finnland häufig, vornehmlich an Wänden, Zäunen und Felsen. Nach Vainio (3) an Kiefern, Birken und Fichten, auch an Steinen und Zäunen.

A. nidulifera Norrl. Besonders in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und in Mittelösterbotten, aber auch in sonstigen Untersuchungsgebieten; insgesamt auf ca. 20 Probeflächen. Wächst

[1]) Die Bestimmungen von *Usnea*-Arten wurden von Dr. Edv. Vainio gütigst ausgeführt und kontrolliert.

vorwiegend an Kiefernstämmen, bisweilen auch an halbdürren oder gänzlich verdorrten Fichtenästen (*fo. simplicior* Vain.). Ist deutlich auf trockene Heiden konzentriert.

A. prolixa (Ach.) Th. Fr. Gehört zu den allerhäufigsten und besonders auf trockenen Heiden am reichlichsten vorkommenden Epiphytflechten und findet sich vor allem an Nadelbäumen, aber auch an Birke. In Mittelösterbotten (Kalajoki) begegnete sie auf Fichte als *fo. subcana* Nyl., dieselbe Form wächst auch an den Lärchen in Raivola.

A. implexa (Hoffm.) Harm. Neben der vorigen die wichtigste Bartflechtenart der Untersuchungsgebiete. Findet sich wie die vorhergehende hauptsächlich an Nadelbäumen, geht aber im allgemeinen nicht so hoch empor wie jene. Nach Räsänen (1919, S. 125) breitet sie sich auch nicht so gern auf dünn mit Bäumen bestandene Weissmoore aus wie die vorige und wie *A. nidulifera*.

A. sarmentosa Ach. Nur auf 11 Probeflächen. Besonders in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien und in Mittelösterbotten, meist an Kiefern, aber auch an Fichtenästen, bisweilen auf Birkenrinde. Scheint im allgemeinen an Fichten nicht so weit emporzuklettern wie *A. prolixa*. War im Gegensatz zu den sonstigen *A.*-Arten einige Male cfr.

Ramalina calicaris (L.) Fr. *var. nervosa* (Nyl.) Räs. Einmal (Suojärvi, Kotajärvi) an Espenstamm.

R. dilacerata Hoffm. (= *minuscula* Nyl.). Auf vereinzelten Probeflächen, besonders an der österbottnischen Küste. Findet sich an Grauerle, Eberesche, Espe, Fichten- und Lärchenzweigen im »Kurzbarte», einmal auch an dünnen, unteren Ästen der Birke pc.

R. farinacea (L.) Ach. Häufigste Art ihrer Gattung in den Wäldern der Untersuchungsgebiete. Tritt im wesentlichen an Espe und Eberesche auf. Auch auf Grauerle, ja sogar an Fichtenästen in den Fichtenbeständen der mittelösterbottnischen Küste in dem »Kurzbarte» eine wichtige Komponente — im allgemeinen ist das Auftreten auf der letzteren Holzart anderswo eine Ausnahme. Stets ster. — Nach Vainio (3) auf Espen- und Erlenrinde.

Evernia furfuracea (L.) Zopf. incl. *var. ceratea* (Ach.) Zopf. Besonders häufig. Den wichtigsten Standort bilden vielleicht Kiefernstämme, wo sie sich an Gabeln dürrer Äste sowie auf der Borke ansetzt. In schön gewachsenen Kiefernbeständen tritt sie selten weiter unten an dem astlosen Stamme auf, an langsam wachsenden Bäumen auf trockenen Heiden dagegen wächst sie sogar recht weit unten auf der Rinde (Fig. 1). Ausser an Kiefer begegnet *E. furfuracea* recht häufig, wenn auch in geringerer Grösse, auf Fichtenzweigen.

Ziemlich oft findet sie sich auch an Birke — dagegen habe ich sie z. B. an Espe überhaupt nicht beobachtet. Es hatte den Anschein, als ob diese Art in Mittelösterbotten spärlicher war als in den sonstigen Untersuchungsgebieten.

E. prunastri (L.) Ach. Während die vorige Art vor allem auf älteren Kiefern auftritt, wächst diese am liebsten an Birke und Erle. Von den Birkenepiphyten ist sie nach Häufigkeit und Reichlichkeit eines der wichtigsten. Auch auf Fichtenzweigen tritt sie häufig, wenn auch spärlich auf. Auf Lärchenzweigen ist sie reichlich, ebenso an *Salix caprea*, an *Sorbus aucuparia* und anderen Laubhölzern. Besonders bei dickrindigen, kümmerlich gewachsenen Individuen hohen Alters bedeckt *E. prunastri* oft den Stamm zum grössten Teil.

E. mesomorpha Nyl. Wurde auf den Probeflächen nur in Ristsalmi (Kirchsp. Korpiselkä) auf dürrem Kiefernzweig auf VT-Heide sowie in Raivola an *Larix*-Ästen gefunden.



Fig. 1. Das Vorkommen von *Evernia furfuracea und Parmelia physodes* an Kiefernstämmen (VT). Punkaharju.

Cetraria islandica (L.) Ach. Häufig auf trockenen Heidewaldböden (in CCIT-, CT-Siedelungen) auf normaler Bodenfläche. Die Frequenz steigt selten bis 2. Auch auf mässig trockenen Heideböden (VT) tritt sie ziemlich häufig, aber spärlich auf, reichlicher besonders an Pfadrändern sowie auf Hiebsflächen und liegen gelassenen Brandkulturflächen. Besonders gern auf magerem, trockenem Boden auf Hutungen, wo sie ziemlich zusammenhängend recht ausgedehnte Flächen bedecken kann. — Nach NYLANDER auf sterilem Boden.

C. nivalis (L.) Ach. Auf zwei Probeflächen in Mittelösterbotten: auf felsigem Waldboden in zwei fleckenartigen Gruppen, ein andermal sporadisch auf CT-Heide auf einem Baumstumpfe. — Nach NYLANDER auf sterilem Boden auf Felsen und Åsrücken; nach NORRLIN bisweilen auf Moorbülten. (Häufig in Lappland.)

C. saepincola (Ehrh.) Ach. Auf 10 Probeflächen. Von ziemlich geringer Bedeutung wegen ihrer Spärlichkeit und auch ziemlicher

Seltenheit. In Ladoga-Karelien fand sie sich überhaupt nicht auf den Probeflächen und auch auf den übrigen Untersuchungsgebieten nur in geringem Masse. Diese Art tritt an den halbdürren dünnen unteren Ästen junger Kiefern und Birken auf. In Punkaharju, wo sie häufiger ist, ist sie auch an den Ästen von *Juniperus*, *Pinus cembra* und *Larix sibirica*, einmal auch an Fichtenästen, zu finden. — Nach NYLANDER auf Holz, Baumstämmen und besonders Ästen (am liebsten an Wacholder); NORRLIN (2): besonders an abgestorbenen Ästen von *Betula nana*, *Juniperus* u. a. Holzarten.

C. chlorophylla (Humb.) Vain. Auf etwa 20 Probeflächen. Etwas häufiger als die vorige. Z. B. in den mittelösterbottnischen Küstengebieten häufig an Fichtenzweigen im »Kurzbarte». Selten beobachtet man sie auch an Kiefern spärlich. Besonders reichlich ist sie auf *Larix*-Zweigen sowohl in Raivola als auch in Punkaharju und bildet auch da mit anderen Flechten eine Art »Kurzbart». Steril. — Nach NYLANDER auf Kiefernstamm und auf Holz, selten auf Stein.

C. juniperina (L.) Ach. Ziemlich selten, im wesentlichen an *Juniperus* (auf 4 Probeflächen) beobachtet. Einmal auch an Birke pcc. — Nach NYLANDER an Wacholder, ebenso nach NORRLIN (2).

C. caperata (L.) Lång [= *C. pinastri* (Scop.) Fr.]. Besonders häufig, jedoch stets ziemlich spärlich oder spärlich. Von den charakteristischen Standorten der Art sind am wichtigsten die Basalpartie von Kiefernstämmen, dünne dürre Kiefernäste, die Basalpartie von Birken und Erlen, die unteren Fichtenäste, Wacholderstämme, *Larix*-Äste; kommt jedoch auch oft auf anderen Grundlagen vor. — Nach NYLANDER auf Stämmen und Holz von Kiefern, Wacholder, Birke u. a.

C. glauca (L.) Ach. Wegen ihrer Häufigkeit und Reichlichkeit eine der wichtigsten Epiphytflechten der Untersuchungsgebiete. Den Hauptstandort bilden Birkenstämme; auch auf Kiefernstämmen und Fichtenzweigen gehört sie zu den Hauptarten, ebenso auf Lärchenästen. Auf *Populus tremula* z. B. wurde sie auf den Probeflächen überhaupt nicht festgestellt, dagegen etwas auf Steinen. — Nach NYLANDER auf Baumstämmen und Steinen.

C. aleurites (Ach.) Th. Fr. In Veikkola einmal, in Mittelösterbotten dreimal auf Rinde und trocknen rindenlosen Zweigen von Kiefer. Nach RÄSÄNEN (1919, S. 125) charakteristisch für Weissmoorkiefern.

Parmelia sulcata Tayl. Eine der wichtigsten Epiphytflechten der Birke, was Häufigkeit und Frequenz anbetrifft, wenn nicht gerade die wichtigste. Auch an sonstigen Laubholzarten in höherem Alter oft recht reichlich und häufig, z. B. auf älteren Erlen und Ebereschen fast immer, anzutreffen. Auch auf Fichtenzweigen

ist sie häufig, ebenso auf Lärchenzweigen. Ferner häufig an Wacholder und *Salix caprea*. Fehlt nur auf ganz vereinzelten Probeflächen völlig. — Nach NYLANDER auf Rinde und Ästen von Bäumen, selten auf Stein; nach VAINIO (3) an Salweide und Birke; nach NORRLIN (2) an Birke.

P. centrifuga (L.) Ach. Ausserhalb der Wälder eine der häufigsten Arten der Gebiete, tritt nur auf zwei Probeflächen auf Steinen auf. — Nach NYLANDER auf Granitfelsen.

P. olivacea (L.) Nyl. Eine der Hauptarten der Epiphytflechten auf den Untersuchungsgebieten. Kaum jemals fehlend und oft reichlich auf Birken- und Erlenrinde. Auch auf Fichtenzweigen recht häufig, aber schlechter entwickelt, ferner an Eberesche und auf Lärchenzweigen. — Nach NYLANDER auf Rinde, vornehmlich von Laubbäumen, auch auf Holz.

P. aspidota (Ach.) Th. Fr. In *Aconitum*-Hain von Sortavala an Erle und Birke. — Nach VAINIO (3) auf Rinde von *Populus* und *Alnus*.

P. subaurifera Nyl. Proben von 14 Probeflächen. Ähnlich wie *P. olivacea* auftretend, aber etwas spärlicher, besonders an Grauerle bisweilen reichlich. — Nach VAINIO (3) auf Rinde, besonders von Erle; bisweilen auch auf Holz. Nach NORRLIN (1) »an sämtlichen Erlen».

P. physodes (L.) Ach. Bildet deutlich den Hauptteil in der Epiphytenvegetation der Wälder der Untersuchungsgebiete und fehlt auf keiner einzigen Probefläche, was offenbar dadurch veranlasst ist, dass *P. physodes* am besten gerade an den Hauptholzarten, Kiefer, Fichte und Birke, fortkommt. Von diesen breitet sie sich auch nach allen übrigen, auf den Probeflächen anzutreffenden Holzarten und Steinen aus. Auf dem borkigen Stamme der Kiefer und dem der Birke bildet sie oft Flecken von sogar 20 cm Durchmesser. Bei den Fichten wächst sie vornehmlich an den Ästen und bildet oft eine zusammenhängende Decke darauf. Auf jungen Zweigen zu oberst in Krone und auf jungen Spitzenteilen der niederen Zweige ist sie klein, auf mehrjährigen Jahressprossen immer grösser und reichlicher. Deshalb sind alte, kümmerlich gewachsene oder bereits ausgewachsene dürre und halbdürre untere Äste bei den Fichten oft von einer üppigen *P. physodes*- u. a. Flechtenvegetation bedeckt. Fig. 2 beleuchtet die Grössenverhältnisse von

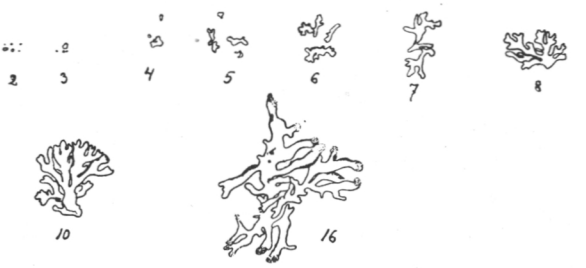


Fig. 2. *Parmelia physodes*-Individuen von maximaler Grösse auf verschieden alten Fichtenzweigen. Die Nummern geben das Alter an. $^2/_3$ Nat. Gr.

P. physodes auf verschieden alten Fichtensprossen auf einer Probefläche (vgl. NIENBURG, 1919).

P. vittata (Ach.) Bitter und *P. tubulosa* (Schaer.) Bitter, sind von *P. physodes* nicht mit der nötigen Genauigkeit unterschieden worden. Erstere wurde jedoch auf ein paar Probeflächen von Kiefer entnommen. Beide sind jedenfalls auf meinen Probeflächen spärlich vorkommende Arten.

P. ambigua (Wulf) Ach. Ist eine der häufigsten Waldflechten, die nur auf ganz wenigen Probeflächen fehlt. Wächst als Epiphyt besonders auf den Basen von Birken- und Kiefernstämmen. Sehr häufig auch auf Fichtenzweigen, ebenso an Erle, Eberesche, Wacholder und Lärche, gern auch auf abgestorbenen Baumstämmen. An Espe z. B. fand sich diese Art überhaupt nicht auf den Probeflächen. — Nach NYLANDER auf Holz und Rinde, besonders von Birke, selten auf Stein; nach NORRLIN (2) auf Holz und Rinde von Birke u. a., bisweilen auf Stein.

P. hyperopta Ach. Erinnert in ihrem Auftreten viel an die vorige, zieht sich jedoch noch weiter nach der Bodengrenze und noch mehr auf Kiefern oder gestürzte, rindenlose Stämme als die vorige. Ist etwas spärlicher und auf etwas weniger Probeflächen anzutreffen als jene.

Stereocaulon paschale (L.) Ach. Nur auf den trockensten Heidewaldböden auf ± mineralischem Boden spärlich und ausserdem auch auf frischeren Böden auf liegen gelassenen Brandkultur- und Waldbrandflächen auf normaler Bodenfläche im Anfang der Sukzession auftretend. In den meisten Fällen trat die Flechte auf den Probeflächen ausschliesslich auf Steinen auf. — Nach NYLANDER unter Moosen auf Felsen und auf dem Waldboden, besonders in Kiefernwäldern, oft in dichten ausgedehnten Rasen. Selten völliger Steinbewohner, dann meistens schwach entwickelt.

Lecania dimera (Nyl.) Th. Fr. Einmal auf einer Probefläche (Vesijako) auf Espenrinde. — Nach NYLANDER an Espe, nach VAINIO (1 u. 3) auf Espenrinde.

Lecanora umbrina (Ehrh.) Mass. *fo. populina* Vain. Auf Rinde von *Salix caprea* in Vesijako.

L. allophana (Ach.) Vain. Tritt auf einigen Probeflächen in der Gegend von Sortavala und auf einer in Mittelösterbotten auf. Hauptstandort ist Rinde von *Populus tremula*. Einmal an *Ulmus* und einmal an *Sorbus aucuparia*. — Nach NYLANDER auf Espenrinde, ebenso nach VAINIO (1, 2 u. 3).

L. coelocarpa Ach. Sehr häufig. In biologischer Beziehung deshalb interessant, weil sie keine Laubbäume mit fester Rinde auf-

sucht (Erle, Eberesche u. a.), sondern am besten auf Birkenrinde fortkommt, überdies oft an Nadelbäumen, besonders an Fichten, reichlich. In Punkaharju findet sie sich an *Pinus cembra* cop., ebenso auf der Rinde von dürren Ästen junger *Pinus silvestris*. Auch auf *Larix*-Rinde ist sie in Punkaharju reichlich. An alten Kiefern und Lärchen wurde diese Art nicht mehr festgestellt. Nur einmal trat sie auf Erlenrinde auf. — Nach NYLANDER auf Birkenrinde, häufiger auf altem Holz; nach VAINIO (1) auf Zäunen; (2) auf Zäunen und Scheunenwänden; (3) auf Zäunen, Holzwänden und Baumzweigen.

L. chlarona Ach. An Grauerle, Birke (besonders auf der Jugendrinde) und an Eberesche eine der häufigsten Rindenflechten. Einzelne Male an Wacholder, Fichte und Lärche. — Nach NYLANDER auf Erlenrinde, selten auf deren Holz; nach VAINIO (3) auf Rinde von Laub- und Nadelbäumen; nach NORRLIN (2) auf Rinde von Laubbäumen, besonders Erle.

L. carpinea (L.) Vain. (= *L. angulosa* Ach.) Gehört zu den häufigsten und am reichlichsten vorkommenden Krustenflechten in allen Untersuchungsgebieten. Hauptstandort ist die Rinde von *Alnus incana*. Überdies tritt sie an *Populus tremula* und auf der Jugendrinde von Birke auf. In Punkaharju war sie auch reichlich auf den Stämmen von junger *Abies pichta*. — Nach VAINIO (2 und 3, unter der Bezeichnung *angulosa* Ach. Nyl.) besonders an Erlen.

L. distans Ach. Auf 4 Probeflächen. Nur auf Rinde von *Populus tremula*. — Nach NYLANDER besonders auf Espenrinde; ebenso nach VAINIO (1, 2 u. 3).

L. cateilea (Ach.) Nyl. Die Art ist (incl. *fo. carneoalbicans* Vain.) häufig auf Rinde von *Alnus incana*, und zwar oft sehr reichlich. Trat einmal auch an Eberesche auf, einmal an Birke. — Nach VAINIO (3) an Eberesche, Erle und Birke. — Auf Jugendrinde von Birke begegnete überdies einmal *fo. pallido-testacea* Vain., die nach VAINIO (3) hauptsächlich auf Rinde von *Salix*, dazu auch an *Populus* und *Alnus* wächst.

L. varia (Ehrh.) Nyl. *fo. hypothetica* Nyl. Einmal (Kälviä) auf Erlenrinde. — Nach VAINIO (3) auf Holz und Rinde (unter dem Namen *subvaria* Nyl.).

L. subintricata Nyl. Auf dürren, rindenlosen Ästen und auf Borke von Kiefer ein paarmal, einmal an Wacholder. — Nach VAINIO (1) auf Zäunen, Wänden und Fichtenzweigen, (2) auf Zäunen, Wänden, bisweilen auch auf Kiefernrinde; nach NORRLIN (2) auf abgestorbenen Kiefern-, Espen- und Wacholderzweigen.

L. glaucella Nyl. Einmal (Kälviä) an Erle. — Nach VAINIO (2) auf Kiefernrinde; (3) auf Holz.

Ochrolechia subtartarea Nyl. Auf 6 Probeflächen in Karelien und Mittelösterbotten. Auf Kiefernborke, auf dürren, unteren Ästen der Fichte, bisweilen auch auf Stamm von Birke und Grauerle; meist steril. — Nach VAINIO (2) besonders auf gestürzten, morschen Baumskeletten in Wäldern; (3) auf morschem Holz und auf Moos; nach NORRLIN (3) an Birke.

O. pallescens (L.) Schaer. *var. parella* (L.) Th. Fr. In Mittelösterbotten oft auf dürren, unteren Zweigen der Fichte, ziemlich oft auch cfr. Erinnert in ihrem Auftreten besonders an *Mycoblastus sanguinarius*. — Nach VAINIO (3) in Fichtenwäldern und Brüchen auf Fichten- und Birkenrinde.

O. pallescens (L.) Schaer. *var. tumidula* (Pers.) Th. Fr. Einmal (in Sievi) auf Espenrinde.

Ichmadophila ericetorum (L.) A. Zahlbr. (= *I. aeruginosa* Trev.). Auf wenigen Probeflächen auf morschem Holz an ± anmoorigen Stellen. — Nach NYLANDER an feuchten Stellen auf Moos (besonders auf *Sphagna)*, auf morschem Holz und auf dem Erdboden im Walde; nach NORRLIN (2) an feuchten, anmoorigen Stellen auf Holz und Moosen, in Lappland auf Heiden.

Phlyctis argena (Flk.) Körb. Auf Fichtenrinde (Suojärvi und Vesijako), einmal (Raivola) auf Ebereschenrinde. — Nach NYLANDER besonders auf Espenrinde.

Varicellaria Kemensis Räs. Einmal (Suojärvi Loimola) an Fichtenzweig.

Pertusaria amara (Ach.) Nyl. Auf 13 Probeflächen. Hauptstandort ist Birkenrinde. Einigemale tritt diese Art auch auf Erlenrinde und Fichtenzweigen auf, einmal an Espe. — Nach VAINIO (2) auf Seitenwänden von Felsen sowie auf Rinde von Eberesche, Erle, Birke und Espe.

P. multipunctata (Turn.) Nyl. Einmal (Vesijako) unten auf der Rinde einer abgestorbenen Erle. — Nach VAINIO (2) auf Rinde von *Betula, Alnus, Salix caprea, Sorbus.*

P. leioplaca (Ach.) Schaer. *var. laevigata* Th. Fr. Auf drei Probeflächen auf Rinde von Erle und Eberesche.

P. leioplaca (Ach.) Schaer. *var. octospora* Nyl. Einmal in der Gegend von Sortavala an Erle.

P. carneopallida (Nyl.) Anzi. Auf 8 Probeflächen. Hauptstandort Erlen- und Birkenrinde; einmal (Punkaharju) auch auf Ebereschenrinde. — Nach VAINIO (2) auf Erlenbasen, bisweilen an Eberesche und Birke; nach NORRLIN (2) an Erle, Birke u. a.

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. Auf meinen Probeflächen nur einmal (Suistamo, Loimola, OMT) auf Stamm von *Populus tremula* (eine grellgelbe Form mit schmalen Thalluslappen).

Placodium leucoleprosum Vain. An Birke auf 4 Probeflächen.

Pl. aurantiacum (Lichtf.) Hepp. In Kalajoki auf Espenrinde. — Nach NYLANDER besonders auf Espenrinde, ebenso nach VAINIO (3).

Pl. gilvum (Hoffm.) Vain. (= *Lecanora cerina* Ach.). In der Gegend von Sortavala und in Vesijako auf Espenrinde.

Pl. cerinum (Ehrh.) Vain. (= *Lecanora pyracea* Nyl.). Gegend von Sortavala auf Espenrinde. — Nach NYLANDER besonders auf Espenrinde, nach NORRLIN (2) an *Salix* und Espe.

Pl. cerinellum (Nyl.) Vain. In Vesijako und Sievi auf Espenrinde.

Physcia aipolia (Ach.) Nyl. Charakteristisch für Espe, wo sie auf den Probeflächen als *var. anthelina* (Ach.) Vain. (auf 4 Probeflächen) und als *var. angustata* (Nyl.) Vain. (auf 2 Probeflächen) auftritt sowie als *var. alnophila* Vain., die zweimal an Espe, einmal an Erle und einmal an *Salix caprea* vorkam. — Nach VAINIO (2) besonders an Espe, auch an *Salix caprea* und auf Felsen; (3) auf Espenrinde, auch an Eberesche; nach NORRLIN (2) an Espe, auch an Erle.

Ph. obscura (Ehrh.) Nyl. *fo. ciliata* (Hoffm.) Lynge. An Espe auf 4 Probeflächen. — Nach VAINIO (3, unter der Bezeichnung *Ph. ulothrix* Ach. Nyl.) auf Espenrinde, einmal an Eberesche.

Ph. grisea (Lam.) A. Zahlbr. Einmal (Kirjavalahti bei Sortavala) an Eberesche.

Rhinodina sophodes (Ach.) Th. Fr. Einmal (Kälviä) an Erle. — Nach VAINIO (3) auf Ebereschenrinde; nach NORRLIN (2) an Erlen und Birken.

Buellia disciformis (Fr.) Deichm. Br. Ist mit ihren zahlreichen Formen auf den Untersuchungsgebieten die häufigste und reichlichste auf Laubholzrinde auftretende Krustenflechte. Hauptstandort ist die Rinde von *Alnus incana*, wo besonders *var. minor* Fr. *fo. microcarpa* (Körb.) Vain. auftritt. Dieselbe Variante findet sich auf mehreren Probeflächen auch an *Sorbus aucuparia* und *Betula alba* auf schwarzer Jugendrinde, nur einmal an Espe; auch an junger *Pinus cembra* und junger *Abies pichta* in Punkaharju. Seltener ist *var. major* (De Not), die an Erle und auf Jugendrinde von Birke auftritt (nach VAINIO, 3, an *Salix* und *Sorbus*). *Var. leptocline* Nyl. ist ebenfalls häufig, tritt aber besonders an Birke auf, ein paarmal auch an Grauerle (nach VAINIO, 3, an *Salix* und *Sorbus*). Weiterhin sei genannt *var. insignis* (Naeg.) *fo. corticola* (Körb.) auf Birkenrinde (Raivola), von *Larix sibirica* (Punkaharju).

B. triphragmia (Nyl.) Th. Fr. Einmal (Korpiselkä) an Birke. — Nach VAINIO (3) an Eberesche und Espe.

B. Schaereri De Not. Auf Fichtenrinde in Kalajoki sowie reichlich auf Borke von *Larix sibirica* in Raivola.

Peltidaea aphthosa (L.) Ach. Eine der häufigsten und wichtigsten Waldflechten auf den Untersuchungsgebieten, auf mehreren Dutzend Probeflächen. Am liebsten wächst sie auf ziemlich trockenen Heidewaldböden (VT), ziemlich gern auch auf trockenen Waldböden (CT) auf normaler Bodenfläche, ist aber auch recht häufig auf frischen Waldböden (MT, OMT) besonders auf Steinen und anderen Erhöhungen. Auf einigen (VT) Probeflächen ist die Frequenz 3, sogar einmal 5, gewöhnlich jedoch nur 1—2. Die Art kommt auch ziemlich gut unter Hylocomiaceen fort. — Nach NYLANDER auf Moosdecke.

Peltigera malacea (Ach.) Fr. Auf sechs Probeflächen auf trockenen und auch auf frischen Heiden auf dem Boden und auf Steinen spärlich. — Nach NYLANDER in felsigen Wäldern unter Moosen.

P. canina (L.) Hoffm. Die häufigste *Peltigera*-Art, die sowohl auf trockenen als auch auf ziemlich frischen und frischen Waldböden auf der Erdfläche, mit Vorliebe u. a. an Feuerstellen, an Steinen, Stubben und Basen von Bäumen, besonders Espen, somit sowohl auf Mineral- als auch besonders auf Humusgrundlage, auftritt. Die Frequenz immer niedrig, unter 1. — Nach NYLANDER auf Moos auf dem Boden, auf Steinen und an Baumbasen.

P. polydactyla (Neck.) Hoffm. Auf dem Boden, auf Stein und an Baumbasis auf 7 Probeflächen. — Nach NYLANDER auf bemoostem Boden und an Baumbasen.

Nephroma arcticum (L.) Tuck. Nur in Mittelösterbotten auf einer Probefläche in auf Felsen gelegenem Kiefernbestand in ausgedehnten Flecken. — Nach NYLANDER auf alten Moosen und Flechten auf dem Boden oder auf moosbedeckten Felsen. — Besonders häufige Waldflechte in Nord-Finnland.

Nephromium tomentosum (Hoffm.) Nyl. Auf 6 Probeflächen. An *Salix caprea*, Ebereschenstämmen, Fichtenzweigen und auf Steinen. — Nach NYLANDER an den bemoosten Seiten von Steinen und an Baumbasen; nach VAINIO (3) an Baumstämmen.

N. laevigatum (Ach.) Nyl. Auf 10 Probeflächen. Am häufigsten auf Rinde von *Sorbus aucuparia*, einzelne Male an Wacholder, Espe, Fichtenzweigen, Erle, Birke und einmal auf Stein. — Nach NYLANDER an denselben Stellen wie die vorige; nach VAINIO (1) auf Wacholderrinde, (3) auf Rinde von *Salix caprea* und *Juniperus*, mitunter auch an Birkenstamm und auf schattigem Stein.

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. *var. isidiosa* A. Zahlbr. Auf zwei Probeflächen an alter, holzartiger *Sorbus aucuparia*. Oft an *Salix caprea* gesehen.

Pannaria pezizoides (Web.) Leight. (= *P. brunnea* Sw. Th. Fr.) Nur auf 5 Probeflächen. In ziemlich frischen Wäldern besonders auf humusbedeckten Bodensteinen, einmal an umgefallener, morscher Erle, einmal an Wacholderbasis. In Niemiskoski (Kirchsp. Sortavala) begegnete *var. coronata* Ach. — Nach NYLANDER auf dem Boden auf alten Moosen und auf morschem Holz; nach VAINIO (3) auf verfaultem Moos, auf Humusboden und auf morschem Holz, auf schattigen Felsen und vor allem am Grunde von Felsenwänden und auf Ufern.

Leptogium saturninum (Dicks.) Nyl. Gehört zu den häufigen Epiphytflechten der Untersuchungsgebiete. Ihr charakteristischer Standort ist der Stamm von *Populus tremula*, besonders der Unterteil, bisweilen hoch hinauf. Einmal auch auf Rinde von *Sorbus aucuparia*. — Nach NYLANDER an Baum-, besonders Espenstämmen; nach VAINIO (2) an Espen, *Salix caprea* und Felsenwand; (3) auf Espenrinde; nach NORRLIN (1) auf Moosen an der Seite von Felsen.

Cladonia uncialis (L.) Web. Auf nur wenigen Probeflächen, auf trockenen Heidewaldböden, auf Steinen usw., bisweilen ziemlich reichlich gefunden. *Fo. turgescens* Del. tritt in Kalajoki auf einer CClT Heide-Probefläche auf. — NYLANDER: mit *Cl. rangiferina*.

Cl. alpestris (L.) Rabenh. Die anspruchsloseste *Cladina*-Art. Kommt auf den allerdürftigsten und trockensten Heiden auf normaler Bodenfläche oft in grosse Flächen bedeckenden Teppichen vor, überdies auch an weniger trockenen Stellen auf Steinen, Baumstümpfen usw.

Cl. silvatica (L.) Rabenh. Sehr häufig auf trockenen Heidewaldböden auf normaler Bodenfläche, wo sie oft massenweise auftritt. Auf weniger trockenen Heiden kommt sie ausschliesslich auf Steinen, Baumstümpfen, umgefallenen Baumleichen usw. vor. Ein wenig anspruchsvoller als die vorige Art.

Cl. rangiferina (L.) Rabenh. Neben *Cl. silvatica* die wichtigste von den auf Waldboden auftretenden Flechtenarten der Untersuchungsgebiete. Kommt in ausgedehnten Teppichen auf trockenen Heideböden vor (in C- und ClT-, weniger in VT-Siedelungen). Ist von den *Cladina*-Arten die anspruchsvollste. Demgemäss kann man beobachten, wie z. B. Karte Fig. 3 zeigt, dass diese Art auf den dürftigsten Sandheiden deutlich unter den Bäumen, wo es mehr Humus gibt, reichlicher als in den Zwischenräumen vorkommt. Auf dem Sand an letzterwähnten Stellen dominiert *Cl. alpestris* mit *Cl. silvatica*

ziemlich reichlich untermischt. In den Siedelungen ziemlich trockenen und frischen Bodens (VT und MT) kommt diese Art meistens reichlicher als *Cl. silvatica* und besonders *Cl. alpestris* auf Steinen,

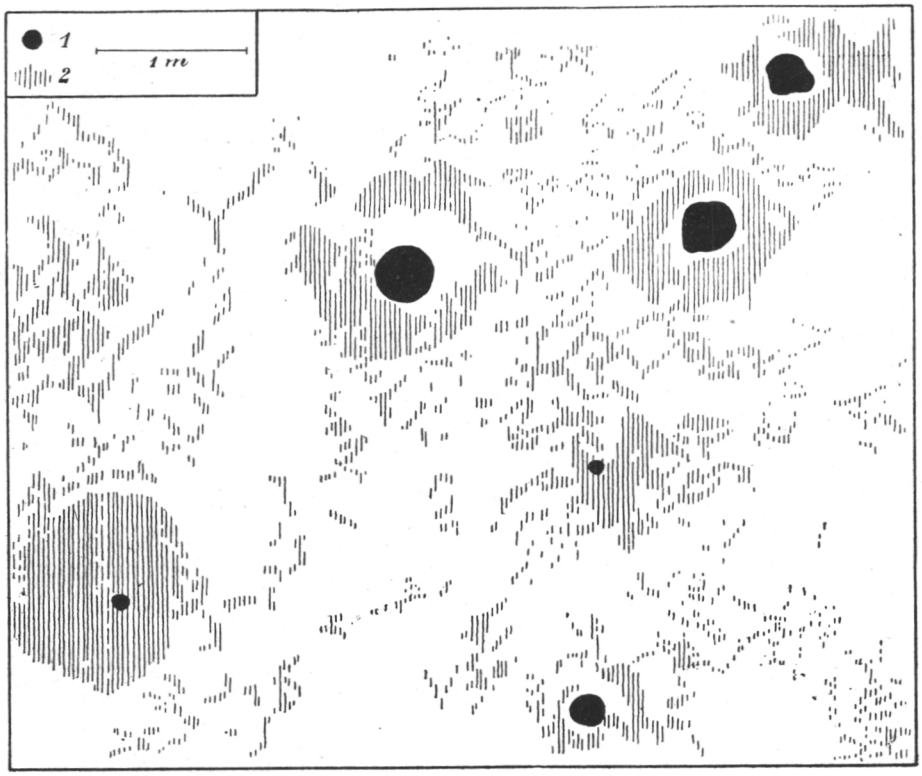


Fig. 3. Anhäufung von *Cladina rangiferina* unter Kiefern. Sehr trockener Heidewaldboden (CClT) in Kalajoki. 1-*Pinus silvestris*, 2-*Cladina rangiferina*. In den unschraffierten Zwischenräumen dominieren *Cladina silvatica* und *Cl. alpestris*.

Basalbülten, Baumstümpfen, umgefallenen Baumstämmen usw. vor. Bei Waldbränden und auf Hiebsflächen gehen die Waldflechten, vor allem auch die *Cladina*-Arten, gänzlich mit den Waldmoosen zugrunde; die *Cladina*-Rasen werden jedoch früher als die *Pleurozium*-Rasen regeneriert (s. Teil I B, S. 28, Fig. 11). Die Cladinen haben ähnlich wie die wichtigsten Heidemoose das Vermögen, unbegrenzt in den Spitzenteilen des Thallus zu wachsen, während die Basalteile gleichzeitig absterben und verfaulen. Die Cladinen sind denn auch gar nicht auf dem Boden befestigt und sind sehr wenig unmittelbar davon abhängig.

Cl. coccifera (L.) Zopf. *var. stemmatina* Ach. Auf trockenen Heiden auf normaler Bodenfläche, wenn auch weniger häufig und

nur spärlich. Häufig und reichlich dagegen auf verbrannten Heiden auf der normalen Bodenfläche. Gern auf Steinen, sehr selten auf morschem Holz. Einmal (Korpiselkä) auf morschem Holze *var. pleurota* (Flk.) Schaer.

Cl. deformis Hoffm. Eine der wichtigsten Flechtenarten der Untersuchungsgebiete. Recht häufig auf trockenen und ziemlich trockenen Heiden auf dem Boden, auf morschem Holz und auf Basalbülten der Bäume; auf Brandflächen auf normaler Bodenfläche reichlich. — Nach NYLANDER auf sterilem Boden; nach VAINIO (3) besonders auf trockenen verbrannten Heiden, unter Heidekraut, auf gebrannten Moorböden, oft reichlich.

Cl. digitata Schaer. *var. monstrosa* (Ach.) Vain. Besonders häufig auf allen Untersuchungsgebieten. Die Art ist charakteristisch für Kiefernbasen, für morsche Stubben und gestürzte Baumskelette. Weniger reichlich als *Cl. deformis* auf verbranntem Waldboden. Auch auf den Basalbülten der alten Lärchen in Raivola ist diese die wichtigste Flechtenart.

Cl. Floerkeana (Fr.) Smrft. *var. chloroides* (Flk.) Vain. Auf Waldbrandflächen auf dem Boden wachsend, mitunter sehr reichlich. — Nach VAINIO (2) auf Felsen.

Cl. carneola Fr. Auf trockener (Nadel-)Abfalldecke, besonders auf Kiefernbase, einmal (Kalajoki) auch auf morschen Baumstümpfen, einmal (Kälviä) auf Stein. Überhaupt spärlich und selten, nur auf 8 Probeflächen. — Nach NYLANDER auf dem Boden und auf morschem Holz; nach VAINIO (1) unter Moosen auf Stein; (3) auf Stein unter Moosen in Kiefernwald.

Cl. botrytes (Hagen) Willd. Auf vereinzelten Probeflächen auf morschem Holz und besonders auf der Schnittfläche von Kiefernstümpfen; auf Brand- und bes. Hiebsflächen auch auf dem Boden. In Ausnahmefällen auch an der Baumbasis auf Nadelstreu und auf Rinde. — Nach NYLANDER besonders auf morschen Nadelholzstümpfen.

Cl. bacilliformis (Nyl.) Vain. In den Ödländereien von Ladoga-Karelien mehrere (9) Male auf morschen Stubben und auf gestürzten Baumskeletten sowie auf rissiger Borke von alter Birke. Sonstwo selten (Raivola, Koli und Pyhäjärvi). In Kalajoki wurde einmal auf Fichtenbasis *var. scyphiphera* Norrl. gefunden. — Nach NYLANDER auf morschen Kiefernstümpfen; nach VAINIO (3) auf altem Holz, morschen Stümpfen, Zaun.

Cl. fimbriata (L.) Fr. Häufig und von besonderem Formenreichtum. Ausser an Kiefernbasen, auf gestürzten Baumskeletten und Baumstümpfen treten verschiedene Formen dieser Art häufiger als

andere *Cladonia*-Arten auch auf Basalbülten und Wurzelerhebungen von Fichten, Birken und Erlen, ebenso auch in üppigeren Siedelungen als die meisten anderen *Cladonia*-Arten auf. An alten, rissigrindigen Baumstämmen tritt sie weiter oben als die übrigen *Cladonia*-Arten auf. — Nach NYLANDER auf dem Boden und an Baumstämmen. — Von den zahlreichen Formen begegneten:

var. simplex (Weis.) Vain. *fo. minor* (Hag.) Vain. Häufigste Form.

var. apolepta (Ach.) Vain. fo. *coniocraea* (Flk.) Vain. Veikkola, Punkaharju, Vesijako und Mittelösterbotten.

var. subulata (L.) Vain. Veikkola, Loimola, Korpiselkä, Punkaharju.

var. radiata (Schreb.) Coem. Veikkola, Suojärvi, Kalajoki.

var. prolifera (Retz.) Man. In Kirjavalahti auf Fichtenstumpf cop.

Cl. pyxidata (L.) Fr. Recht häufige Art, von der zwei Variationen begegneten, und zwar *var. chlorophaea* Flk. und *var. neglecta* Flk., die sich in ökologischer Beziehung in gewissem Masse von einander unterscheiden, indem die erste am meisten Kiefernbasen, faules Holz u. ä., die letztere mineralreiche Wachstumsgrundlagen bevorzugt und u. a. auf Steinen auch in üppigen Wäldern, ferner auf dem Erdboden auf Waldbrand- und Brandkulturflächen auftritt.

Cl. cornuta (L.) Schaer. Besonders häufig in allen Untersuchungsgebieten. Auf ziemlich trockenen und trockenen Heiden auch auf dem Boden. Auf Hiebs- und Brandflächen an solchen Stellen eine der reichlichsten Arten. In ziemlich üppigen Wäldern eine der sich am besten haltenden Arten auf Steinen, Baumstümpfen u. a., weil sie die Konkurrenz der Hylocomiaceen einigermassen verträgt; am nächsten in der Weise von *Cl. gracilis* auftretend. — Nach NYLANDER mit *Cl. gracilis*.

Cl. gracilis (L.) Willd. *var. dilatata* (Hoffm.) Vain. Besonders häufig, auf trockenen Heiden und auf Brandflächen reichlich. Wächst auf normaler Bodenfläche, auf Bodensteinen und an Baumbasen. — Nach NYLANDER unter Moosen auf dem Boden, auf Steinen und auf faulem Holz in Waldgegenden.

Cl. verticillata Hoffm. Nur auf 3 Probeflächen. Weniger wichtig wegen ihrer Seltenheit und Spärlichkeit. Vornehmlich auf mineralischer Grundlage auf Steinen, reichlicher auf trockenen Brandheiden.

Cl. degenerans (Flk.) Spreng. Einmal in Reisjärvi auf VT-Heide auf Stein pc. — Nach NYLANDER auf dem Boden und auf Steinen.

Cl. cariosa (Ach.) Spreng. *fo. cribrosa* (Wallr.) Vain. Auf trokkener Brandheide auf einer Probefläche ziemlich reichlich (auf offenen, mit mineralischem Detritus bedeckten Felsen ziemlich häufig).

Cl. turgida (Ehrh.) Hoffm. Nur einmal auf einer Probefläche (Punkaharju) in 40 jährigem Kiefernwalde auf normaler Bodenfläche. Ausserhalb der Probeflächen einige Male auf der normalen Bodenfläche an gras- oder moosreichen, insbesondere felsigen Stellen beobachtet. — Nach NYLANDER unter Moos auf Steinen und am Boden.

Cl. crispata (Ach.) Flot. Auf den Brandheiden oft cop., tritt auf trockenem Boden auch in älteren Wäldern auf normaler Bodenfläche auf, besonders jedoch auf Basalbülten von Bäumen (Kiefern), auf Baumstümpfen und auf gestürzten Baumskeletten. Von der Art wurden drei Variationen gefunden, von denen *var. infundibulifera* (Schaer.) Vain. am häufigsten war, *var. divulsa* (Del.) Arn. auf zwei Probeflächen (Ruskeala und Korpiselkä) sowie *var. dilacerata* (Schaer.) Malbr. auf zwei (Veikkola und Suojärvi) — sämtliche an ähnlichen Stellen.

Cl. furcata (Huds.) Schrad. *var. pinnata* (Flk.) Vain. Ist ausser wegen ihrer Häufigkeit auch deshalb interessant, dass sie an frischeren und fruchtbareren Stellen auftritt als die übrigen angetroffenen *Cladonia*-Arten. Mit ihren reichlichen Phyllocladien vermag sie sich auch an schattigeren Stellen zu assimilieren. In üppigen Siedelungen tritt sie nur auf humusbedeckten Bodensteinen auf; auf trockneren Heiden fehlt sie dagegen beinahe völlig. — Eine andere Variation, *var. racemosa* (Hoffm.) Flk., tritt dagegen vornehmlich auf trockenen Heiden auf dem Boden auf, ebenso ist sie u. a. auf liegen gelassenen Brandkulturflächen, z. B. in Suojärvi, reichlich. — Nach NYLANDER auf dem Boden unter Heidekrautbeständen und in Wäldern.

Cl. delicata (Ehrh.) Flk. Auf Kiefernstumpf auf grauem Holz (Koli). — Nach NYLANDER auf morschen Baumstämmen, bes. von Eiche, und unter Moos.

Cl. cenotea (Ach.) Schaer. Eines der allerhäufigsten Halbepiphyten besonders auf Kiefernbasen, in allen Untersuchungsgebieten. Bisweilen klettert sie auf Borkenstamm einige Meter empor. Oft auch auf morschen Stubben, auf gestürzten Baumskeletten, auf Basalbülten der Lärche. Auf Brand- und Hiebsflächen breitet sie sich später reichlich auf der normalen Bodenfläche aus. — Nach NYLANDER auf morschem Holz und unter Moosen, seltener auf Felsen.

Bacidia atrogrisea (Hepp.) Vain. In Lärchenwald von Raivola einmal auf Ebereschenrinde.

B. arceutina (Ach.) Vain. Vesijako, auf 2 Probeflächen an Fichtenzweigen pc.

B. affinis (Zwackh.) Vain. *var. melanotica* (Nyl.) Vain. Auf Espenrinde zweimal, einmal auf Birkenrinde (Wasserscheidegegend

von Ladoga-Karelien). Überdies begegnete einmal an Wacholder (Kirjavalahti) var. *chlorocheiloides* Vain.

B. subacerina Vain. Raivola, im Lärchenforst auf Fichtenrinde.

B. minuscula Anzi *var. obscurior* Vain. Auf ein paar Probeflächen in Karelien (Suojärvi und Ruskeala) auf Birkenrinde.

B. umbrina (Ach.) Th. Fr. Proben wurden nur in Punkaharju auf dem grauen Holze unterer Kiefernzweige entnommen. — Nach NYLANDER besonders auf altem Holz und Zäunen.

Bilimbia sphaeroides (Dicks.) Th. Fr. Besonders an der Basis von Espe, aber auch von Fichte und Birke, wo sie ebensowie *Biatora vernalis*, auf Moosen und auf Rinde auftritt und auch in üppigen Wäldern fortkommt. Ausser der Hauptform ist *var. carnella* Vain. häufig. — Nach NYLANDER: auf bemooster Rinde.

B. obscurata (Smrft.) Th. Fr. *fo. microcarpa* Th. Fr. Einmal in Suojärvi an Espenbasis auf der Rinde, einmal in Kirjavalahti *fo. vernaliformis* Vain. auf Basis von Eberesche und *Ulmus* auf epiphyten Moosen.

B. epixanthoides (Nyl.) Kullh. *fo. microbola* (Nyl.) Vain. Einmal (Korpiselkä) auf Espenrinde. — Nach VAINIO (2) an Basis von morscher Espe und *Salix caprea;* (3) besonders auf alter Rinde an Basis von *Salix caprea* und Espe.

B. melaena (Nyl.) Arn. Vornehmlich auf Brandstümpfen der Kiefer, aber auch auf Nadelstreu an Kiefernbasis, wahrscheinlich nach allen Untersuchungsgebieten verbreitet (Proben von 11 Probeflächen, am reichlichsten in der Wasserscheidegegend von Ladoga-Karelien). Auch *fo. catillarioides* Vain. tritt in Suojärvi sowie in Vesijako auf, ferner *fo. decrustata* Vain. in Suojärvi auf faulem Holz. — Nach NYLANDER auf altem Holz und auf Humusboden; nach VAINIO (2) auf verkohlten Baumstümpfen; (3) auf faulem oder verbranntem Holz in ± frischen Wäldern, mitunter auch auf faulenden Moosen.

B. acclinis (Flot.) Vain. Auf einer Probefläche in Vesijako auf Rinde von Espe und *Salix caprea.* — Nach NYLANDER auf Ahlkirschbaum- und Espenrinde; nach VAINIO (2) auf Rinde von Espe, *Salix caprea*, Eberesche und *Viburnum opulus* (3).

Catillaria synothea (Ach.) Th. Fr. Auf Brandstubbe von Kiefer mit *Psora Friesii.* — Nach NYLANDER auf Holz, besonders Zimmerholz.

C. tricolor (With.) Th. Fr. Einmal in Kalajoki auf Fichtenrinde. — Nach NYLANDER auf Rinde (Kiefer, Fichte, Eiche), seltener auf Holz.

Lopadium pezizoideum (Ach.) Koerb. *var. disciforme* (Flot.) Koerb. Auf 2 Probeflächen an Fichte (Suojärvi und Vesijako). — Nach VAINIO (3) an Fichten in Brüchen.

Psora cladonioides (Fr.) Th. Fr. Auf zwei Probeflächen (Suojärvi und Koli) auf Brandstubbe von Kiefer auf Kohlen. — Nach VAINIO (3) auf verbrannten Stämmen (oft ster.).

Ps. Friesii (Ach.) Hellb. Einmal (Suojärvi) auf Brandstubbe mit der vorigen. — Nach NYLANDER auf alter Kiefernrinde und auf Holz; nach VAINIO (3) besonders auf verbrannten Stämmen; nach NORRLIN (2) auf altem Kiefernholz.

Ps. ostreata Hoffm. *var. vulgaris* Th. Fr. In allen Untersuchungsgebieten. Den hauptsächlichsten Standort bilden verbrannte Kiefernstümpfe und -basen. Auf unverbrannter Grundlage ist diese Art häufig und stellenweise recht reichlich auf Rinde von *Larix sibirica* in Raivola. — Nach NYLANDER auf (meist verbranntem) Kiefernholz und -rinde; nach NORRLIN (2) an alten Kiefernstämmen und -stümpfen, einigermassen auch auf angekohlter Birkenrinde.

Biatora epixanthoidiza (Nyl.) Räs. An europäischer Lärche in Punkaharju. — Nach VAINIO (1) an Eberesche; (3) auf Birkenrinde und morschem Holz, in Felsenkluft auf Moosen.

B. vernalis (L.) Fr. In allen Untersuchungsgebieten; an den Basen von Laubbäumen (Erle, Birke und Espe) und auf deren Stümpfen wachsend, besonders auf Moosen (*Brachythecium salebrosum* u. a.), die sie vernichtet (vgl. Teil I B, S. 21). — Nach NYLANDER auf alten Moosen, selten auf Rinde; nach NORRLIN (2) auf Moosen und auf alter *Salix*-Rinde.

B. vernalis (L.) Fr. * *helvola* Koerb. Einige Male an Fichtenbasis als Rindenepiphyt, selten auf der Rinde unterer Fichtenzweige. — Nach VAINIO (3) auf Fichtenrinde in Bruchwald.

B. albohyalina (Nyl.) Th. Fr. Im Lärchenforst von Raivola an Fichtenzweigen und -rinde. — Nach NYLANDER auf Erlen- und Espenrinde; nach VAINIO (1) auf Ebereschenrinde und an dürrem Birkenstamm; (2) an Erle und Eberesche.

B. albofuscescens (Nyl.) Arn. Besonders häufig in Ladoga-Karelien in Fichtendickichten an den Basen verkümmerter Fichten; auf ähnlichem Standort in Mittelösterbotten. — Nach VAINIO (2) an den Fichten der Brüche in unbebauten Waldgebieten; (3) auf Fichtenrinde; nach NORRLIN (3) in frischem Walde auf der Rinde jüngerer Fichten.

B. granulosa (Ehrh.) Poetsch. Auf Brandheide auf dem Boden cop. — Nach NORRLIN (2) [= *decolorans* (Hoffm.) Flk.] auf Heideboden.

B. uliginosa (Schrad.) Fr. Auf Brandheiden bisweilen den grössten Teil der Bodenfläche mit der einigermassen spärlicher auftretenden *B. granulosa* zusammen bedeckend. — Nach NYLANDER auf Humus-

und Torfboden; nach VAINIO (2) auf Humuserde auf Felsen; (3) auf humusbedecktem Boden; nach NORRLIN (2) besonders auf Heideboden.

B. leprodea (Nyl.) Räs. Häufig in Veikkola und Ladoga-Karelien auf unterem Kiefernstamm, auch charakteristisch für Birken- und Wacholderrinde. — Nach VAINIO (1 u. 2) an Wacholder; (3) auf Wacholder- und Birkenrinde.

B. hypopta (Ach.) Räs. Einmal auf Fichtenrinde (Kalajoki). — Nach VAINIO (3) an feuchten Stellen auf altem Holz; nach NORRLIN (2) auf altem Holz.

B. obscurella (Smrft.) Räs. *fo. heterella* Nyl. Oft auf Kiefernrinde, einmal an *Larix*. — Nach VAINIO (3) auf Kiefern- und Fichtenrinde und an grauholzigen Ästen.

B. obscurella (Smrft.) Räs. *fo. heterella* Nyl. * *fo. obscurata* Vain. Zweimal auf Kiefernrinde; auch an Fichte und Birke. — Nach VAINIO (3) auf Rinde und Holz von Kiefer und Fichte.

B. erythrophaea (Flk.) Th. Fr. Auf der Rinde von Espen-, Erlen- und Birkenbasen in den östlichen Gebieten. — Nach VAINIO (3) auf Ebereschen-, Espen- und *Salix caprea*-Rinde.

B. turgidula (Fr.) Nyl. *fo. endopella* Leight. Häufig auf Lärchenrinde in Raivola. Nach NYLANDER (nicht *fo.*) auf Rinde und Holz (auch faulem) von Kiefer; nach VAINIO (2) (nicht *fo.*) auf Kiefernborke und harzigen Kiefernstümpfen; (3) auf Zimmerholz und Wänden; nach NORRLIN (2) (nicht *fo.*) an Wacholder.

B. quernea (Dicks). Fr. Einmal (Sortavala, Niemiskoski) auf Fichtenrinde.

B. quercicola (Nyl.) *fo. cyanocalypta* Vain. Einmal auf Wacholderrinde.

B. sylvana Koerb. Auf Birkenrinde in Vesijako und Pyhäjärvi—Mittelösterbotten.

B. symmictera (Nyl.) Räs. Ist eines der allerhäufigsten Rindenepiphyten, Hauptfundort ist Erlenrinde (auch *fo. alnicola* Vain. wurde ziemlich oft gefunden), seltener fand sich diese Art auch an Birke, Fichte, Lärche, *Abies pichta*, *Pinus cembra* (an jungen Indiv.), an Kiefer (junge Indiv.) und Wacholder, immer nur auf ± fester Rinde. — Nach NYLANDER auf glatter Rinde; nach NORRLIN (2) an Kiefer und an Laubbäumen.

B. fuscescens (Smrft.) Fr. Auf Jugendrinde von Birke zweimal, einmal an Wacholder. — Nach NYLANDER auf Birkenrinde; nach VAINIO (2) (als *Lecanora fusc.)* auf Wacholderrinde; (3) auf Rinde, besonders von *Betula nana;* nach NORRLIN (2) auf Rinde von *Sorbus*, *Salix*, *Betula nana* u. a., reichlich vor allem an kleineren, abgestorbenen rindenbedeckten Kiefernästen.

Mycoblastus sanguinarius (L.) Th. Fr. *fo. endorhoda* (Th. Fr.) Vain. Ist eine der allerhäufigsten epiphyten Krustenflechten in allen Untersuchungsgebieten. Z. B. in Ladoga-Karelien kommt es sehr häufig auf Stämmen von Kiefern, auf Baumstümpfen und Baumskeletten, dazu auch auf Birkenstämmen und auf dürren unteren Fichtenästen vor.

Lecidea glomerulosa DC. Hauptsächlichster Standort ist Espenrinde (Ladoga-Karelien und Sievi). Daneben auch an Erle und Eberesche. — Nach VAINIO (3; *fo. achrista* Smrft.) nur auf Espenrinde; nach NORRLIN (1) an Espe.

L. macrocarpa (DC.) Th. Fr. *var. meiosporella* Vain. Auf Granit (Suojärvi). — Nach VAINIO (3) auf Steinen.

L. plebeja Nyl. Einmal auf Birkenrinde (Vesijako). — Nach VAINIO (3) auf dem Holze von Fichtenwurzeln, -stämmen und -ästen; nach NORRLIN (2) auf altem Kiefernholz.

Biatorella moriformis (Ach.) Th. Fr. [= *B. improvisa* (Nyl.) Almqv.]. Auf 4 Probeflächen auf dem grauen Holze von Brandstubben und rindenlosen, dürren Bäumen in den ostfinnischen Gebieten. — Nach NYLANDER auf Kiefernholz und -rinde; nach VAINIO (1 u. 2) auf Zäunen, Holz und Rinde besonders von Kiefer, bisweilen an Fichte und Espe. Nach NORRLIN (2) auf Kiefernholz und Erlenrinde.

B. moriformis (Ach.) Th. Fr. *var. extensa* Vain. Koli, Iso-Korppi, auf trockener Heide auf Brandstubbe. — Nach VAINIO (1) auf Holz und Zäunen reichlich; (3) besonders an den verdorrten Ästen alter Kiefern.

B. difformis (Fr.) Vain. Einmal (Suojärvi) auf Fichtenharz. Nach VAINIO (3) auf Fichten- und Kiefernrinde und harzigem Holz.

Gyalecta pallida Pers. Einmal (Suojärvi) auf Fichtenstumpf mit *Trentepohlia*-Gonidien. — Nach NYLANDER auf altem Kiefernholz.

Xylographa parallela (Ach.) Fr. Auf drei Probeflächen auf grauem Holz. — Nach VAINIO (2) auf morschem Zimmerholz.

Arthonia radiata (Pers.) Th. Fr. *fo. angustata* Vain. Über alle Gebiete verbreitet, Proben von 10 Probeflächen von Rinde von *Sorbus aucuparia* und *Alnus incana;* einmal (Pyhäjärvi) auch auf Jugendrinde von Birke. — Nach VAINIO (3) auf Ebereschen- und Birkenrinde; nach NORRLIN (1) auf Rinde von Acer; (2) auf Rinde von Eberesche; (3) an Espe.

A. exilis (Flk.) Vain. *var. dispunctata* (Nyl.) Vain. Auf Rinde von Grauerle (Ruskeala), auf Ebereschenrinde in Punkaharju. — Nach VAINIO (3) auf Rinde von Eberesche und *Daphne.*

A. scandinavica (Th. Fr.) Nyl. Beachtenswert häufig in Ladoga-Karelien; in Mittelösterbotten auf ein paar Probeflächen; von Punka-

harju und Raivola dagegen keine Proben. Tritt nur auf Fichtenrinde auf. — Nach VAINIO (1, 2 u. 3) auf Fichtenrinde.

A. fusispora (Th. Fr.) Almqv. (? sp. non evanesc.). In Vesijako auf Fichtenrinde.

Opegrapha varia Pers. Einmal auf *Ulmus montana*-, einmal auf Erlenrinde. — Nach NYLANDER auf der Rinde verschiedener Holzarten *(Quercus, Fraxinus, Betula* usw.).

Graphis scripta Ach. Ziemlich selten (auf 5 Probeflächen besonders in der Sortavala-Gegend) auf Rinde von *Alnus incana, A. glutinosa* und *Sorbus aucuparia.* — Nach NYLANDER besonders auf glatten Rinden *(Alnus, Corylus, Sorbus).*

Trachylia tympanella (Ach.) Nyl. Zweimal auf Brandstubbe von Kiefer in Suojärvi und Korpiselkä. — Nach NYLANDER auf Kiefernholz und -rinde; nach VAINIO (1) auf einer Wiese an Holzwand; (3) *fo. minor* Norrl. auf Fichtenholz und -rinde, einmal an der Seite eines Steines; nach NORRLIN (2) an abgestorbenen Fichtenästen (Hauptform seltener als *var. minor).*

Calicium chrysocephalum Ach. Auf Fichtenrinde auf 5 Probeflächen, einmal auf *Larix.* — Nach NYLANDER besonders auf Kiefernholz und -rinde; nach NORRLIN (2) an Fichten; (3) auf Fichten- und Kiefernrinde und Kiefernholz.

C. phaeocephalum Borr. Einmal auf dem grauen Holz von rindenloser, verdorrter Kiefer, einmal an Lärchenstamm. — Nach NYLANDER auf Nadelholz, selten auf der Rinde; nach NORRLIN (2 u. 3) an Fichten.

C. trichiale Ach. In Raivola und Punkaharju häufig an *Larix*-Stämmen. In Sievi (Mittelösterbotten) fand sich auf morscher Stubbe auf grauem Holz *fo. epruinosa* Räs. (stipites et capitula epruinosae). — Nach NYLANDER auf Kiefernholz und -rinde; nach VAINIO (3) auf Fichtenrinde.

C. stemoneum Ach. In Raivola auf *Larix*-Borke. — Nach NYLANDER auf Rinde und Holz.

C. melanophaeum Ach. In Suojärvi einmal auf Brandstubbe von Kiefer. — Nach NYLANDER auf Kiefernrinde und -holz; nach VAINIO (3) auf morschem Holz; nach NORRLIN (3) häufig auf alten, harten Kiefernstubben.

C. viride Pers. (= *hyperellum* Ach.). Von dieser Art traten auf den Probeflächen zwei Formen auf, *fo. subathallina* Vain. und *var. abbrevians* Vain., von denen die erstere besonders auf Fichtenrinde (ebenso nach VAINIO, 3) sowie auf Lärche häufig, die letztere auf denselben Holzarten seltener. *C. viride* ist besonders reichlich an den Lärchen in Raivola. Auch von grauem und verbranntem Holze

stammen Proben. — Nach NYLANDER besonders auf Holz und Rinde von Nadelbäumen; nach NORRLIN (1) an abgestorbenen Fichtenästen, auch an Kiefer, Birke und Steinen.

C. trabinellum Ach. Auf ein paar Probeflächen in Suojärvi auf rindenloser, verdorrter Kiefer. Nach NORRLIN (2) auf Kiefernstümpfen, auch auf Birkenholz.

C. glaucellum Ach. (= *C. curtum* Turn. et Borr.). Auf Kiefernborke auf allen Gebieten. — Nach NYLANDER auf Nadelbaumholz und -rinde; nach VAINIO (2) auf Stubben, Zäunen und Kiefernrinde, (3) auf Fichtenrinde.

C. minutum Koerb. Einmal an rindenlosem, dürrem Baume.

C. subtile Pers. (= *C. pusillum* Flk.). Zweimal in Korpiselkä auf dem grauen Holze von verdorrter, rindenloser Kiefer.

Coniocybe furfuracea Ach. Auf zwei Probeflächen; findet sich auf Birken-, Erlen- und Fichtenrinde in schattigen Krypten zwischen den Wurzeln. — Nach NYLANDER an schattigen Stellen auf Baumwurzeln, auf dem Boden, auf Wurzeln und unten an Felsen; nach VAINIO (1) auf morschen Erlenwurzeln; (3) auf dem Boden und auf trocknen, dünnen Wurzeln gefällter Fichten in Brüchen und auch in Hainen, einmal in Felsenhöhlung auf altem Moos; nach NORRLIN (2) an bemoosten Stellen.

Campylacia epidermidis (Ach.) Vain. *fo. vulgaris* Vain. Besonders häufig und reichlich auf Birkenrinde, ebenso nach NYLANDER, VAINIO, NORRLIN.

Metasphaeria rhyponta (Ach.) Vain. *var. submaculans* Vain. Einmal (Kälviä—Peitso) auf Grauerlenrinde. — Nach NYLANDER, VAINIO und NORRLIN auf mehreren glattrindigen Laubholzarten.

Das Vorkommen der Flechtenarten bestimmende Faktoren.

Über einige spezielle ökologisch-biologische Eigenschaften der Flechten.

Der Bau der Flechten ist, verglichen mit dem der Moose und Gefässpflanzen, primitiv und von besonderer Art. Der Unterschied in dieser Beziehung ist so gross, dass sich die Flechten auf Grund desselben, wie die Moose oder die Gefässpflanzen ihrerseits, schroff als ein selbständiges, ökologisch-biologisches Ganzes von der übrigen Waldvegetation abheben.

Der Zusammenhang der Flechten mit der Wachstumsgrundlage ist bei den einzelnen Arten verschieden. In keinem Falle stehen die Flechten mit den tieferen Schichten der Wachstumsgrundlage im gleichen Grade wie die Gefässpflanzen und verschiedene Moose in Verbindung. Die Festhaftung der Flechten auf der Wachstumsgrundlage geschieht mit Hilfe von hierzu geeigneten, vom Flechtenpilz gebildeten Haftfasern (siehe z. B. Galløe 1908, S. 295 u. a.). Durch Ausscheidung von Säuren vermögen die Flechtenpilzhyphen z. B. einen als Wachstumsgrundlage dienenden Stein zu lösen und so in den Stein einzudringen. Die Hyphen einiger Kalksteinflechten bohren sich über 2 cm in den Stein ein (vgl. Tobler 1925, S. 127—130). Auch die Algenzellen sind hierzu durch Kohlensäureausscheidung imstande. Nach Bachman (1914) u. a. können die Flechten auch Glimmer und Feldspat anfressen.

Die Baumflechten heften sich entweder äusserlich an, wie z. B. die *Parmelien*, deren Heftrhizoiden an der Spitze eine Gallerte ausscheidende Festigungsscheibe aufweisen (Rosendahl, 1907; Bachman, 1917), oder sie schieben die Heftrhizoiden in die Oberflächenpartien der Rinde ein. Zellwände werden jedoch dabei nicht durchbohrt, sondern die Hyphen verlaufen intercellular, ohne sich bis zu den lebenden Zellengeweben zu erstrecken (Lindau, 1895). Auf Holz dagegen gehen die Hyphen ins Innere der Zellen und durch

die Tüpfel von Zelle zu Zelle. Nach VAINIO (1897) dienen die Cilien von *Physcia ciliaris* und von den *Cladonia*-Arten als Haftorgane.

Bei mehreren Arten bilden sich Haftorgane an den Berührungsstellen. Bei den einen sind es Scheibenbildungen an Zweigspitzen *(Alectoria, Usnea, Ramalina, Evernia)*, in anderen Fällen *(Cladina* u. a.) liegt eine Umklammerung der ergriffenen Stütze oder Unterlage vor (SERNANDER, 1901).

Die als Wurzeln fungierenden Hyphenbildungen, von denen im obigen die Rede war, besitzen als Wasseraufnahmeorgane, verglichen mit entsprechenden Organen bei höheren Pflanzen, nur eine ziemlich geringe Leistungsfähigkeit. Ebensowenig haben die Flechten innere Organe zur Weiterleitung des Wassers. Nach GALLØE (1908, S. 308) dient z. B. bei *Cetraria islandica* der rinnenartige Thallusrand als äussere Wasserleitungsvorrichtung, indem er das Regenwasser von oben nach unten leitet und so die Benetzung des Thallus fördert. Jedoch saugt bei zahlreichen Flechten die untere Seite des Thallus wegen ihrer Struktur viel leichter Wasser auf als die obere Seite (vgl. TOBLER S. 58—60). Abgesehen davon, dass die Aufnahmeorgane für Wasser u. a. Nahrungsstoffe bei den Flechten primitiv sind, sind auch die Vorrichtungen für die Verdunstungsregulierung an dem Thallus wenig differenziert. Daher wird die Flechte bekanntlich nach Regen und Tau schnell trocken. In trockenem Zustande erfährt natürlich auch das Wachstum der Flechte einen Stillstand. Da der Flechtenthallus andererseits sehr hygroskop ist und rasch Wasser, selbst Wasserdampf, aufsaugt, kann die Flechte andererseits jedoch selbst geringe Wachstumsmöglichkeiten ausnutzen. Da überdies die Entwicklung der Flechte nicht an eine solche Periodizität gebunden ist wie die der Moose und Gefässpflanzen, soweit sich daraus schliessen lässt, dass die Jahresschichten der Flechte nicht von einander abzugrenzen sind und dass sich auch die Apothecien allmählich entwickeln sowie dass sich Sporen von verschiedenem Reifegrad bei vielen Arten gleichzeitig finden, können die Flechten auch an solchen Standorten fortkommen, die für Moose und Gefässpflanzen ausscheiden. Aus dem schwachen Zusammenhang mit der Wachstumsgrundlage ergibt sich, dass die atmosphärischen Standortsfaktoren das Auftreten der Flechten in der Natur viel unmittelbarer bestimmen als bei Moosen und Gefässpflanzen.

Der einzige ökologische Faktor, in bezug auf welchen die Flechten im allgemeinen anspruchsvoll sind, ist das Licht. Dies soll daher rühren, dass die Flechten wegen ihres primitiven Baus nur einen geringen Bruchteil des zur Verfügung stehenden Lichtes ausnützen

können. Schon deshalb begegnen in schattigen Wäldern Flechten spärlicher als die hinsichtlich des Lichtes harmonischer gebauten Moose und Gefässpflanzen. Das Lichtbedürfnis der einzelnen Flechtenarten ist jedoch verschieden. GAMS hat (nach TOBLER 1925, S. 149) hervorgehoben, dass die schwarzen Flechten in starker Sonne, graue an mittelbelichteten und schwefelgelbe an schattigeren Stellen gedeihen. TOBLER bemerkt, dass dieser Rückschluss voreilig und leicht durch Gegenbeispiele zu widerlegen sei. Erwähnt sei jedoch, dass braune Färbung der Flechten, wie VAINIO (1897) dargelegt hat, als Schutzmittel gegen übermässige Belichtung zu betrachten ist. Dieselbe Bedeutung nimmt GALLØE (1908, S. 292), offenbar mit gutem Grunde, auch für die weisse Färbung der Flechten an. Von den Flechten meiner Untersuchungsgebiete vertragen *Coniocybe furfuracea, Biatora lucida* sowie eine *Lepraria*-Form die meiste Beschattung und treten daher in Krypten auf. Unabhängig von GAMS' genannter, im wesentlichen andere Arten betreffender Wahrnehmung, ist es mir aufgefallen, dass diesen Flechtenarten eine schwefelgelbe Färbung gemeinsam ist. Somit gewinnt es an Wahrscheinlichkeit, dass diese Färbung vor allem Schattenformen charakteristisch ist. Ziemlich starke Beschattung vertragende und daher auch in schattigen Wäldern gut vorwärtskommende Arten sind nach meinen Beobachtungen vornehmlich *Cladonia furcata var. pinnata, Peltidaea aphthosa*, einigermassen auch *Cladonia fimbriata* u. a. Charakteristisch für diese Arten ist, wenn man sie z. B. mit nahe verwandten Arten vergleicht, die ziemlich ungemischte grüne Farbe des Thallus. Da die grüne Farbe einer Pflanze gewöhnlich von dem vom Blattgrün reflektierten Lichte herrührt und da das Licht, wie anzunehmen ist, bei dem Eindringen ins Thallusinnere so ziemlich die gleichen Schwierigkeiten zu überwinden hat wie die grünen Strahlen bei der Rückkehr aus demselben, dürfte man schon aus der Farbe der das Chlorophyll beherbergenden Pflanzenteile einigermassen schliessen können, in welchem Masse die in ihnen enthaltenen Chlorophyllkörper Sonnenlicht empfangen. Daher dürfte die Annahme angängig sein, dass die grüne Farbe von *Cladonia furcata var. pinnata* und von *Peltidaea aphthosa* und anderen Schattenflechten dafür spricht, dass der Bau dieser Arten eine verhältnismässig intensive Lichtausnutzung ermöglicht. Die auf den Podetien von *Cladonia furcata var. pinnata* reichlich vorkommenden Phyllokladien entsprechen überdies primitiven Blättern und fungieren somit als Lichtempfangs- und Assimilationsorgane.

Zu den hauptsächlichsten, an den Flechten zu bemerkenden Neubildungen, welche zeigen, dass sich Flechtenpilz und Alge zu

einem tatsächlich selbständigen neuen Organismus verbunden haben, gehören die wichtigsten Verjüngungsorgane der Flechten, die Soredien. Sie entstehen vegetativ in der Weise, dass die Flechtenalgen bei ihrer Vermehrung besonders an den Stellen, wo der Widerstand schwach ist (an den Stellen der Äste- und Apothecium-Anlagen usw.), durch die von dem Flechtenpilze gebildete Oberhaut hervorbrechen, wobei dünne Hyphen um sie herum wachsen. An frischen und nährstoffreichen Stellen, wo sich die Algen kräftig entwickeln, bilden sich Soredien in grösserer Anzahl als gewöhnlich, in extremen Fällen unterbleibt die Bildung einer erkennbaren Flechte gänzlich. Anstatt derselben entsteht eine pulverartige, unter dem Namen *Lepraria* bekannte Bildung (s. GALLØE et HAUG 1925, S. 166, vgl. auch DU RIETZ 1924, S. 393). Ausser durch diese staubleichten Soredien breiten sich die Flechten auch mit Hilfe der Isidien sowie überhaupt mit den vom Thallus leicht abbrechenden Fragmenten vegetativ aus. Bei der generativen Verjüngung durch Sporen müssen natürlich Flechtenalge und Pilz getrennt operieren und die Symbiose danach von neuem aufgebaut werden. Auf besondere Weise wird das gegenseitige Sichfinden von Alge und Pilz gesichert bei den bekannten Hymenialgonidien, indem die Gonidien schon in der Mutterpflanze nach den Pilzsporen greifen *(Endocarpon)*. Bei einem grossen Teil der Flechten ist die Sporenverjüngung schon deshalb von geringer Bedeutung, weil sich Ascosporen sehr selten bilden (z. B. bei den meisten Bartflechten). Bei manchen Arten findet dagegen die Bildung von Sporen in besonders reichlichem Umfange statt, und man ist zu der Annahme gezwungen, dass ihnen eine hervorragende Bedeutung bei Verjüngung und Ausbreitung wenigstens derjenigen Arten zukommt, die überhaupt keine vegetative Verjüngung durch Soredien, Isidien, Fragmente usw. haben *(Parmelia olivacea, Cetraria juniperina* usw., ebenso bei allen hypophloeoden und endolithen Flechten), obwohl diese Erscheinung in der Natur bisher wenig bekannt ist (siehe jedoch z. B. TOBLERS Beobachtungen an *Xanthoria parietina*, 1925, S. 6).

Der Waldboden als Standort der Flechten.

Nur vereinzelte Flechtenarten, wie *Cladina silvatica, Cl. rangiferina, Cladonia furcata var. pinnata, Cl. turgida, Cl. gracilis, Peltidaea aphthosa*, vermögen im Walde auf der normalen Bodenfläche in gewissem Masse den Konkurrenzkampf mit der Moos- und Gefässpflanzenvegetation zu bestehen. Dies sind sämtlich $\pm$ grosse Flechtenformen, deren Wachstumsgeschwindigkeit wahrscheinlich der

der Waldmoose in den entsprechenden Verhältnissen nahekommt. Für die Renntierflechten sowie die grossen Wald-Peltigeren ist überdies charakteristisch, dass ihre oberen Teile das Wachstum unbegrenzt fortsetzen, während die Basalpartie allmählich abstirbt. So verjüngen und verbreiten sich diese Flechtenformen vegetativ in derselben Weise wie z. B. die Wandmoose und viele der wichtigsten Waldgefässpflanzen. Die Renntierflechte braucht so bei Verjüngung und Ausbreitung nicht immerfort ihre Entwicklung mit Entwicklungsstadien zu beginnen, in denen sie noch klein und konkurrenzunfähig ist, etwa solchen, die bei der Verjüngung durch Soredienkörnchen in Frage kommen, wie z. B. die meisten *Cladonia*-Arten früher oder später tun müssen, sondern die ausgewachsene Entwicklungsstufe bleibt unbegrenzt lange erhalten. Auch die *Peltigera*-Arten und *Nephroma arcticum* verjüngen sich in derselben Weise vegetativ, oft sogar intensiver als die Renntierflechte, indem sie eine mehr horizontale Wuchsrichtung haben. Deshalb bildet besonders *Nephroma arcticum* oft Flecken von ein paar Meter Durchmesser, ja sogar noch ausgedehntere, auf dem Waldboden.

Aus der schwachen Konkurrenzfähigkeit der Flechten resultiert, dass reichlichere Flechtenvegetation nur an solchen Stationen auftritt, wo Moose und Gefässpflanzen nicht gedeihen — somit auf den unfruchtbarsten Böden, oder dort, wohin diese übermächtigen Konkurrenten noch nicht vorgedrungen sind, wie auf Brand- und Hiebsflächen. Demgemäss ist es von grossem Interesse, die Veränderung der Flechtenvegetation beim allmählichen Übergang nach den unfruchtbarsten Waldböden zu verfolgen. In frischeren Wäldern kommen nur *Peltidaea aphthosa*, *Cladonia furcata var. pinnata*, *Cl. fimbriata* und einige wenige andere Arten spärlich vor. Auf trockneren Böden beginnen *Cladina silvatica* und *Cl. rangiferina* sich reichlich einzustellen. Allmählich gewinnt *Cladina alpestris* auf deren Kosten an Boden, und neben dieser erobern die *Cladonia*- und *Stereocaulon*-Arten eine immer grössere Herrschaft.

Auf trockenen Brandflächen dagegen treten Krustenflechten und *Cladonien* zuerst auf. Z. B. *Biatora granulosa* und *B. uliginosa* bedecken bisweilen auf Brand- und Hiebsflächen den Boden fast vollständig und von den Becherflechten treten auf denselben zuerst kleinere Formen, wie *Cladonia Floerkeana*, *Cl. coccifera*, *Cl. pyxidata var. neglecta*, *Cl. verticillata* u. a. auf, d. h. Arten, die in Waldpflanzensiedlungen einer älteren Entwicklungsstufe völlig oder bis auf wenige Reste vor Renntierflechte, Hylocomiaceen und Gefässpflanzen zurückgewichen sind. Die in alten Waldsiedlungen häufiger vorkom-

menden *Cladonia*-Arten sind von hohem Wuchs, wie *Cl. cornuta, Cl. gracilis, Cl. furcata var. pinnata* u. a.

Viele biologisch schwächere Bodenflechten setzen jedoch auch in älteren Waldsiedlungen ihr Auftreten, soweit sich Gelegenheit dazu bietet, auf Steinen, Stubben sowie als Halbepiphyten auf Baumbasen usw., wo die Moose und Gefässpflanzen schlecht gedeihen, fort. Die schwächeren Flechtenformen, besonders die Krustenflechten, als deren primären Standort man die nackte Bodenfläche ansehen kann, sind bei ihrem Auftreten im Walde auf eine fast völlig sekundäre Wachstumsgrundlage übergesiedelt, und zwar als Epiphyten an Bäume und haben da einen sehr grossen Arten- und Formenreichtum entwickelt. Auch andere Flechtenformen haben in hohem Masse an den Bäumen sichere Zufluchtsstellen gefunden und bilden auf meinen Untersuchungsgebieten eine besonders formen- und artenreiche Epiphytenvegetation. Es hat also eine Art Umkehrung oder Durcheinanderdringen der ökologischen Vegetationshorizonte stattgefunden.

Beim Vorrücken von Süd nach Nord kann man im Auftreten der Flechten entsprechende Verhältnisse beobachten wie bei den Moosen: viele im Süden an Bäumen wachsende Formen treten weiter im Norden lediglich auf Steinen oder auf dem Boden auf. So wird *Sphaerophorus fragilis* aus Mitteleuropa an Buche erwähnt. In Finnland wächst diese Flechte nur auf Steinen, in Lappland oft auf normalem Erdboden auf Kies. *Ochrolechia*-Formen finden sich in Südfinnland an Bäumen und Felswänden, in Lappland auf dem Boden, bisweilen geradezu als Hauptpflanzenarten auf der Heide. Ebenso begegnen *Alectorien*, freilich als besondere Arten, reichlich auf dem Boden der lappischen Fjelds, während diese Flechtenformen auf meinen Untersuchungsgebieten nur an Bäumen und Felswänden auftreten. Es lässt sich somit andrerseits beim Übergang in ungünstige Naturverhältnisse eine Depression in den entsprechenden ökologischen Vegetationshorizonten feststellen. Diese Erscheinungen werden im III Teil dieser Untersuchung genauer behandelt.

Bäume als Standort der Flechten.

Die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse sind auf Stämmen und Ästen der verschiedenen Holzarten verschieden. Die Krone von Laubbäumen lässt das Wasser leicht durch. Diese Bäume haben auch gewöhnlich eine feste Rinde, an der das Wasser leicht herabfliessen und die Rindenflechten auf dem Stamme umso sicherer benetzen kann. Auch die Glätte der Rinde ist von Bedeutung. Bir-

kenrinde z. B. leitet das Wasser einigermassen schlechter als z. B. die von Espe und Erle, weil sie nicht ganz glatt ist. Auch die Lichtverhältnisse sind bei den Laubbäumen vorteilhafter als bei den Nadelbäumen (abgesehen von der Lärche), da die ersteren einen grossen Teil des Jahres kahl sind und auch im Laubkleide weniger das Licht zurückhalten als die Nadelbäume.

Da besonders die Südseiten der Bäume der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, ist diese Seite trockener als die schattige Nordseite und somit besonders auf trockenen, hellen Heiden spärlicher mit Flechten bewachsen. Oft ist jedenfalls keine Regelmässigkeit nach Himmelsrichtungen in dem Auftreten der Flechten auf Baumstämmen wahrnehmbar. Beachtet man jedoch an regnerischen Tagen das Vorkommen der Flechten an Bäumen, so kann man deutlich sehen, dass die Flechten regelmässig auf den Seiten der Stämme reichlicher vorkommen, die am meisten benetzt werden. Die Verteilung der Löcher im Kronendach bestimmt folglich das Auftreten; daher sind auch lichte Waldbestände im allgemeinen flechtenreicher als geschlossene. In Vesijako und Punkaharju kann man dazu die Beobachtung machen, dass sich Flechten reichlicher auf der Seite der Bäume finden, die dem (Binnen-) Seeufer zugewandt ist als auf der landwärts gerichteten Seite — offenbar weil die vom Seewinde mitgeführte Feuchtigkeit die Flechtenentwicklung fördert. Dieselbe Erscheinung kann man auch an der Küste des Bottnischen Meerbusens beobachten, wo z. B. die dem Ufer zugewandten Fichtenzweige besonders reich an Flechten sind. Ähnliche Beobachtungen sind auch in anderen Ländern gemacht worden (s. Tobler 1925, S. 140—141). Überhaupt sind die Bäume an Waldessäumen flechtenreicher als die im Waldesinnern, offensichtlich gerade wegen der günstigen Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse. — Allerdings vertragen die meisten Flechten auch nicht andauernde Feuchtigkeit. Unter solchen Verhältnissen beginnen sie, besonders der Pilzteil, bald zu faulen. Gegen übermässige Feuchtigkeit sind die Flechten viel empfindlicher als Moose und Gefässpflanzen. Schon deshalb kommen die ersteren an feuchten Stellen schlecht fort. Eine Ausnahme bilden jedoch die hygrophilen Flechten, z. B. *Endocarpon* u. a.

Die Wachstumsvorgänge der Bäume sind auch vom Standpunkt des Auftretens der Flechten von besonderer Wichtigkeit. Die Flechten haben im allgemeinen ein recht langsames Wachstum (siehe z. B. Linkola 1918; vgl. auch Nienburg 1919 und Tobler 1925, S. 36). Fig. 2 illustriert die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Parmelia physodes* Individuen. (Jedoch ist, wie z. B. Tobler 1925, S. 44 hervorhebt, zu beachten, dass diese Individuen zum Teil durch

Zusammenwachsen von mehreren Primärindividuen entstanden sein können.) Bis zu dem erwachsenen Stadium waren 10—15 Jahre verflossen. Während dieser langen Zeit verändern sich die Verhältnisse an einem im Wachstum begriffenen Baume an der Flechtenansatzstelle völlig; und zwar vor allem dadurch, dass die Äste schnell in die Länge wachsen und sich verzweigen, geraten die Epiphytflechten in den Schatten und ihre Entwicklung kommt zum Stillstand. So ist es verständlich, dass an jungen, schnell wachsenden Baumindividuen, auf jungen Ästen und Sprossen die Flechtenvegetation spärlich ist. Z. B. an gut wachsender Fichte ist die oberste Stammpartie ziemlich frei von Flechten, ebenso die noch im Wachstum begriffenen Zweige, besonders die Spitzenpartien. Dagegen sind die älteren Stammteile und die unteren Äste, die ± völlig ihr Längenwachstum abgeschlossen haben, ebenso wie die schon abgestorbenen Äste, sehr flechtenreich, soweit die Feuchtigkeit- und Lichtverhältnisse — z. B. am Fichtenstamm — keine allzu grossen Hindernisse bereiten. Teilweise aus derselben Ursache sind alte Bäume, die ihr Wachstum beinahe eingestellt haben oder schon abgestorben sind, gewöhnlich sehr flechtenreich (man erinnere sich nur an die lappländischen über und über mit Flechten bedeckten dürren Fichten). Hierbei ist nicht die Grösse der Bäume entscheidend, was daraus hervorgeht, dass auch kleine abgestorbene Bäume flechtenbedeckt sind, wenn sie nur zureichend Feuchtigkeit- und Lichtzufuhr haben. Die Frage nach dem Flechtenreichtum der Bäume ist in der lichenobiologischen Literatur häufig erörtert worden, u. a. hat LINDAU 1895, S. 61—63 die Wichtigkeit der Wachstumsvorgänge der Bäume in dieser Beziehung nachgewiesen. CAJANDER behandelt (1916, S. 331—332) diese Erscheinung eingehend und schreibt z. B. von der Fichte (in Übersetzung): »Bei einer Fichte, die auf gutem Boden wächst und im besten Dickenzuwachs begriffen ist, erneuert sich die Rinde in kleinen Schuppen sehr häufig, und auf ihrem Stamme befinden sich dann sehr wenig Flechten; die neue Borke ist mehr oder weniger rotbraun, was zur deutschen Benennung »Rottanne» geführt hat. Wird die Fichte älter, und nimmt das Dickenwachstum ab, so erneuert sich auch die Rinde seltener, und dann ist sie voll von allerhand Flechten. Ist das Wachstum sehr schwach, wie bei Bruchwald-Fichten, so ist der Stamm von kleinen weissen Flechten beinahe silberweiss gefärbt. In sehr vielen Fällen ist somit Flechtenreichtum der Bäume ein Zeichen für deren schlechtes Wachstum: je verkümmerter eine Fichte ist, umso reichlicher ist die Bartflechte darauf — —.» Natürlich ist auch der Umstand von Bedeutung, dass abgestorbene Rindenteile und abgestorbenes Holz nach der einsetzenden Fäulnis

die Feuchtigkeit besser halten und auch sonst reichlicher Nährstoffe als entsprechende Teile eines lebenden Baumes den Epiphytflechten liefern. Dass grosse Laubflechten auf alter, stärker zerklüfteter Rinde gut fortkommen, will z. B. TOBLER (S. 139) gerade darauf zurückführen, dass eine solche Wachstumsunterlage feuchter ist als die von Krustenflechten bewachsene glatte Rinde.

Wie CAJANDER im obigen Zitat ausführt, liegt ein wichtiges Hindernis für die Entwicklung der Epiphytflechten darin, dass alte abgestorbene Äste und auch die alten Oberflächenteile der Rinde bei vielen Holzarten zu Boden fallen. Solche Holzarten weisen daher auch im allgemeinen spärlicher Rindenkrustenflechten auf als Bäume mit fester Rinde. Da auch bei derselben Holzart Äste und Rindenteilchen, je nach Standort und Zone, in verschiedenem Masse abfallen, so ergibt sich auch hieraus eine Differenzierung in der Flechtenvegetation. So finden sich auch auf meinen Probeflächen (s. z. B. Fig. 1) auf den trockenen Heiden an langsamwachsenden Kiefern bis unten Aststümpfe und Flechten reichlicher als auf schnellwüchsigen Bäumen auf besseren Böden. In den Fichtendickichten von Suojärvi sind die Stämme der kümmerlich gewachsenen Fichten wegen ihrer festen Rinde flechtenreicher als die Fichtenstämme fruchtbarerer Böden usw.

Die verschiedenen Holzarten weisen offensichtlich auch noch aus anderen als den genannten Ursachen spezielle Eigentümlichkeiten als Flechtenstandorte auf. Zahlreiche Epiphytflechten leben bekanntlich in so inniger Verbindung mit ihrer Unterlage, dass wahrscheinlich auch die feinere mechanische Struktur und die chemische Zusammensetzung der als Unterlage dienenden Rinde von erheblicher Bedeutung für das Auftreten der einzelnen Arten sind. Genaueres über die Art dieses Einflusses können nur eingehende Spezialuntersuchungen liefern.

Der bekannte Lichenolog F. ARNOLD hat (1900) eine grosse Menge von Beobachtungen über die auf den einzelnen Holzarten auftretenden Flechtenarten zusammengestellt. Auf Grund dieses Beobachtungsmaterials behauptet ARNOLD (S. 4), wobei er freilich die vorgefundenen Angaben für allzu oberflächlich ansieht, dass die Flechten nicht bestimmte Holzarten zum ausschliesslichen Wohnsitz aufsuchen, sondern sich, der Baum mag heissen wie er wolle, an den ihnen zusagenden Stellen der Rinde ansiedeln. Nur als Ausnahme von dieser Regel kann die Tatsache betrachtet werden, dass verschiedene Flechten gewisse Holz- oder Straucharten mehr als andere bevorzugen. Indessen kann man nach ARNOLD eine Gegensätzlichkeit

in der Epiphytenvegetation z. B. zwischen Laub- und Nadelholzarten beobachten, sowie zwischen Alpenwäldern und solchen der Ebene. — Zweifellos verhält sich die Sache in grossen Zügen so wie ARNOLD behauptet hat. Sein Beobachtungsmaterial umfasst die Gegenden von ganz Europa, wo sich Holzarten relativ reichlich finden, und jede Holzart tritt in vielfältiger Umgebung auf. Die häufigen Holzarten Finnlands (Kiefer, Fichte, Birke u. a.) treten an vielen Stellen Mitteleuropas neben den südlicheren Holzarten als solche von geringerer Bedeutung auf und werden zwar auch von solchen Flechtenarten besiedelt, die kaum selbständig an diesen nordischen Holzarten fortkommen können. Anderseits vermindern in Finnland, wo Kiefer, Fichte und Birke dominieren, die an diesen Holzarten dominierenden Epiphytflechten durch ihre Massenwirkung die Vorkommensmöglichkeiten derjenigen Flechten bedeutend, die an diesen Holzarten nicht so gut fortkommen, und verringern deren Herrschaft auch an den ihnen zusagenden, aber spärlich vertretenen edlen Laubbäumen. Somit gewinnt es auch an Wahrscheinlichkeit, dass das Bild von der charakteristischen Epiphytenvegetation der Kiefer, Fichte und Birke, vielleicht auch der Espe und Eberesche, das man aus finnischen Waldsiedlungen erhält, wirklich charakteristisch ist. Für eine Untersuchung der charakteristischen Epiphytenvegetation der edlen Laubholzarten bieten dagegen die finnischen Wälder nicht genügende Voraussetzungen. Dies ist bei Beurteilung der folgenden Ausführungen im Auge zu behalten.

Im folgenden wird eine Darlegung über meine Beobachtungen von den verschiedenen Holzarten als Flechtenstandorte, sowie über das Verhalten der verschiedenen Flechtenarten zu denselben gegeben.

Kiefer *(Pinus silvestris)*.

Die Kiefer nimmt als Hauptholzart der Untersuchungsgebiete einen wichtigen Platz unter den Wuchsstellen der Epiphytflechten ein. Die untersten Kiefernzweige trocknen während der Längenzuwachsperiode ziemlich schnell aus und fallen bald ab. In höherem Alter, nach dem Abschluss des Längenzuwachses und der Bildung neuer Astquirle, erhalten auch die Äste eine sich abschuppende Rinde. Daher treten auch auf den alten Kiefernästen nur spärlich Flechten auf. Auf der relativ festen Jugendrinde junger Kiefern (sowohl auf ± dürren, aber noch rindenbedeckten dünnen Ästen als auch auf dem Stamm) tritt jedoch *Lecanora coelocarpa* reichlich (z. B. in Punkaharju) auf. Auf rindenlosen dürren Ästen wiederum

wachsen im allgemeinen dieselben Arten wie auf grauem abgestorbenem Holz auch anderswo. An alten Kiefern entwickelt sich eine Borkenrinde, in deren Spalten sich viele für die Kiefer charakteristische und an ihr oft reichlich auftretende Flechtenarten festsetzen. Einige von diesen, wie *Evernia furfuracea* treten am liebsten oben an den Stümpfen und Narben der abgefallenen Äste auf. Einen beachtenswerten speziellen Charakter weist auch die Flechtenvegetation auf, die sich am unteren Stamm und an der Basis nahe der Bodengrenze findet und in der u. a. *Cladonia*-Arten *(Cl. cenotea, digitata* u. a.), *Parmelia ambigua, P. hyperopta* u. a. zu beobachten sind. Je nach dem Standort schwankt die Menge der Flechten. Auf trockenen, besonders undicht mit Bäumen bestandenen Heiden ist sie oft recht gross; als besondere Art kommt auf denselben *Alectoria nidulifera* vor. Auf sehr fruchtbaren Böden ist die Flechtenvegetation an der Kiefer meistens recht spärlich.

Folgende 42 Arten sind an Kiefer aufgetreten (I = vornehmlich an Kiefer, II = an Kiefer sehr gut fortkommend, aber auch an anderen Unterlagen gut gedeihend, III = in Ausnahmefällen an Kiefer, + = zu wenig Beobachtungen. — Die Darlegungen betreffen ausschliesslich das Auftreten der Flechten im Walde).

Usnea hirta I
U. sublaxa +
U. dasypoga II
U. glabrescens III
Alectoria chalybaeiformis I (+)
A. nidulifera I
A. prolixa II
A. implexa II
A. sarmentosa II—III
Evernia furfuracea var. ceratea II
E. prunastri III
E. mesomorpha + (II)
Cetraria saepincola II, an dünnen Ästen
C. chlorophylla III
C. caperata II
C. glauca II
C. aleurites I
Parmelia sulcata III
P. olivacea III
P. physodes II
P. vittata + (I)
P. ambiqua II
P. hyperopta II
Lecanora coelocarpa II—III
L. subintricata + (II)
Ochrolechia subtartarea II
Mycoblastus sanguinarius fo. endorhoda II
Psora ostreata var. vulgaris I (nur auf verbrannter Rinde)
Biatora leprodea II
B. obscurella fo. hetrella I
B. symmictera III
Calicium glaucellum + (II)

Ausser *Cladonia fimbriata*, die an den Basen alter Kiefern bisweilen ein paar Meter emporklettert, finden sich auf Basalbülten der Kiefer:

Cladonia deformis II
Cl. digitata II (—I)
Cl. carneola II
Cl. botrytes III
Cl. pyxidata var. chlorophaea III
Cl. cornuta II
Cl. gracilis var. dilatata II
Cl. crispata II
Cl. cenotea II (—I)

Als Hauptstandort diente also die Kiefer für *Usnea hirta, Alectoria nidulifera, Cetraria aleurites, (Parmelia vittata), (Psora ostreata), Biatora obscurella fo. heterella.*

Fichte *(Picea excelsa).*

Die Epiphytenvegetation der Fichte unterscheidet sich bedeutend von der der Kiefer. Eine wichtige Ursache hierzu ist, dass die Fichte in den Untersuchungsgebieten eine lange Krone hat, die beinah den ganzen Stamm beschattet. Die Flechtenarten, die bei der Kiefer an dem Stamme auftreten, lassen sich deshalb bei der Fichte auf den langsam wachsenden unteren Ästen nieder, wo sie genügend Licht und Feuchtigkeit empfangen. So verhalten sich z. B. *Parmelia physodes, Cetraria glauca*, die *Alectoria*-Arten u. a. Der Fichtenstamm hat dazu eine festere Rinde als der der Kiefer. Daher finden sich an der Fichte mehr Krustenflechtenarten als an der Kiefer. Auf dem Fichtenstamm trifft man auch die für diese Holzart charakteristischsten, grössere Beschattung vertragenden Arten: *Arthonia Scandinavica, Biatora albofuscescens* u. a.

An Fichte begegneten folgende Arten (die Zeichen I, II, III, + nach dem Namen bedeuten dasselbe wie bei der Kiefer).

a. Auf dem Stamm:

Phlyctis argena + (II)
Buellia disciformis var. minor III
B. Schaereri I (+)
Cladonia fimbriata II (—III)
Lopadium pezizoideum I
Bacidia arceutina +
B. subacerina +
Catillaria tricolor +; nach RÄSÄNEN (mündl. Mitt.) I
Biatora vernalis * *helvola* I
B. albohyalina +
B. albofuscescens I
B. obscurella * *fo. obscurata* II
Biatorella difformis + (I, auf Harz)
Gyalecta pallida +
Arthonia Scandinavica I
Calicium chrysocephalum I
C. viride I

b. An Ästen:

Usnea hirta III
U. sublaxa +
U. dasypoga II
U. glabrescens + (III)
Alectoria nidulifera III

A. prolixa II
A. implexa II
A. sarmentosa I
Ramalina dilacerata III
R. farinacea III (in Om-Küstengeb. II)
R. thrausta I
Evernia furfuracea II
E. prunastri III
Cetraria saepincola III
C. chlorophylla II
C. caperata II
C. glauca II
Parmelia sulcata II
P. olivacea II—III
P. subaurifera II—III
P. physodes II
P. vittata +
P. ambiqua III
P. hyperopta III
Mycoblastus sanguinarius fo. endorhoda II
Pertusaria amara III
Nephromium laevigatum III (—II)
N. tomentosum III (—II)

Für die trockenen unteren Äste sind charakteristisch *Mycoblastus sanguinarius fo. endorhoda, Varicellaria Kemensis, Ochrolechia pallescens. var. parella.* — An der Bodengrenze an der Fichtenbasis sind Flechten äusserst spärlich. Die Art, die dort am besten vorwärtskommt, ist *Cladonia fimbriata.*

Lärche *(Larix sibirica).*

Obwohl die Lärche nicht zu den ursprünglichen Holzarten in den Untersuchungsgebieten gehört, so dürfte es doch angebracht sein, über die interessante Epiphytenvegetation dieser Holzart in Raivola und Punkaharju, wo sich Kulturen, in Raivola bereits ca. 200 Jahre alte, von ihr finden, Angaben zu machen. Die Lärche ist eine besonders »lichte» Baumart mit ziemlich fester Rinde. Daher ist es natürlich, dass die Flechtenvegetation auf ihren mächtigen Stämmen, deren Oberfläche überdies grosse Rauheit aufweist, reichlich ist. Am interessantesten sind jedoch ihre Äste, auf denen sich eine üppigere Flechtenvegetation als an irgendeinem heimischen Baum entwickelt. Dominierend in der Flechtendecke der Äste sind die *Usneae*, unter diesen alle gewöhnlichen Arten, sowie die Seltenheiten *U. australis* und *U. cinchonarum.* (Nach Vainio wächst auch *Usnea laricina* Vain. auf *Larix* in Valamo.) Charakteristisch für die Zweige sind überdies *Cetraria chlorophylla, C. glauca, C. caperata, Evernia prunastri, Parmelia physodes, P. olivacea, P. sulcata, Ramalina farinacea.* Auch auf dem Stamme lebt eine reiche Flechtenvegetation, zu deren typischen Arten ausser den Bartflechten *Psora ostreata* gehört, die sonst nur auf verbrannten Kiefernbasen und Brandstubben vorkommt. *Calicium*-Formen finden sich reichlich, ebenso

Krustenflechten, von denen *Biatora turgidula fo. endopella* und *Buellia Schaereri* am reichlichsten sind. Auf den jüngeren Lärchen von Punkaharju haben wir jedoch eine Reihe Arten, die auf den alten Lärchen von Raivola fehlen, wie *Buellia disciformis var. insignis fo. corticola*, *Lecanora coelocarpa*, *L. chlarona*, *Biatora symmictera*.

An Lärche treten folgende Arten auf (Zeichen wie oben)

a. Auf dem Stamm:

Usnea spp. II
Alectoria implexa II
A. prolixa (incl. *fo. subcana)* II
Parmelia ambigua III
P. physodes II
Lecanora chlarona III
L. coelocarpa II
Psora ostreata II
Biatora epixanthoidiza +
B. obscurella fo. heterella III
B. turgidula fo. endopella +
B. symmictera +
Calicium chrysocephalum II
C. phaeocephalum II
C. trichiale + (—II)
C. stemoneum +
C. viride (incl. *var. abbrevians)* II

b. An Ästen:

Usnea sublaxa II
U. dasypoga II
U. glabrescens II
U. comosa II
U. cinchonarum + (I)
U. australis + (I)
Ramalina dilacerata II
R. farinacea II
Evernia furfuracea III
E. prunastri II
E. mesomorpha +
Cetraria saepincola II
C. chlorophylla I—II
C. caperata II
C. glauca II
Parmelia sulcata II
P. olivacea II
P. physodes II
Buellia Schaereri + (II)

Auf den Basalbülten finden sich dieselben Arten wie z. B. auf denen der Kiefer. Wegen der Rauheit der Borke und des aus den zahlreichen Nadelabfällen beim Stamme entstehenden Humus, klettern *Cladonia fimbriata*, *Cl. digitata*, *Cl. cenotea* oft auf dem borkigen Stamme höher als an Kiefer, bei alten Bäumen einige Dutzend Meter hoch.

Ein Vergleich der Epiphytenvegetation der Lärche mit der von Kiefer und Fichte zeigt, dass ihre Artenkombination mehr an die der Fichte als die der Kiefer erinnert, jedoch noch anspruchsvoller als die der Fichte ist *(Usneae, Ramalinae* u. a.). Die Lärche bildet ihrer Epiphytenvegetation nach eine Art Zwischenstufe zwischen Nadelholz- und festrindigen Laubholzarten.

Birke (*Betula alba* L.).

Bei der Rauh- oder Hängebirke *(B. verrucosa)* und der Moor- oder Weissbirke *(B. odorata)*, welche einen sehr bedeutenden Teil von der Baumvegetation der Untersuchungsgebiete bilden, ist die Epiphytenvegetation so ähnlich, dass es sich nicht verlohnt, diese Holzarten für sich besonders zu behandeln. — Die Birke ist das anspruchsloseste, auch an den unfruchtbarsten Stellen fortkommende Laubholz. Ihre Flechtenvegetation besteht auch, verglichen mit der der anderen Laubhölzer und der der Nadelholzarten, aus anspruchslosen, im wesentlichen schon auf Nadelbäumen begegnenden Arten, wenn auch mehrere, für die Nadelbäume weniger wichtige Arten auf der Birke dominierend auftreten, wie z. B. *Usnea glabrescens*, *U. comosa*, *Parmelia olivacea*, *P. sulcata*, *Evernia prunastri*, *Lecanora coelocarpa*. In der Jugend wird die Birke von einer festen dunkelbraunen Rinde bedeckt, die bei dem Eintritt des Baumes in ein mittleres Alter sich loslöst. Darunter tritt die sich in papierdünnen weissen Lamellen abschelfernde und für die Flechten somit ungünstige weisse Birkenrinde hervor. Gewöhnlich hat sich bis dahin auf der Jugendrinde eine reichliche Krustenflechtenvegetation entwickelt, deren Hauptarten *Buellia disciformis* und *Lecanora chlarona*, somit Arten sind, die später auf den mit der schuppigen, weissen Birkenrinde bedeckten Stämmen geringe Bedeutung haben. Fig. 4 gibt von diesem Loslösungsvorgang der Jugendrinde, der für die Entwicklung der Epiphytenvegetation der Birke von Wichtigkeit ist, einen guten Begriff.

An Birke treten auf den Probeflächen folgende Arten auf (Zeichen wie oben):

Usnea hirta III
U. dasypoga II
U. glabrescens II
U. comosa + (I)
Alectoria prolixa II
A. implexa II
A. sarmentosa III (nach mü. Mitt. v. RÄSÄNEN II an Birken, Fichten und Kiefern in Brüchen)
Ramalina dilacerata III
R. farinacea III
Evernia furfuracea III
E. prunastri II
Cetraria caperata II
C. glauca II
Parmelia sulcata II
P. olivacea II
P. aspidota +
P. subaurifera II
P. physodes II
P. ambigua II
P. hyperopta II
Lecanora coelocarpa I—II
L. chlarona II
L. carpinea III
L. cateilea + (III)

Pertusaria amara I—II
P. carnoepallida II
Ochrolechia subtartarea II
Placodium leucoleprosum I an Basen
Buellia disciformis var. leptocline I
B. disc. var. minor II
B. triphragmia + (nach mü. Mitt. v. RÄSÄNEN an *Sorbus* I)
Nephromium laevigatum III
Cladonia fimbriata II an Basen
Cl. bacilliformis II an Basen
Bacidia affinis var. melanotica II an Basen
B. minuscula var. obscurior +
Bilimbia sphaeroides III an Basen
Mycoblastus sanguinarius fo. endorhoda II
Biatora vernalis II an Basen
B. leprodea II
B. obscurella fo. obscurata III
B. erythrophaea + (III nach RÄSÄNEN)
B. sylvana + (I? nach RÄSÄNEN)
B. symmictera III (—II)
B. fuscescens + (II; nach RÄSÄNEN an *Betula nana* I)
Arthonia radiata III
Campylacia epidermidis I.



Fig. 4. Stamm einer 40-jährigen Birke. Die schwarze Jugendrinde schon zerrissen. Koli (OMT).

Grauerle (*Alnus incana*).

Die Grauerle könnte wegen ihrer Häufigkeit und Reichlichkeit von sehr grosser Bedeutung für das Auftreten der Epiphyten sein. Diese Holzart hat jedoch eine verhältnismässig kurze Lebensdauer. Daher gelangen die grösseren Bart- und Strauchflechten auf ihr nicht zu besonders reichlicher Entwicklung. Dagegen ist die Rinde von dauernder Festigkeit, und daher kommen viele Krustenflechtenarten auf der Erle gut fort. Von diesen ist *Buellia disciformis var. minor fo. microcarpa* am wichtigsten — reichlich und fast immer anzutreffen.

An Grauerle wachsen auf den Probeflächen folgende Flechtenarten (Zeichen wie oben):

Usnea dasypoga III
U. glabrescens II—III
Ramalina dilacerata II
R. farinacea III (in Om-Küstengeb. II)
R. thrausta III

Evernia prunastri II
Cetraria caperata II
C. glauca III
Parmelia sulcata II
P. olivacea II
P. aspidota + (II)
P. subaurifera II
P. physodes II
P. hyperopta III an Basen
P. ambigua II—III an Basen
Lecanora coelocarpa III
L. chlarona I—II
L. carpinea I—II
L. cateilea incl. formae II (—I)
L. varia var. hypothetica + (II nach RÄSÄNEN)
L. glaucella + (III?)
Ochrolechia subtartarea III
Pertusaria amara III—II
P. multipunctata + (nach RÄSÄNEN III)
P. leioplaca var. laevigata II
P. leiopl. var. octospora +
P. carneopallida II
Rhinodina sophodes + (nach RÄSÄNEN I)
Buellia disciformis var. minor fo. microcarpa I
B. discif. var. leptocline III
Nephromium laevigatum III
Biatora vernalis II an Basen
B. erythrophaea + (II)
B. symmictera II (—I); *fo. alnicola* nach RÄSÄNEN I
Lecidea glomerulosa III
Arthonia radiata II—III
A. exilis var. dispunctata +; nach RÄSÄNEN an Basen I—II
Opegrapha varia + (II)
Graphis scripta II
Metasphaeria rhyponta + (I).

Espe *(Populus tremula)*.

Die Epiphytenvegetation der Espe unterscheidet sich bedeutend von der der besprochenen Holzarten. Bei diesem Baume wird die Flechtenvegetation vermutlich sowohl von den Licht- als auch den Feuchtigkeitsverhältnissen, die auf dessen Stamm günstig sind, sowie ferner von dem Umstand, dass sich die Rinde bei ihm nicht ablöst, bestimmt. Neben diesen Faktoren ist noch eine besondersgeartete chemische und anatomisch-mechanische Zusammensetzung der Rinde anzunehmen, die als Wachstumsgrundlage vorteilhafter ist als speziell die von Kiefer und Birke. An Stelle der Alectorien, Usneen, Parmelien, Cetrarien finden sich an der Espe *Ramalina*- und *Physcia*-Arten charakteristisch, sowie von den Krustenflechten Placodien u. a. Für den Stamm ist charakteristisch *Leptogium saturninum* sowie auf den Basalbülten *Peltigera*-Arten. Da sich auf den Probeflächen Espen verhältnismässig spärlich fanden, blieb die Zahl der auf Espe angetroffenen Arten relativ hinter der von häufigeren Holzarten zurück.

An Espe treten folgende Flechtenarten auf (Zeichen wie oben):

Ramalina calicaris var. nervosa I
R. dilacerata + (III; nach RÄSÄNEN richtiger II)
R. farinacea II
Parmelia subaurifera III
Lecania dimera + (I)
Lecanora allophana I
L. carpinea II—III
L. distans I
Pertusaria amara + (III)
Xanthoria parietina + (I)
Placodium aurantiacum + (I)
Pl. gilvum +; nach RÄSÄNEN II—III
Pl. cerinum + (I)
Pl. cerinellum I
Physcia aipolia var. anthelina I
Ph. aip. var. angustata I
Ph. aip. var. alnophila II
Ph. stellaris var. radiata I; *var. rosulata* nach RÄSÄNEN III
Buellia disciformis var. minor III
Peltigera canina an Basen II
Nephromium laevigatum III
Leptogium saturninum I (—II)
Bacidia affinis var. melanotica II
Bilimbia sphaeroides I—II an Basen
B. obscurata var. microcarpa +
B. epixanthoides fo. microbola + (I)
B. acclinis + (I)
Biatora vernalis II an Basen
B. erythrophaea II
Lecidea glomerulosa I.

Eberesche *(Sorbus aucuparia)*.

Die Flechtenvegetation auf der Ebereschenrinde erinnert einerseits an die der Erle, andrerseits an die der Espe. Eine gern an Eberesche wachsende Art ist z. B. *Lobaria pulmonaria var. isidiosa*. Wie an Espe begegnet auch an Eberesche *Leptogium saturninum* sowie Physcien und Ramalinen mehr als an Erle. Mit letzterer verknüpfen diesen Baum wiederum eine Reihe Krustenflechten *(Arthonia*-Arten, *Buellia disciformis* u. a.). Auch die *Nephromium*-Arten wachsen auffällig häufig an Eberesche. — Auch bei dieser Holzart bleibt das Epiphytenverzeichnis verhältnismässig unvollständig, da von dieser Holzart nur einzelne Bäume in bedeutenderer Grösse auf den Probeflächen aufgetreten sind.

An Eberesche wachsen folgende Flechtenarten (Zeichen wie oben):

Ramalina dilacerata II
R. farinacea II
Parmelia sulcata II
P. subaurifera II
P. physodes II—III
Lecanora allophana III
L. cateilea + (II)
L. chlarona + (II)
Phlyctis argena +; nach RÄSÄNEN II
Pertusaria leioplaca var. octospora + (II)
P. carneopallida III (+)
Physcia grisca +; nach RÄSÄNEN II
Buellia disciformis incl. *var. minor fo. microcarpa* II
Nephromium tomentosum II
N. laevigatum II

Lobaria pulmonaria + (II); nach Räsänen sollte III sein
Leptogium saturninum II
Bacidia atrogrisea +
Bilimbia obscurata fo. vernaliformis +
Lecidea glomerulosa III
Arthonia radiata I—II
A. exilis var. dispunctata + (I—II)
Graphis scripta II.

Die Salweide *(Salix caprea)* steht hinsichtlich ihrer Epiphyten besonders Espe und Eberesche nahe. Auch an der Ulme *(Ulmus montana)* treten für Laubbäume charakteristische Arten auf. Von der Epiphytenvegetation dieser Holzarten ist jedoch so wenig Beobachtungsmaterial zusammengekommen, dass eine eingehendere Behandlung von deren Epiphyten hier nicht möglich ist. Einigermassen reichlicher fliessen die Beobachtungen über die Epiphyten des Wacholders *(Juniperus communis)*. Die interessanteste Art ist hier *Cetraria juniperina*, die auf den Probeflächen wie auch sonst lediglich an dieser Holzart auftritt. Im übrigen begegnen an dem Wacholder dieselben Flechtenarten wie an den benachbarten, oben besprochenen Nadelhölzern und an Birke.

Fasst man das Vorkommen der an den einzelnen Holzarten begegnenden oder ihnen nahe verwandten Arten auf andersgearteten Wachstumsunterlagen ins Auge, so kann man die Beobachtung machen, dass die an Nadelbäumen, besonders auf Kiefernrinde auftretenden Arten *(Parmelia, Cetraria* u. a.) mit Vorliebe z. B. auf abgestorbenem, trocknem Holze, sogar auf magerer Mineralunterlage wachsen. Die Flechtenformen an Espe u. a. Laubbäumen (z. B. *Physcia*-Arten) zeigen dagegen Neigung, sich auf basische Steine u. a. Wachstumsunterlagen von fruchtbarerem Charakter auszubreiten. Die Birken bilden eine ziemlich deutliche Zwischenstufe zwischen den Nadelbäumen und den festrindigen Laubbäumen. Die weisse, schuppige Birkenrinde bildet offensichtlich eine recht magere Nährstoffunterlage — die chlorophyllhaltige Jugendrinde ist vermutlich nährstoffreicher und somit von Krustenflechten gern aufgesucht. Somit ist auch die Epiphytenvegetation in Laubwäldern, wo Espe, Erle und edle Laubbäume reichlicher wachsen, ihrem ökologischen Charakter nach anspruchsvoller als auf mageren, trocknen Heiden, wo diese Holzarten fehlen.

Einteilung der Waldflechten in ökologisch-biologische Gruppen.

Unter Berücksichtigung der ökologisch-biologischen Eigenschaften der einzelnen Flechtenarten, von denen das Vorkommen derselben in den Waldsiedlungen wahrscheinlich in erster Linie abhängt, kann man die angetroffenen Flechten in folgende ökologisch-biologische Gruppen einteilen.

I Hauptgruppe.

Auf dem Boden wachsende Flechten.

Gruppe 1. Die *Cladina*-Gruppe bildet auf Waldböden eine recht charakteristische, ökologisch-biologische Flechtengruppe, die der Bodenstrauchflechten, für die eine besonders lose Verbindung mit der Wachstumsunterlage charakteristisch ist. Der untere Teil des Thallus stirbt in derselben Weise wie bei den Hylocomiaceen ab, und die ausgedehntesten Assimilationsflächen befinden sich denn auch in den oberen Teilen. Überdies sind die zu dieser Gruppe gehörigen Flechtenarten hochgewachsen, sodass sie den Konkurrenzkampf mit den an der Bodenfläche festgewachsenen, sich vornehmlich in der Horizontalrichtung ausbreitenden und somit niedrig bleibenden Flechtenformen gut bestehen. Wegen dieser Eigenschaften treten die Flechten dieser Gruppe reichlicher als andere, jedoch besonders nur auf mageren Waldböden auf und bilden den Hauptteil von deren Flechtenvegetation. Zu dieser Gruppe gehören folgende Arten von den Probeflächen:

Cladina alpestris	*Cl. rangiferina*	*Cetraria Islandica*
Cl. silvatica	*Cladonia uncialis*	*C. nivalis*

Die *Cetraria*-Arten sind weniger typische Glieder dieser Gruppe und bilden die Übergangsstufe zur folgenden Gruppe.

Gruppe 2. Peltigera-Gruppe. Zu dieser Gruppe gehören die sich mit Hilfe von Rhizoiden an der Unterlage festsetzenden, umfangreicheren, scheibenartigen, dorsiventralen Flechten, die wegen des

grossen Umfanges ihrer Assimilationsfläche, ihrer bedeutenden Grösse und ihres schnellen Wachstums relativ gut auch in schattigen und frischen Wäldern wachsen können, besonders da ihre Bauverhältnisse das Auftreten als Halbepiphyten an Baumbasen, an der Seite von Bülten, Steinen, Stubben u. a. ermöglichen.

Zu dieser Gruppe sind zu zählen:

Peltidaea aphthosa — *P. polydactyla* — *Nephromium arcticum*
Peltigera canina — *P. malacea*

Gruppe 3. Die Art *Cladonia uncialis* der *Cladina*-Gruppe bildet am nächsten die Zwischenstufe zu den Flechten der *Cladonia*-Gruppe, für welche die Differenzierung des Thallus teilweise zu einem horizontalgerichteten Thallus, teilweise zu einem vertikal gerichteten Podetium charakteristisch ist. Die Aufgabe des horizontalen Thallus ist bei den meisten Arten im wesentlichen die Assimilation, das Podetium ist der fertile Pflanzenteil oder die Entwicklungsstelle der Soredien. Demgemäss wird die Pflanze im Beginn ihrer individuellen Entwicklung zunächst von schuppenartigen Thalluslappen, den Phyllokladien, gebildet. Später erhebt sich aus diesen der Becher. Die Verjüngung geht im wesentlichen durch das Thallusschuppenstadium vor sich, wenn auch mehrere Arten, wie *Cladonia gracilis, Cl. crispata, Cl. verticillata* u. a. oft mehrere Becher übereinander bilden. Bei vielen am nächsten mit der *Cladina*-Gruppe vermittelnden, auf Moospolstern gut vorwärtskommenden Formen ist die Bedeutung der Thalluslappen sehr gering, oft sind sie gänzlich verschwunden *(Cl. gracilis, Cl. cornuta)*. Eine besondere Bedeutung nehmen die Thallusschuppen an den Podetien bei einigen im Waldschatten auf frischen Stationen gut fortkommenden Formen als Assimilationsorgane an *(Cladonia furcata var. pinnata* und *Cladonia turgida)*.

Schenkt man den Standortanforderungen der einzelnen Arten grössere Aufmerksamkeit, so kann man die *Cladonia*-Gruppe in folgende Untergruppen zerlegen.

a. Arten auf ± offenen, mineralstoffreichen Unterlagen:

Stereocaulon paschale — *Cl. pyxidata var. neglecta* (bisweilen auf Humus) — *Cl. coccifera var. stemmatina*
Cladonia verticillata — *Cl. alpicola* — *Cl. Floerkeana*

b. Arten die auf Waldboden unter Moos, *Cladina* u. a. ± vorkommensfähig sind:

Cladonia crispata var. infundibulifera
Cl. degenerans
Cl. gracilis
Cl. cornuta
Cl. furcata var. racemosa
Cl. furcata var. pinnata
Cl. turgida.

Gruppe 4. Erdkrustenflechten. Die letzte Gruppe von den auf dem Boden wachsenden Flechten bilden solche Flechtenformen, die an der Bodenunterlage festgewachsen sind und denen emporgerichtete assimilatorische und meist auch fructificative Organe ± fehlen. Wegen dieses ± krustenartigen Baus verbleiben die Arten dieser Gruppe sehr leicht im Schatten sämtlicher emporgerichteten Pflanzen und sind deshalb in den Wäldern äusserst spärlich anzutreffen und treten vornehmlich auf den trockensten Heiden, auf Brandflächen u. a. auf. Von hierher zu rechnenden Arten haben sich gefunden:

a. *Biatora granulosa*
B. uliginosa
Cladonia papillaria.
b. *Ichmadophila ericetorum* (auf Torfboden).
c. *Pannaria pezizoides* an frischen Stellen besonders auf humusbedeckten Steinen.

II Hauptgruppe.

Flechten auf Steinen, Stubben, auf dem Boden liegenden toten Baumstämmen, an Baumbasen und anderen Erhebungen, von der normalen Bodenfläche losgelöst.

Gruppe 5. Steinflechten. Wegen der geringen Bedeutung der dieser Gruppe angehörigen Flechten in den Waldsiedlungen sollen hier nur zwei Untergruppen unterschieden werden (eine genauere Einteilung könnte man auch hier nach Standortsanforderungen vornehmen):

a. Laubflechten. Blattartige, dorsiventrale, im allgemeinen umfängliche Flechten *(Parmelia centrifuga, P. conspersa, Gyrophora hyperborea).*

b. Stein-Krustenflechten *(Lecidea macrocarpa* u. a.).

Gruppe 6. Auf faulendem Holz und an Baumbasen wachsende Flechten (auf trockensten Heideböden und auf Hiebsflächen auch auf normaler Bodenfläche).

a. *Cladonia*-artige Flechten:

Cladonia deformis	*Cl. pyxidata var. chlorophea*	*Cl. carneola*
Cl. digitata	*Cl. crispata var. infundibulifera*	*Cl. bacilliformis*
Cl. cenotea		*Cl. botrytes.*
Cl. fimbriata		

b. Laubflechten. (*Parmelia ambigua*, *P. hyperopta*, *Cetraria aleurites*, *Peltigera canina* u. a.)

Gruppe 7. Auf trockenem grauem Holz vorkommende Flechten. (*Bacidia umbrina*, *Biatorella moriformis*, *Trachylia tympanella*, viele *Calicium*-Arten u. a.)

Gruppe 8. Auf verkohltem Holz vorkommende Flechten. (*Bilimbia melaena*, *Psora ostreata* u. a.)

Gruppe 9. Selbständig in ökologischer Beziehung ist auch *Coniocybe furfuracea*, die in kryptenartigen Höhlungen zwischen Baumwurzeln wachsend die einzige Flechtenart von den Probeflächen ist, die, vielleicht von einigen Stammepiphyten der Fichte und einigen *Lepraria*-Formen abgesehen, auf stark beschatteten Stellen auftritt.

III Hauptgruppe.

Epiphytflechten (teilweise Rindenparasiten).

Gruppe 10. Ähnlich wie sich unter den Bodenflechten eine Gruppe beobachten lässt, deren Arten von den Konkurrenten in der Weise ± unabhängig geworden sind, dass sie sich mit ihren langen, reichlich verzweigten Stengeln vor allem in die Luft ausbreiten, während ihre Verbindung mit der Wachstumsgrundlage unbedeutend ist, hebt sich unter den Epiphyten die Gruppe der Bartflechten heraus, bei denen die Befestigung an der Unterlage nur auf einer kleinen Fläche stattfindet.

Zur Bartflechtengruppe gehören folgende Arten von den Probeflächen:

Alectoria prolixa	*A. chalybaeiformis*	*Ramalina thrausta.*
A. implexa	*Usnea dasypoga*	
A. sarmentosa	*U. sublaxa*	

Wie unsere Darlegungen über die einzelnen Arten zeigen, haben obige Arten einigermassen verschiedene ökologische Eigenschaften. *Ramalina thrausta* z. B. tritt vornehmlich auf Fichtenzweigen auf und zeigt somit abweichenden Charakter von den anderen, die vornehmlich auf Kiefer, Fichte und, besonders die *Usnea*-Arten, auch auf älterer Birke begegnen.

Gruppe 11. Die kürzer gewachsenen, an der Grundlage etwas stärker befestigten *Usnea-* und *Alectoria*-Arten sowie im Anschluss an sie *Evernia-* und *Ramalina*-Arten bilden eine von den ersteren zu unterscheidende Gruppe von Epiphytflechten (die *Evernia*-Gruppe), die in mehrere ökologische Untergruppen zerfällt.

a. Vornehmlich auf Kiefern und Fichten in der Hauptsache auf trocknen Heiden begegnende Arten:

Evernia furfuracea *Alectoria nidulifera* *Usnea hirta.*

b. Vor allem auf Laubbäumen begegnende Arten:

Evernia prunastri *R. dilacerata* *U. comosa.*
Ramalina farinacea *Usnea glabrescens*

Anspruchsvoller in ökologischer Beziehung dürften die *Ramalina*-Arten sein, die nur höchst selten, z. B. auf Birken, wachsen, häufig dagegen auf Espe, Eberesche, Lärche und edlen Laubholzarten.

Gruppe 12. Als der *Peltidaea*-Gruppe entsprechende Gruppe der umfänglichen, scheibenartigen, eine ausgedehnte Festhaftungsfläche aufweisenden Flechten heben sich unter den Epiphyten die Flechten vom *Parmelia*-Typ ab. Auch diese Gruppe lässt sich nach dem ökologischen Charakter in mehrere Untergruppen einteilen.

a. Auf Nadelbäumen und Birke gut gedeihende Arten:

Parmelia physodes *C. caperata* *C. juniperina.*
Cetraria glauca

b. Auf Birke, Erle, Eberesche, (Lärche, höchst selten auf Kiefer) treten auf:

Parmelia olivacea *P. sulcata* *Nephromium tomentosum*
P. subaurifera *P. aspidota* *N. laevigatum.*

Auch *Lobaria pulmonaria var. isidiosa*, die im wesentlichen auf Eberesche und Salweide wächst, ist zu dieser Gruppe zu zählen.

c. Auf Espe und Eberesche: *Leptogium saturninum.*

Gruppe 13. Als folgende Gruppe lassen sich die fest an der Unterlage angewachsenen Laubflechten und mit starkem oberflächlichem Thallus versehenen Krustenflechten unterscheiden, deren ± scheibenartiger Thallus in noch grösserem Umfange an der Unterlage festgewachsen ist, jedoch noch deutlich aus einer einheitlichen oder

gelappten Scheibe besteht. In dieser Gruppe lassen sich folgende ökologische Untergruppen unterscheiden.

a. An Kiefer gut vorwärtskommende, aber auch auf Birkenstämmen, Fichtenzweigen u. ä. auftretende Arten:

Parmelia ambiqua
P. hyperopta
Mycoblastus sanguinarius
Ochrolechia subtartarea
O. pallescens var. parella.

b. Auf Espe, Eberesche, Erle und edlen Laubbäumen gedeihen:

Xanthoria parietina
Physcia obscura
Ph. stellaris
Ph. aipolia
Ph. grisea.

Gruppe 14. Als letzte Gruppe kann man sämtliche übrigen krustenflechtenartigen an Bäumen auftretenden Flechtenarten vereinigen. Da der Zusammenhang dieser Flechtenformen mit der Wachstumsunterlage meist besonders fest ist, wird das Auftreten derselben durch die Art der Unterlage noch schroffer als in den vorigen Gruppen auf bestimmte Holzarten eingeschränkt (Rindenparasiten). Am passendsten lassen sich folgende ökologische Untergruppen unterscheiden:

a. Auf borkigem Kiefernstamm:

Calicium glacellum
Biatora obscurella fo. heterella
B. leprodea
Lecanora subintricata.

b. Arten auf Fichtenrinde:

Arthonia scandinavica
Biatora albofuscescens
B. hypopta
*B. * helvola*
B. albohyalina
Biatorella difformis (auf Harz)
Catillaria tricolor
Bacidia arceutina
B. subacerina
Lopadium pezizoideum.

Calicium viride, *C. chrysocephalum* und *Buellia Schaereri* sind ausser auf Fichte auch auf Lärche sehr reichlich aufgetreten.

c. Arten auf Lärchenrinde:

Calicium trichiale
C. stemoneum
C. phaeocephalum
Biatora epixanthoidiza
B. turgidula fo. endopella
Psora ostreata
Lecanora umbrina
Buellia Schaereri.

d. Arten auf Birke:

Lecanora coelocarpa	*Biatora obscurella* * *fo. obscurata*	*Bacidia minuscula var. obscurior*
Pertusaria amara	*B. sylvana*	*Lecidea plebeja*
Buellia disciformis var. leptocline	*B. fuscescens*	*Campylacia epidermidis.*

e. Arten auf Grauerle, Eberesche und Birke:

Lecanora chlarona	*Pertusaria carneopallida*	*Buellia disciformis*
L. cateilea		*Biatora symmictera*
L. carpinea	*P. laevigata*	*Arthonia radiata.*

Einige nur ein oder ein paarmal angetroffene Arten traten ausschliesslich auf Erle auf. Solche sind *Lecanora varia fo. hypothetica*, *L. glaucella*, *Metasphaeria rhyponta*, *Pertusaria leioplaca var. octospora*, *P. multipunctata*, *Arthonia exilis*. Wären von diesen mehr Funde gemacht worden, so hätten diese sich wahrscheinlich auf mehrere, als ökologische Wachstumsunterlagen nahe verwandte Bäume verteilt, z. B. auf Eberesche, Ulme u. a., wie dies der Fall ist bei *Graphis scripta*, die zweimal auf Erle und dreimal auf Eberesche begegnete, oder *Opegrapha varia*, die ausser auf Erle auf *Ulmus* auftrat.

f. Arten auf Espe:

Bilimbia epixanthoides fo. microbola	*Lecania dimera*	*Pl. cerinellum*
	Placodium cerinum	*Pl. aurantiacum.*
Lecanora distans		

Von den letztgenannten verdient *Lecanora distans* die meiste Beachtung, da sie auf mehreren (4) Probeflächen auftrat. Das üblichste scheint gewesen zu sein, dass die auf Espe festgestellten Arten auch auf Grauerle, Eberesche oder Salweide, selten auf Birke oder Nadelhölzern, auftreten. Die Espe scheint so jedoch eine wichtige Stütze für das Auftreten folgender Krustenflechten zu bilden:

Lecidea glomerulosa	*Bilimbia obscurata var. microcarpa*	*Lecanora allophana*
Biatora erythrophaea		*Placodium gilvum.*
Bacidia affinis	*B. acclinis*	

g. Eine besondere Gruppe bilden die vornehmlich an Baumbasen auf Epiphytmoosen wachsenden Arten *Biatora vernalis* und *Bilimbia sphaeroides.*

Literatur.

ARNOLD, F.: 1898 u. 1900; Zur Lichenenflora von München. III. Der Wald· Ber. d. Bayer. Bot. Ges. 1898, 1900.

BACHMAN, E.: 1913; Der Thallus der Kalkflechten. II. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 31 S. 3—12.

— „ —; 1917; Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage. III. Ibidem Bd. 35. S. 464—476.

CAJANDER, A. K.: 1916; Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.

GALLØE, O.: 1908; Danske Likeners Økologi. Botanisk Tidsskrift. 28. Bind, 3. Hefte.

GALLØE, O. u. HAUCH, L. A.: 1925; Likener paa Bøgens Bark. Det forstlige Forsøgsvaesen i Danmark. 8. Bind, 2. Haefte.

LINDAU, G.: 1895; Lichenologische Untersuchungen. I. Über Wachstum und Anheftungsweise der Rindenflechten. Dresden.

LINKOLA, K.: 1918; Über den jährlichen Längenzuwachs einiger Parmelia und Parmeliopsisarten. Meddel. af Soc. pro fauna et flora fenn. Bd. 44. S. 153—158.

NIENBURG, W.: 1919; Studien zur Biologie der Flechten I—III. Zeitschr. für Bot. Bd. 11, S. 1—38.

NORRLIN, J. P.: (1) 1878; Symbolae ad floram Ladogensi-Karelicam. Meddel. af Soc. pro fauna et flora fenn. Bd. 2, S. 1—33.

— „ —: (2) 1871—1874 a.; Öfversigt af Torneå (Muonio) och angränsande delar af Kemi Lappmarkers mossor och lafvar. Notiser ur Sällsk. pro fauna et flora fenn. förh. 13. Häftet. Ny ser. 10. S. 271—349.

— „ —; (3) 1871—1874 b.; Några anteckningar till mellersta Finlands (n. v. Tavastlands) flora. Ibidem S. 421—436.

NYLANDER, W.: 1861; Lichenes Scandinaviae. Notiser ur Sällsk. pro fauna et flora fenn. förh. 5. Häftet. Ny. ser. 2.

DU RIETZ, G. E.: 1924; Die Soredien und Isidien der Flechten. Svensk Bot. Tidskr. B. 18, S. 371—396.

ROMELL, L-G.: 1922; Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran. Meddel. från statens skogsförsöksanstalt, Häfte 19, S. 405—451.

ROSENDAHL, F.: 1907; Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die braunen Parmelien. Nova Acta Acad. Leop. Bd. 87, S. 405—459.

RÄSÄNEN, V.: 1919; Pohjanmaan nevojen jäkäläkasvisto. Luonnon Ystävä 1919, s. 123—126.

— „ —: Suomen naavajäkälät. Luonnon Ystävä 1919, S. 5—12.

SERNANDER, R.: 1901; Om de buskartade lafvarnes hapterer. Bot. Notiser 1901.

TOBLER, FR.: 1925; Biologie der Flechten. Berlin.

VAINIO, EDV.: (1) 1878 a.; Lichenes in viciniis Viburgi observati. — Tietoja Viipurin seudun jäkäläkasvistosta. Meddel. af Soc. pro fauna et flora fenn. 2. Häftet, S. 35—72.

— „ —: (2) 1878 b.; Florula Tavastiae orientalis. — Havainnoita Itä-Hämeen kasvistosta. Ibidem. 3. Häftet, S. 1—121.

— „ —: (3) 1881 u. 1883; Adjumenta ad Lichenographiam Lapponiae fennicae atque Fenniae borealis. — Havainnoita Suomen Lapin ja Pohjois-Suomen jäkäläkasvistosta. I. Ibidem 7. Häftet, S. 77—182; II. Ibidem 10. Häftet, S. 1—230.

— „ —: 1887—1897; Monographia Cladoniarum universalis I—III. Acta Soc. pro fauna et flora fenn. Bd. IV, X u. XIV.

Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa.

I.

Tutkimuksia kasvilajien ekoloogis-bioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen.

C. Jäkälät.

(Suomenkielinen selostus.)

Samalla kun tämän tutkimuksen pohjana olevilla koealoilla tutkittiin edellisissä osissa käsiteltyjen putkilo- ja sammallajien esiintymissuhteita ja koetettiin selvitellä niihin vaikuttavia syitä, koottiin myös jäkälistä vastaavia havaintoja. Näiden havaintojen mukaan osoittautuvat seuraavat jäkälälajit olevan yleisyydeltään ja runsaudeltaan erikoisen huomion arvoisia:

Usnea dasypoga: runsas etenkin vanhoilla koivuilla, mutta myös kuusen oksilla, männyn rungoilla y. m. puulajeilla.

U. hirta: yleinen etenkin kuivien kankaiden männyillä.

Alectoria prolixa: etenkin havupuilla, mutta myös koivulla runsas.

A. implexa: samaan tapaan edellisen kanssa esiintyvä.

(A. nidulifera: mielenkiintoinen siksi, että keskittyy esiintymisessään kuivimmille kankaille.)

Ramalina farinacea: on, joskin joks. yleinen, kuitenkin, kuten muutkin *Ramalina*-lajit, sangen niukkana esiintyvä, haavan, raidan ja pihlajan rungolle luonteenomainen laji.

Evernia furfuracea: erittäin yleinen ja usein runsas männyillä ja kuusen oksilla, usein myös koivulla tavattava laji.

E. prunastri: yleinen ja runsas koivuilla ja lepillä, esiintyy kuitenkin myös kuusen ja lehtikuusen oksilla y. m.

Cetraria glauca: erittäin yleinen ja runsas, pääesiintymispaikkana koivun rungot, männyn rungot ja kuusen oksat.

C. caperata: hyvin yleinen, joskin niukka männyn tyvillä.

C. Islandica: yleinen, joskin tavallisesti niukkuutensa y. m. takia verrattain vähämerkityksinen laji kuivilla kankailla.

Parmelia ambigua ja *P. hyperopta:* etenkin edellinen kuuluu kaikkein yleisimpiin puiden (männyn, koivun y. m.) tyvillä tavattaviin jäkälälajeihin.

P. physodes: ilmeisesti tärkein epifyytti-jäkälälaji tutkittavana olleissa metsissä, joka aniharvalta puulta puuttuu. Kasvaa mäntyjen y. m. puiden rungoilla, kuusen oksilla j. n. e. usein suljettuna peitteenä.

P. olivacea ja *P. subaurifera* ovat tärkeitä epifyyttejä lehtipuilla.

P. sulcata: erittäin yleinen ja runsas etenkin koivulla y. m. lehtipuilla ja kuusen oksilla.

Lecanora-suvun rupijäkälistä ansaitsevat erikoisempaa huomiota *L. carpinea*, *L. chlarona* ja *L. cateilea* lepällä, *L. coelocarpa* koivulla.

Pertusaria amara: koivulla y. m. lehtipuilla.

P. carneopallida: etenkin lepillä ja nuorilla koivuilla.

Physcia-lajit ovat pääasiassa haavalla ja pihlajalla esiintyviä.

Buellia disciformis: ilmeisesti yleisin ja runsain rupijäkälälaji lehtipuiden, etenkin lepän kuorella.

Peltidaea aphthosa: tärkeä, maanpinnassa, kivillä ja puiden tyvimättäillä verrattain tuoreillakin kankailla viihtyvä laji.

Peltigera canina: edellisistä jonkunverran niukempi.

Leptogium saturninum: niukka, mutta luonteenomainen etenkin haavalle.

Cladonia digitata: etenkin mäntyjen tyvillä ja lahokannoilla esiintyvä laji.

Cl. deformis: samaan tapaan kuin edellinen esiintyvä, mutta kuitenkin sitä yleisempi myös normaalissa maanpinnassa etenkin palo- ja hakkuualoilla.

Cl. cenotea: edellisten tapaan esiintyvä ja niiden yleisyysluokkaan kuuluva.

Cl. furcata var. racemosa: normaalissa maanpinnassa kuivilla kankailla ja etenkin palo- ja hakkuualoilla.

Cl. furcata var. pinnata: tuoreemmissakin metsissä kivillä.

Cl. crispata: samaan tapaan kuin *Cl. cenotea* esiintyvä.

Cl. gracilis: kuivilla kangasmailla, ehkä yleisin *Cladonia*-laji, joka jonkunverran kestää kilpailua sammalienkin kanssa.

Cl. cornuta: edellisen seurassa yleinen.

Cl. fimbriata: paloaloilla runsas, vanhemmissa metsäkasvustoissa kivillä, puiden tyvillä, kannoilla j. n. e.

Cladina silvatica ja *Cl. rangiferina* kuivien kankaiden pintakasvillisuudessa tärkeitä; *Cl. alpestris* on kuivimmille kankaille keskittyvä.

Psora ostreata: luonteenomainen palaneilla männyn tyvillä ja kannoilla.

Biatora vernalis: tuoreenpuoleisissa metsissä puiden, etenkin haapojen tyvillä sammalilla.

Huomionarvoisia ovat kuitenkin monet muutkin koealoilla esiintyneet lajit, joiden esiintymissuhteista sivuilla 5—25 on selkoa tehty.

Jäkälien ekoloogisbioloogisista ominaisuuksista.

Luonteenomaista jäkälille on niiden heikko yhteys kasvualustan kanssa, mistä johtuu se, että jäkälät ovat välittömämmin ilmastollisista kasvupaikkatekijöistä riippuvia kuin korkeammat kasvimuodot. Varsinkin kosteusvaihtelut ovat tärkeitä. Ilman kuivuessa kuivaa jäkälä nopeasti ja lakkaa kasvamasta. Toisaalta kyllä voi jäkälä käyttää nopeasti hyväkseen vähäisenkin sateen tai kasteen tuoman veden, vieläpä ilman vesihöyryäkin. Jäkälien mukautuminen suuriin äkillisiin kosteusvaihteluihin tekee niille mahdolliseksi esiintymisen epäedullisemmilla kasvupaikoilla kuin putkilokasvit ja sammalet. Etenkin tuoreemmilla metsämailla onkin jäkälien haltuun jäänyt vain syrjäytetyimmät kasvupaikat, kuten kivien päällykset, puiden rungot y. m. s.

Ainoa kasvutekijä, mihin nähden jäkälät ovat vaateliaita, on valo. Vain jotkut harvat lajit, kuten rikinkeltainen *Coniocybe furfuracea* sietävät ankaraa varjostusta.

Metsämaa jäkälien kasvupaikkana.

Hakkuun tai metsäkulon takia avoimeksi joutuneelle metsämaalle leviää ensiksi vaatimattomimpia pienikokoisia rupijäkäliä ja Cladonioita tavattoman runsaasti. Vähitellen valloittavat niillä tilan suurempikokoiset jäkälä- ja sammallajit, ja lopulta säilyvät kilpailussa vain ne jäkälälajit, joiden kasvunopeus ja korkeus on jokseenkin yhtä suuri kuin metsäsammalien. Sellaisia lajeja ovat ennen kaikkea poronjäkälät, isot Peltigerat sekä harvat muut. Näille jäkälämuodoille on lisäksi ominaista se, että ne saattavat kasvaa rajattomasti korkeutta ja haaroittua tyviosan lahotessa vastaavasti. Tässä suhteessa ne muistuttavat läheisesti seuralaisiaan seinäsammalia. Kasvullinen uudistuminen ja leveneminen johtaa myös laikuttaiseen esiintymiseen, jollainen on esim. *Nephroma arcticum*'illa erittäin selvään havaittavissa. — Bioloogisesti heikoimmat jäkälämuodot, rupijäkälät, ovat kuitenkin, siirtymällä epifyyteiksi puille, suureksi osaksi vapautuneet voimakkaammista kilpailijoistaan normaalissa maanpinnassa.

Puut jäkälien kasvupaikkoina.

Jäkälien esiintymissuhteet puilla riippuvat niistä valo- ja kosteussuhteista, mitä eri puulajeilla ja eri paikoissa kasvavilla puilla on tarjottavanaan. Lehtipuilla ovat nämä tekijät edullisemmat kuin havupuilla. Siksi on lehtipuiden ja havupuiden jäkäläepifyyttikasvillisuudessa suuria eroavaisuuksia. Metsän reunapuut ovat usein edullisempien kosteussuhteiden vuoksi jäkälärikkaampia kuin kaikilta puolilta varjostetut puut, järven rannan puoleiset puunkyljet jäkälärikkaampia kuin maanpuoleiset j. n. e.

Puiden kasvuilmiöt aiheuttavat niinikään määrättyjä piirteitä jäkälien esiintymisessä, etenkin siksi, että jäkälät ovat hidaskasvuisia. Siksi nuorilla puilla, nuorilla oksilla ja kesivällä puunrungolla on vain vähän jäkäliä, kitukasvuisilla vanhoilla puilla ja kiintonaisella kuorella niitä on runsaasti.

Myös puulajilla on huomattava vaikutus, jonka johdosta eri puulajeilla esiintyy luonteenomainen jäkäläkasvillisuutensa. Sivuilla 34—44 on esitetty näistä suhteista saadut tulokset. Lajin riippuvaisuutta kysymyksessäolevasta puulajista on osoitettu merkeillä: I = pääasiassa tällä puulajilla, II = yhtä usein jollain toisella kasvupaikalla, III = pääasiassa muilla kasvupaikoilla, + = havaintoja riittämättömästi lajin kasvupaikkojen tarkempaan määrittelyyn.

Yhteenveto.

Lopuksi esitetään sivuilla 45—51 yhteenvetona metsäjäkälien ekologis-biologinen luokittelu. Pääluokat siinä on erotettu sen perusteella, esiintyykö kysymyksessä oleva laji normaalissa maanpinnassa, kohonemilla (kivillä, kannoilla, puiden tyvillä) vaiko epifyyttinä puilla. Kukin näistä pääryhmistä on jaettu ryhmiin etupäässä jäkälän ekologisen rakenteen mukaisesti, jolla etenkin eri lajien välisessä kilpailussa on suuri merkitys. Lisäksi on erotettu alaryhmiä huomioonottaen eri lajien lähemmät vaatimukset kasvualustan laatuun nähden. On kuitenkin lajeja, jotka voitaisi yhtä hyvin lukea kahteen tai useampaan näin saatuun ryhmään. Ryhmärajat eivät siis ole jyrkkiä.

Register der Flechten-Namen.

(**Fetter** Stiel = Hauptdarstellung; * = Abbildung)

Alectoria chalybaeiformis **5,** 36, 48.
— implexa **6,** 36, 38, 39, 40, 48, 54.
— nidulifera **5,** 6, 36, 37, 38, 49. — Ref. 54.
— nidulifera fo. simplicior **6.**
— prolixa **6,** 36, 38, 39, 40, 48. — Ref. 54.
— prolixa fo. subcana **6,** 39.
— sarmentosa **6,** 36, 38, 40, 48.
Arthonia exilis var. dispunctata **23,** 42, 44, 51.
— fusispora **24.**
— radiata fo. angustata **23,** 41, 42, 44, 51.
— scandinavica **23,** 37, 50.
Bacidia affinis var. melanotica **19,** 41, 43, 51.
— affinis var. chlorocheiloides **20.**
— arceutina **19,** 37, 50.
— atrogrisea **19,** 44, 51.
— minuscula var. obscurior **20,** 41, 51.
— subacerina **20,** 37, 50.
— umbrina **20,** 48.
Biatora albofuscescens **21,** 37, 50.
— albohyalina **21,** 37, 50.
— epixanthoidiza **21,** 39, 50.
— erythrophaea **22,** 41, 42, 43, 51.
— fuscescens **22,** 41. 51.
— granulosa **21,** 30, 47.
— hypopta **22,** 50.
— leprodea **22,** 36, 41, 50.
— lucida 28.
— obscurella fo. heterella **22,** 36, 37, 39, 50.
— obscurella fo. heterella * fo. obscurata **22,** 37, 41, 51.
— quercicola fo. cyanocalypta **22,** 51.
— quernea **22.**
— sylvana **22,** 41, 51.
— symmictera **22,** 36, 39, 41, 42, 51.
— symmictera fo. alnicola **22,** 42.
— turgidula fo. endopella **22,** 39, 50.
— uliginosa **21,** 30, 47.
— vernalis **21,** 41, 42, 43, 51. — Ref. 55.
— vernalis * helvola **21,** 37, 50.

Biatorella difformis **23.** 37, 50.
— moriformis **23.** 48.
— moriformis var. extensa **23.**
Bilimbia acclinis **20.** 43, 51.
— epixanthoides fo. microbola **20.** 43, 51.
— melaena **20.** 48.
— melaena fo. catillarioides **20.**
— melaena fo. decrustata **20.**
— obscurata var. microcarpa **20.** 43, 51.
— obscurata fo. vernaliformis **20.** 44.
— sphaeroides **20.** 41, 43, 51.
— sphaeroides var. carnella **20.**
Buellia disciformis **13.** 40, 43, 51. — Ref. 55.
— disciformis var. insignis fo. corticola **13.** 39.
— disciformis var. leptocline **13.** 41, 42, 51.
— disciformis var. major **13.**
— disciformis var. minor fo. microcarpa **13.** 37, 41, 42, 43.
— Schaereri **14.** 37, 39, 50.
— triphragmia **14.** 41.
Calicium chrysocephalum **24.** 37, 39, 50.
— glaucellum (= curtum) **25.** 36, 50.
— melanophaeum **24.**
— minutum **25.**
— phaeocephalum **24.** 39, 50.
— stemoneum **24.** 39, 50.
— subtile **25.**
— trabinellum **25.**
— trichiale **24.** 39, 50.
— trichiale fo. epruinosa **24.**
— viride (= hyperellum) fo. subathallina **24.** 37, 50.
— viride var. abbrevians **24.** 37, 39.
Campylacia epidermidis **25.** 41, 51.
Catillaria synothea **20.**
C. tricolor **20.** 37, 50.
Cetraria aleurites **8.** 36, 37, 48.
— caperata (= pinastri) **8.** 36, 38, 39, 40, 42, 49. — Ref. 54.
— chlorophylla **8.** 36, 38, 39.
— glauca **8.** 36, 37, 38, 39, 40, 42, 49. — Ref. 54.
— islandica **7.** 27, 45. — Ref. 54.
— juniperina **8.** 29, 44, 49.
— nivalis **7.** 45.
— saepincola **7.** 36, 38, 39.
Cladonia alpestris (= Cladina alp.) **15.** 16 *, 30, 45. — Ref. 55.
— alpicola **46.**
— bacilliformis **17.** 41, 48.
— bacilliformis var. scyphiphera **17.**
— botrytes **17.** 37, 48.
— cariosa fo. cribrosa **18.**
— carneola **17.** 37, 48.
— cenotea **19.** 36, 37, 39, 48. — Ref. 55.

— coccifera 30.
— coccifera var. stemmatina **16.** 46.
— coccifera var. pleurota **17.**
— cornuta **18.** 31, 37, 46, 47. — Ref. 55.
— crispata **19.** 37, 46, 55.
— crispata var. dilacerata **19.**
— crispata var. divulsa **19.**
— crispata var. infundibulifera **19.** 47, 48.
— deformis **17.** 37, 48. — Ref. 55.
— degenerans **18.** 47.
— delicata **19.**
— digitata 36, 37, 39, 48. — Ref. 55.
— digitata var. monstrosa **17.**
— fimbriata **17.** 28, 29, 36, 37, 38, 39, 41, 48. — Ref. 55.
— fimbriata var. apolepta fo. coniocraea **18.**
— fimbriata var. prolifera **18.**
— fimbriata var. radiata **18.**
— fimbriata var. simplex fo. minor **18.**
— fimbriata var. subulata **18.**
— furcata var. pinnata **19.** 28, 29, 30, 31, 46, 47. — Ref. 55.
— furcata var. racemosa **19.** 47. — Ref. 55.
— Floerkeana var. chloroides **17.** 30, 46.
— gracilis 29, 46, 47. — Ref. 55.
— gracilis var. dilatata **18.** 37.
— papillaria 47.
— pyxidata var. chlorophaea **18.** 37, 48.
— pyxidata var. neglecta **18.** 30, 46.
— rangiferina (= Cladina r.) **15.** 16 *, 29, 30, 45. — Ref. 55.
— silvatica (= Cladina s.) **15.** 16 *, 29, 30, 45. — Ref. 55.
— turgida **19.** 29, 46, 47.
— uncialis **15.** 45, 46.
— verticillata **18.** 30, 46.
Coniocybe furfuracea **25.** 28, 48. — Ref. 55.
Evernia furfuracea **6.** 36, 38, 39, 40, 49. — Ref. 54.
— furfuracea var. ceratea **6.** 36.
— mesomorpha **7.** 36, 39.
— prunastri **7.** 36, 38, 39, 40, 42, 49. — Ref. 54.
Graphis scripta **24.** 42, 51.
Gyalecta pallida **23.** 37.
Gyrophora hyperborea **5.** 47.
Ichmadophila ericetorum **12.** 47.
Lecania dimera **10.** 43, 51.
Lecanora allophana **10.** 43, 51.
— carpinea (= angulosa) **11.** 40, 42, 43, 51. — Ref. 55.
— cateilea **11.** 40, 43, 51. — Ref. 55.
— cateilea fo. carneoalbicans **11.** 42.
— cateilea fo. pallido-testacea **11.** 42.
— chlarona **11.** 39, 40, 42, 43, 51. — Ref. 55.
— cinerea 48.
— coelocarpa **10.** 35, 36, 39, 40, 42, 51. — Ref. 55.

— distans **11.** 43, 51.
— glaucella **11.** 42, 51.
— subfusca 39.
— subintricata **11.** 36, 50.
— umbrina 39, 50.
— umbrina fo. populina 10.
— varia fo. hypothetica **11.** 42, 51.
Lecidea glomerulosa **23.** 42, 43, 44, 51.
— macrocarpa var. meiosporella **23.** 47.
— plebeja **23.** 51.
Leptogium saturninum **15.** 42, 43, 44, 49. — Ref. 55.
Lobaria pulmonaria var. isidiosa **15.** 43, 44, 49.
Lopadium pezizoideum var. disciforme **20.** 37, 50.
Metasphaeria rhyponta var. submaculans **25.** 42, 51.
Mycoblastus sanguinarius fo. endorhoda 12, **23.** 36, 38, 41, 50.
Nephroma arcticum **14.** 30, 46. — Ref. 55.
Nephromium laevigatum **14.** 38, 41, 42, 43, 49.
N. tomentosum **14.** 38, 43, 49.
Ochrolechia pallescens var. parella **12.** 38, 50.
— pallescens var. tumidula **12.** 38.
— subtartarea **12.** 36, 41, 42, 50.
Opegrapha varia **24.** 42, 51.
Pannaria pezizoides (= brunnea) **15.** 47.
— pezizoides var. coronata **15.**
Parmelia ambigua **10.** 36, 38, 39, 40, 42, 48, 50. — Ref. 54.
— aspidota **9.** 40, 42, 49.
— centrifuga **9.** 47.
— conspersa **47.**
— hyperopta **10.** 36, 38, 40, 42, 48, 50. — Ref. 54.
— olivacea **9.** 29, 36, 38, 39, 40, 42, 49. — Ref. 54.
— physodes **9.** 9 *, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 49. — Ref. 54.
— subaurifera **9.** 38, 40, 42, 43, 49. — Ref. 54.
— sulcata **8.** 36, 38, 39, 40, 42, 43, 49. — Ref. 54.
— tubulosa **10.**
— vittata **10.** 36, 37, 38.
Peltidaea aphthosa **14.** 28, 29, 30, 46. — Ref. 55.
Peltigera canina **14.** 43, 46, 48. — Ref. 55.
— malacea **14.** 46.
— polydactyla **14.** 46.
Pertusaria amara **12.** 38, 41, 42, 43, 51. — Ref. 55.
— carneopallida **12.** 41, 42, 43, 51. — Ref. 55.
— leioplaca var. laevigata **12.** 42, 51.
— leioplaca var. octospora **12.** 42, 43, 51.
— multipunctata **12.** 42, 51.
Phlyctis argena **12.** 37, 43.
Physcia aipolia **13.**
— aipolia var. alnophila **13.** 43, 50.
— aipolia var. angustata **13.** 43.
— aipolia var. anthelina **13.** 43.
— grisea **13.** 43, 50.
— obscura fo. ciliata **13.** 50.

— stellaris 50.
— stellaris var. radiata 43.
— stellaris var. rosulata 43.
Placodium aurantiacum **13,** 43, 51.
— cerinellum **13,** 43, 51.
— cerinum (= Lecanora pyracea) **13,** 43, 51.
— gilvum (= Lecanora cerina) **13,** 43, 51.
— leucoleprosum **13,** 41.
Psora cladonioides **21.**
— Friesii **20**, 21.
— ostreata var. vulgaris **21,** 36, 37, 39, 48, 51. — Ref. 55.
Ramalina calicaris var. nervosa **6,** 43.
— dilacerata (= minuscula) **6,** 38, 39, 40, 41, 43, 49.
— farinacea **6,** 38, 39, 40, 41, 43, 49. — Ref. 54.
— thrausta 38, 41, 48.
Rhinodina sophodes **13,** 42.
Sphaerophorus fragilis 31.
Stereocaulon paschale **10,** 46.
Trachylia tympanella **24,** 48.
Usnea australis **5,** 38, 39.
— cinchonarum **5,** 38, 39.
— comosa **5,** 39, 40, 49.
— dasypoga **5,** 36, 37, 39, 40, 41, 48. — Ref. 54.
— glabrescens **5,** 37, 39, 40, 41, 49.
— hirta **5,** 36, 37, 40, 49. — Ref. 54.
— laricina 38.
— sublaxa **5,** 36, 37, 39, 48.
Varicellaria Kemensis **12,** 38.
Xanthoria parietina **13,** 29, 43, 50.
Xylographa parallela **23.**

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE WALDVEGETATION
IN
SÜD- UND MITTELFINNLAND

II

ÜBER DIE BEGRENZUNG DER SIEDLUNGEN

VILJO KUJALA

TUTKIMUKSIA METSÄKASVILLISUUDESTA ETELÄ- JA KESKI-SUOMESSA.
II. KASVUSTOJEN RAJOITTAMISESTA
SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI, 1925

VALTIONEUVOSTON KIRJAPAINO

Ich erlaube mir hiermit, Herrn Generaldirektor Professor Dr. A. K. CAJANDER, der auch die vorliegende Studie im Manuskript durchgelesen hat, für diese wertvolle Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

Der Verfasser.

Über die Begrenzung der Siedlungen.[1]

Problemstellung.

Nachdem die Biologie der verschiedenen repräsentativen Waldpflanzenarten im ersten Teil dieser Untersuchungen behandelt worden ist, gehen wir jetzt zur Behandllung der in Süd- und Mittelfinnland vorkommenden Waldpflanzensiedlungen und Pflanzenvereine über. Bevor jedoch mit einer ausführlichen Auseinandersetzung der Hauptfrage vorliegender Untersuchung begonnen wird, soll einiges über die bei der gegenseitigen Abgrenzung der Siedlungen zu befolgenden Prinzipien vorausgeschickt werden. In dieser Hinsicht konnten wir uns im umfassendsten Masse auf die Beobachtungen und Schlussfolgerungen stützen, welche in früheren, das Untersuchungsgebiet betreffenden, pflanzengeographischen und forstwissenschaftlichen, auf die Waldpflanzensiedlungen bezüglichen Schriften angeführt werden. Hier sei speziell auf die grundlegenden Arbeiten von CAJANDER und LINKOLA hingewiesen, in denen die wichtigsten Vegetationstypen des Gebietes zuerst behandelt worden sind. Da die Frage einer genaueren Bestimmung der Waldsiedlungsgrenzen bisher noch nicht ausführlicher untersucht ist, erschien es wünschenswert, diese wichtige Frage einer Spezialuntersuchung zu unterziehen. Obgleich meine genaueren Beobachtungen sich vorläufig nur auf einige Einzelfälle beziehen, erschien es mir trotzdem zweckmässig, die erzielten Ergebnisse schon jetzt zu veröffentlichen. Ich hoffe, dass sich mir späterhin Gelegenheit zu weiteren Beobachtungen, speziell in von der Kultur völlig unberührten Gegenden, besonders in Nordfinnland, bieten wird.

---

[1]) »Siedlung: ein gleichmässiger oder gleichmässig variierender, mehr oder weniger geschlossener Abschnitt der Pflanzendecke, welcher sich örtlich als ein abgeschlossenes Ganzes charakterisiert.» Siehe CAJANDER 1922. Die daselbst dargestellte Begriffseinteilung wurde in dieser Untersuchung befolgt.

Untersuchungsort und Methode.

Als Untersuchungsobjekt wurde ein einige ha grosses Gebiet in dem der forstlichen Versuchsanstalt gehörenden Versuchsrevier Punkaharju benutzt. Dieses Gebiet war vor etwa 70—90 Jahren zum grössten Teil eine Brandkulturfläche, hat sich aber darauf in wenigen Jahren bewaldet und im Verlauf der letztverflossenen Jahrzehnte einen annähernd natürlichen Zustand erreicht. Die Vegetation hat sich nämlich von der Kultur ziemlich unberührt entwickelt: von Hieben ist das Gebiet im grossen und ganzen, von Abweidung jedoch erst in den zwei letzten Jahren verschont gewesen.

Das Gebiet liegt am östlichen Ufer eines Sees und schliesst einen in der Richtung des Sees verlaufenden, anfangs allmählich, später aber sehr steil bis über 20 m ansteigenden Ås-Rücken (Kokonniemen harju) sowie einen hinter diesem befindlichen, steilabfallenden Hügel mit dazwischenliegenden frischeren Talsenkungen und eine recht ausgedehnte, ebene Sandheide ein. Der Boden besteht in dem Ås-Rückengebiet aus Kies, auf der Anhöhe und der ausgedehnten Heide aus Sand. Der Mineralboden in den Talsenkungen, auf dem Scheitel des Ås-Rückens und auf der Heide ist mit einer einige Zentimeter dicken Humusschicht bedeckt. An den Abhängen des Ås-Rückens aber, insbesondere an dem langen, nach dem See zu abfallenden Westgelände ist der Mineralboden zum grössten Teil jeder Humusschicht bar. Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind in den Talsenkungen am vorteilhaftesten. Insbesondere die Westabhänge sind trocken, denn dank ihrer Steilheit werden sie an taufreien und heissen Nachmittagen beinah senkrecht von der Sonne bestrahlt, und dazu kommt, dass sie weniger Regenwasser erhalten, da dieses meistens mit den Ostwinden fällt.

Die Hauptholzart ist in dem ganzen Gebiete die Kiefer. Nur ganz vereinzelte Birken und Fichten kamen an den frischesten Stellen vor. Schon bei oberflächlicher Untersuchung erwiesen sich die Verschiedenheiten der Pflanzendecke speziell zwischen den trockenen Abhängen und den frischen mullreichen Talsenkungen als recht gross. Auch zwischen der Vegetation der östlichen und westlichen Abhänge des Ås-Rückens ist hier, wie überhaupt auch sonst in Punkaharju, ein deutlicher Unterschied zu bemerken, und zwar ist die Vegetation des Ostabhanges des Ås-Rückens sehr viel üppiger als die des Westabhanges. Sogar die Vegetation der Nordabhänge ist entschieden reicher als die der trockenen Westabhänge.

Auf diesem Gebiet wurde mit Linienstäben eine Untersuchungslinie, und zwar eine vierteilige gebrochene Linie abgesteckt, welche senk-

recht an den Abhängen auf und ab verlief. Die Gesamtlänge der Linie betrug 322 m. Ihr Verlauf erhellt aus der Abbildung 1. Die Linie wurde in Teile von je 2 m eingeteilt. Um jeden Teilungspunkt wurde behufs genauer Untersuchung eine 50×50 cm grosse Probefläche gelegt. Desgleichen wurden rechts und links von diesen Probeflächen der Grundlinie in 2 m Entfernung von letzterer ebenfalls 50×50 cm grosse Probeflächen aufgenommen. Derart wurden 3 Parallelreihen von Probeflächen in 2 m Abstand voneinander erhalten (mit Ausnahme der Linieneckpunkte, wo der Abstand geändert werden musste). Die Grundlinie wurde nivelliert (siehe das Diagramm, auf

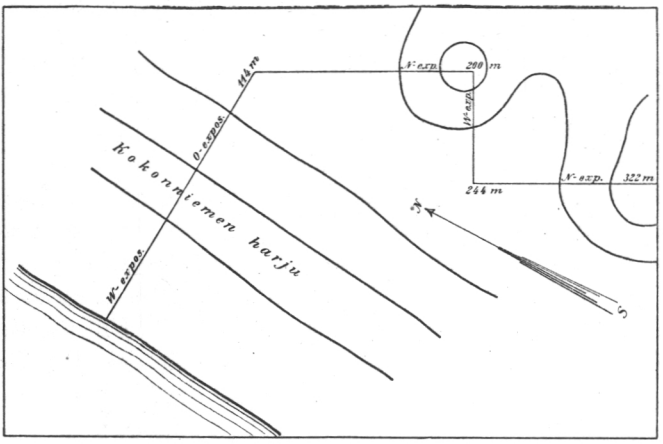


Abb. 1. Verlauf und Expositionsverhältnisse der Untersuchungslinien.

dem die Profillinie dargestellt ist). Die Profillinien der Seitenlinien wichen nur ganz unbedeutend von dem im Diagramm abgebildeten Hauptlinienprofil ab.

Zur Klarlegung der Verteilung der Pflanzenarten über das Gebiet wurden über die in jeder Probefläche auftretenden Pflanzenarten Notizen gemacht, desgleichen der Bedeckungsgrad in Zehnteln des Areals der Probeflächen geschätzt (niedrigster Grad 1). Ausserdem wurde das Auftreten der Arten auch in den zwischen den Probeflächen befindlichen Gebieten nach Augenmass abgeschätzt. Die Verbreitungsgrenzen der meisten Arten in der Gegend der Linien wurde detailliert aufgenommen. Diese Kontrolluntersuchungen bestätigten, dass das Bild, welches die an den Untersuchungslinien belegenen Probeflächen von der Verteilung und dem Auftreten der verschiedenen Arten lieferten, in allen Hauptpunkten wesentlich richtig und hinreichend war.

Die Beobachtungsergebnisse wurden derart in einer Tabelle angeordnet, dass ein Vergleich des Vorkommens einer jeden Art in den neben- und hintereinander liegenden Probeflächen möglich war.

Beobachtungen über die Gesetzmässigkeit der Verteilung der verschiedenen Pflanzenarten.

Vergleich der parallelen Linien.

Bei einer Prüfung der Beobachtungsresultate aus den Probeflächen lässt sich zuerst eine sehr grosse Übereinstimmung in betreff der Zusammensetzung der Vegetation der 3 Parallelflächen feststellen. Dies beweist, dass sämtliche wichtigsten Veränderungen im Vorkommen der verschiedenen Arten in senkrechter Richtung gegen die Linien vor sich gehen, was ja zu erwarten war, da die Linien senkrecht gegen die Oberflächenformen verlaufen. Die Bodenart-, Feuchtigkeits-, Expositions- u. a. Standortsverhältnisse, ebenso wie die geschichtlichen Verbreitungsfaktoren sind in nebeneinander liegenden Flächen in so hohem Grade einander ähnlich, dass die grosse Übereinstimmung in ihrer Vegetation ganz natürlich erscheint. Um die Ergebnisse in eine übersichtliche Form zu bringen, wurden die Angaben der Parallelflächen derart zusammengefasst, dass die den Bedeckungsgrad einer jeden Art angebenden Zahlen einfach addiert wurden (die grösstmögliche Bedeckungszahl war also 30, die kleinste 1). In dem Diagramm wurden dann das Vorkommen und die Bedeckungssumme der vorkommenden Pflanzenarten der drei Parallelflächen verzeichnet. Wenn man die ursprüngliche Tabelle sowie die abgeleitete Diagrammtabelle bei Beachtung des Vorkommens der verschiedenen Arten in dem Liniengebiet einer genaueren Prüfung unterzieht, gelangt man zu folgenden Resultaten:

Gesetzmässigkeit in der Vegetation, welche durch Unterschiede im Standortscharakter und durch den ökologischen Charakter der Pflanzenarten bedingt wird.

Untersucht man in der Natur oder auch an der Hand der Diagrammtabelle das Vorkommen und die Verteilung der Pflanzen verschiedener Arten auf den Probelinien, so bemerkt man, dass sie in dem Masse verschiedenartig verbreitet sind, dass sich nicht einmal zwischen zwei Pflanzenarten eine vollständige Gleichmässigkeit in ihrem Auftreten nachweisen lässt. Dagegen lässt sich eine augenscheinliche Analogie sowohl in der Verteilung als auch in der Variation des Bedeckungsgrades der verschiedenen Arten in weitem Masse feststellen. Man vergleiche z. B. die Diagramme folgender Arten:

Actaea spicata und *Orobus vernus*
Geranium silvaticum und *Oxalis acetosella*
Rosa cinnamomea, Festuca rubra und *Convallaria majalis*
Fragaria vesca und *Pteris aquilina*
Calamagrostis arundinacea und *Myrtillus nigra*
Pleurozium Schreberi und *Diacranum undulatum* usw.

Fragt man sich nun, was wohl die Ursache zu dieser Gleichförmigkeit der Verteilung ist, so scheint es sehr gut möglich, dass sie in der Gleichförmigkeit des ökologischen Charakters dieser gleichförmig auftretenden Arten gesucht werden muss. Demgemäss erwiese sich also in den untersuchten Fällen die Beschaffenheit des Standorts als der massgebende Faktor bei der Bestimmung des Vorkommens oder Fehlens von Arten. In wie hohem Masse die verschiedenen Pflanzenarten hier in der Weise auftreten, wie nach ihrem bekannten ökologischen Charakter zu erwarten war, geht aus folgender Beschreibung hervor. (Wir nehmen die Arten in derselben Reihenfolge, wie sie im Diagramm von unten nach oben gelesen aufgestellt sind.)

Galium triflorum: nach früheren Untersuchungen [1]) seinem Charakter nach eine obligate Hainpflanze, welche u. a. in *Aegopodium*-Hainen auf Verwitterungsabhängen vorkommt. Kommt auch hier in einem derartigen kleinen Gebiet vor.

Actaea spicata: eine Hainpflanze wie die vorige, kommt an gleichen Stellen vor.

Orobus vernus: seinem Charakter nach hainpflanzenartig, jedoch anspruchsloser und verbreiteter als die vorige Art. Kommt ähnlich wie diese, wenn auch in einem etwas grösseren Gebiete vor.

Geranium silvaticum: eine Pflanze von recht ausgeprägtem Hainpflanzencharakter, welche jedoch bedeutend anspruchsloser als die vorgenannten Arten ist. Auf den Untersuchungslinien kam sie zusammen mit denselben vor, war jedoch in den frischen Tälern mehr verbreitet und kam auch auf den Ås-Rückenabhängen höher vor als die vorigen.

Aegopodium podagraria: eine echte Hainpflanze. Kommt nur fleckenweise an den fruchtbarsten Stellen des zweiten Tales vor.

Oxalis acetosella: ein Pflanzenart der Haine und fruchtbarer, frischer Waldböden. Kommt hauptsächlich ebenso wie *Geranium* vor, klettert jedoch z. B. an den schattigen N-Abhängen ziemlich hoch hinauf (bis etwa 175—180 m und 265—270 m vom Linien-Anfangspunkte, wie aus dem Diagramm hervorgeht).

Platanthera bifolia: Halbhainpflanze. Kommt in der zweiten Senkung vor.

---

[1]) Hier, wie auch bei den Erklärungen der folgenden Arten, stütze ich mich ausser auf meine eigenen Untersuchungen vor allem auf die Untersuchungen Linkola's, 1921.

Veronica chamaedrys: Halbhainpflanze, Übereinstimmung im Auftreten z. B. mit *Geranium* feststellbar.

Rubus idaeus: eigentlich eine Hainpflanze, welche nach LINKOLA ebenfalls auf fruchtbaren Felsen gut gedeiht. Dementsprechend kommt sie hier auf frischem Hainboden vor, wächst jedoch ebenfalls gern auf trockenen, fruchtbaren Abhängen, deren Wärme- und Verwitterungsverhältnisse denjenigen auf Felsenboden ähnlich sein dürften.

Rosa cinnamomea: ursprünglich am häufigsten in trockenen Hainen verbreitet. Demgemäss gedeiht sie hier in ununterbrochenen Flecken in hainartigen Siedlungen auf dem ziemlich trockenen Scheitel des Ås-Rückens, kommt aber nicht auf den tiefer liegenden frischen Hainböden, wenigstens nicht ebenso reichlich vor.

Poa nemoralis: eine speziell in trockenen Hainen und auf fruchtbaren Felsen gedeihende Art. Hier kommt sie auf den besonders steilen, sonnigen W-Abhängen vor, auf denen auch die ihr in vieler Beziehung ökologisch verwandten *Carex digitata, Viola rupestris, Campanula rotundifolia, Astragalus alpinus, Oxytropis campestris* wachsen.

Vicia sepium: nach LINKOLA ursprünglich auf fruchtbaren frischen Waldböden (OMT) und auf Hainböden. Auf den Probeflächen der Grundlinie kam sie auch nur in dem frischen Tale und auf den fruchtbaren O-Abhängen vor. Sie dürfte eventuell, wenigstens soweit es auf den Standortsverhältnissen beruht, auch z. B. in dem anderen Tale gedeihen, wo sie jedoch fehlte.

Melica nutans: eine Hainpflanze, welche ebenfalls auf trockneren Hainböden vorkommt. Demgemäss ausser in den Talsenkungen auch reichlich auf dem fruchtbaren O-Abhang des Ås-Rückens.

Carex digitata: ihrer Natur nach eine Art des fetten, frischen Waldbodens, welche sich jedoch gerne auf fruchtbaren Verwitterungsabhängen und auch auf trocknerem Boden verbreitet. Dementsprechend wächst sie hier vorzugsweise auf Hainboden, gedeiht jedoch auch auf den steilen W-Abhängen zusammen mit *Poa nemoralis* u. a.

Luzula pilosa: ihren Eigenschaften nach anspruchsloser als die vorige, jedoch schon auf ziemlich trockenem Boden wenig verbreitet. Ist in trockenen Hainen bei weitem nicht so lebenskräftig wie die vorige und kommt demnach nur äusserst spärlich auf den trockensten W-Abhängen vor.

Majanthenum bifolium: auf frischen, speziell auf fruchtbaren Waldböden allgemein verbreitet, in trockenen Hainen und auf dürrem Heideboden weniger häufig. Demnach erscheint sie in den Tälern reichlich, fehlt auf den trockenen Abhängen und ist auf den dürftigen ebenen Sandheiden nur spärlich zu finden.

Pyrola secunda: ihrem Charakter und im allgemeinen auch ihrem Auftreten nach hier der vorigen ähnlich. Scheint jedoch auf den Ås-Rückenabhängen etwas reichlicher als die vorige Art aufzutreten und weicht in dieser Beziehung einigermassen auch von der gewöhnlichen Art ihres Vorkommens ab.

Pyrola uniflora: eine Pflanzenart des üppigen frischen Waldbodens. Kommt hier nur sehr spärlich auf den niederen Abhängen, auf vielleicht etwas trocknerem Boden als normal vor. Möglicherweise ist der ökologische Charakter dieser ebenso wie der vorstehenden Art noch nicht genügend klargelegt.

P. minor: eine insbesondere auf frischem Waldboden reichlich auftretende Art. Kommt demgemäss auch hier nur in den frischen Tälern vor.

Fragaria vesca: vorzugsweise auf fruchtbarem Boden und auf solchem auch in Hainen auf trockenem Boden und auf Verwitterungsabhängen wachsend. Kommt hier reichlich auf fruchtbarem Boden der Haine und auf den fruchtbaren O-Abhängen sowie auf dem Scheitel des Åsrückens vor.

Pteris aquilina: auf den Hain- und frischen Waldböden weit, auf trockenen Heidewaldböden spärlich verbreitet. Tritt hier dementsprechend auf.

Viola rupestris: eine Art speziell der trockenen Haine und der fruchtbaren Felsen. Gedeiht demgemäss hier reichlicher auf den trockenen W-Abhängen, jedoch spärlich auch im Tale.

(V. sp.: schwer bestimmbare Sippen, wahrscheinlich Bastardformen von *V. canina* und *V. rupestris.)*

V. canina: auf etwas frischerem Boden als z. B. *V. rupestris;* fehlt demgemäss auf den trockensten W-Abhängen, ist reichlich in den Tälern vorhanden.

Lathyrus pratensis: nach LINKOLA vorzugsweise in trockenen Hainen zu Hause, auf frischen Hainböden seltener. Dementsprechend dürfte die Art hier in den Ås-Rückenhainen ursprünglich sein, und ihr reichliches Vorkommen in den tiefer belegenen Tälern ist zweifellos der Kultur zuzuschreiben (Brandkulturrelikt). In gleicher Weise wie sie sind hier folgende ökologisch ihr ähnelnde, die Brandkulturflächen bevorzugende Arten verbreitet: *Veronica officinalis, Vicia cracca, Pimpinella saxifraga, Agrostis vulgaris, Achillea millefolium, Hypericum quadrangulum, Festuca rubra, Orchis maculatus, Pilosella, Potentilla tormentilla,* und ausserdem dürften *Antennaria dioica* und *Calluna vulgaris* zum Teil ebenfalls durch Kultur an ihren Wuchsstellen verbreitet sein; jedoch konzentrieren sich letztere im Gegensatz zu ersteren ihrer Natur gemäss an den trockensten Stellen.

Lycopodium selago: charakteristisch für sehr frische Waldböden. Kommt daher auch hier nur in den frischesten Senkungen vor.

Trientalis europaea: charakteristisch für einigermassen frische Waldböden. Tritt hiermit übereinstimmend auf.

Solidago virgaurea: stimmt mit vorstehender Art überein.

Rubus saxatilis und *Calamagrostis arundinacea:* weit verbreitete Waldpflanzen, die jedoch nur selten und spärlich auf trockenen und dürftigen Heiden gedeihen. Hiermit übereinstimmend treten sie auch hier auf.

Myrtillus nigra: schliesst sich den vorigen an, verbreitet sich jedoch weniger reichlich auf steilen humusarmen Abhängen.

Vaccinium vitis idaea: die gewöhnlichste und meistverbreitete Gefässpflanzenart Finnlands. Dementsprechend kommt sie auch

hier überall vor. Ungleichförmigkeit im Vorkommen ist meist in den Haingebieten zu bemerken.

Linnaea borealis: eine der häufigsten Waldpflanzen. Fehlt hier nur auf dem einen W-Abhang.

Melampyrum pratense: ausserordentlich häufig an allen hier in Frage kommenden Standorten, — einigermassen gleichmässig über das Gebiet verbreitet.

M. silvaticum: charakteristisch ist die Spärlichkeit dieser Art auf trockenen Böden, wo die vorige Art noch reichlich auftritt. Demgemäss hier nur in den Talsenkungen.

Lycopodium complanatum: eine Art der trockenen Heiden. Hier demnach auf dem N-Abhang des Ås-Rückens.

(Archieracium: wird ihres grossen Formenreichtums wegen hier nicht besprochen.)

Von den drei *Pyrola*-Arten: *P. media, P. chlorantha* und *P. umbellata* ist bekannt, dass die erste auf frischeren Böden als die beiden letzteren und zwar *P. umbellata* auf trockneren Böden als *P. chlorantha* gedeiht. In Uebereinstimmung hiermit treten die Arten auch hier auf.

Hieracium umbellatum: ursprünglich speziell in trockenen Hainen, jedoch auch auf gewöhnlichen Waldböden zu Hause. Kommt dementsprechend auf den Abhängen und auf dem Scheitel des Ås-Rückens mit Ausnahme der trockensten W-Abhänge vor. Fehlt allerdings nicht vollkommen in den Tälern.

Calamagrostis epigea: nach LINKOLA in trockenen Hainen und auf trockenen Heiden zu Hause. Tritt allem Anschein nach infolge von Kultureinflüssen (zum Teil Brandkulturrelikt?), für die die Art empfänglich ist, einigermassen unregelmässig auf.

Convallaria majalis: eine auf warmen Abhängen, insbesondere auf fruchtbarem Boden gern wachsende Art; wird jedoch sehr allgemein auch auf gewöhnlichen Waldböden verbreitet angetroffen. Dementsprechend kommt die Art auch hier am reichlichsten in den Hainen und auf den Abhängen des Ås-Rückens, jedoch auch in dem einen Talgrunde vor.

Polygnatum officinale: in noch höherem Masse als die vorige Art auf trockene Hainabhänge und Felsen konzentriert. Demnach kommt sie auch hier ausschliesslich auf dem Åsrücken vor.

Astragalus alpinus: charakteristisch für Ås-Rückenabhänge. Dementsprechend hier vorkommend. Der Fleck auf den in 120 m Abstand vom Anfangspunkt befindlichen Probeflächen dürfte sein Vorhandensein Kultureinflüssen verdanken (neben einem Fusspfade).

Campanula rotundifolia: charakterisch für Felsen und trockene Abhänge; dementsprechend hier auf den trockenen W-Abhängen und in den Ås-Rückenhainen auf dem Scheitel des Åses. Eventuell dürfte auch diese Art durch Kultureinflüsse verbreitet sein.

Equisetum hiemale: auf trockenen Sandheiden heimisch; demnach auch hier auf trockenem Ås-Rückenabhang.

Antennaria und *Calluna:* siehe *Lathyrus pratensis.*

Arctostaphylos uva ursi: auf offenen, sandigen Abhängen und Felsen heimisch. Demgemäss hier auf dem trockensten W-Abhang.

Pleurozium Schreberi: die gewöhnlichste und verbreitetste Waldmoosart. Demgemäss das in dem Gebiet am reichlichsten vertretene Moos, am spärlichsten in den Haingebieten.

Hylocomium proliferum: hier wie die vorige Art auftretend, jedoch bedeutend spärlicher an den allertrockensten Stellen, was mit seinem im allgemeinen spärlichen Vorkommen auf den trockensten Heiden gut übereinstimmt.

Dicranum undulatum: eines der gewöhnlichsten Waldmoose auf trockenen und halbtrockenen Heidewaldböden. Kommt dementsprechend auch hier vor.

Im Gebiete zwischen den Abständen 185 und 202 m vom Linien-Anfangspunkt kam *Dicranum undulatum* sehr reichlich vor, während *Hylocomium proliferum* und *Pleurozium* in diesem Gebiete sehr spärlich waren. Es ist anzunehmen, dass das knappe Vorkommen dieser Art eine Voraussetzung für die Reichlichkeit jener war. Auch das Vorkommen von *Calluna* in diesem Gebiete ist auffallend. Allem Anschein nach ist *Calluna* hier nicht die Ursache des abweichenden Vorkommens der Moose.

Dicranum scoparium: nach allen Angaben allgemein auf Waldboden. Hier auffallend gleichmässig verbreitet.

Rhytidiadelphus triquetrus: auf fruchtbarem Waldboden heimisch; kommt demgemäss hier auf den fruchtbarsten Böden vor.

Brachythecium curtum und *salebrosum:* In Wäldern auf feuchten, insbesondere fruchtbaren Böden gemein, demgemäss auch hier vertreten.

Cladina spp.: charakteristisch an den trockensten Stellen und demnach auf den W-Abhängen gedeihend.

Es lässt sich also feststellen, dass, abgesehen von vereinzelten »zufälligen» Ausnahmen, die verschiedenen Pflanzenarten in diesem Falle durchaus in einer, durch ihren ökologischen Charakter vorausgesetzten Weise verbreitet auftreten. Eine bemerkenswerte Ausnahme bietet nur der Umstand dar, dass sie — wohl teils als Folge der Konkurrenz, teils der noch nicht vollzogenen Wanderung — nicht an sämtlichen Stellen und in sämtlichen Gebieten auftreten, wo sie mit Hinsicht auf die Standortsbeschaffenheit gedeihen könnten.

Durch das fleckenweise Vorkommen der Pflanzenarten bedingte Gesetzmässigkeit der Vegetation.

Nun lässt sich bei einer genaueren Prüfung des Auftretens verschiedener Arten in der Natur, jedoch auch in den Diagrammen, eine gewisse Gesetzmässigkeit bemerken, die offenbar nicht von dem Standorte herrührt. Verschiedene Arten treten nämlich augenschein-

lich oft auch an für sie geeigneten Standorten ungleich auf: so gibt es Gebiete, auf denen eine Art in ununterbrochener Fülle vorkommt, neben anderen, auf denen sie ganz fehlt.

Das ungleichmässige, besonders das fleckenweise Auftreten von Pflanzenarten ist eine allgemein bekannte Erscheinung, deren Charakter und Ursachen in bezug auf verschiedene Waldpflanzen ich auf Grund meiner Beobachtungen beschrieben habe (KUJALA 1926, siehe auch 1924, S. 9—, Referat S. 273—274). Speziell führt die vegetative Verbreitung zur Fleckenbildung (*Empetrum*, *Myrtillus*, *Linnaea*, *Trientalis*, *Majanthemum*, *Cornus suecica*, *Stellaria nemorum* usw.). Jedoch können auch sich durch Samen reichlich verjüngende und verbreitende Pflanzenarten in ganz ausgesprochen deutlichen Flecken auftreten, besonders wenn die Verbreitung der Samen gering ist, wie z. B. meine Untersuchungen über *Oxalis acetosella* darlegen. Auch zahlreiche solche Arten, welche ununterbrochen vorkommen, wie z. B. *Vaccinium vitis idaea*, gehören eigentlich zu den fleckenweise auftretenden Arten, obgleich die Flecken zusammenfliessen und so ineinander übergegangen sind, dass ihre Grenzen nicht mehr unterschieden werden können.

Vom Standpunkt der vorliegenden Untersuchungsaufgabe aus ist es von Bedeutung, die Frage zu entscheiden, welches Gewicht bei der Abgrenzung der Siedlungen diesen Fleckenbildungen beizumessen ist und wie man sich also bei der Aufstellung der Siedlungsgrenzen zu ihnen verhalten soll. Bei einer Behandlung dieser Frage kommen uns die in der vorerwähnten Untersuchung zu Tage getretenen, ebenso wie die aus den Diagrammen hervorgehenden Tatsachen in hohem Masse zu gute.

Charakteristisch für die Fleckengrenzen ist, dass sie meistens verhältnismässig unabhängig von den Standortsverhältnissen sind. Dies ist verständlich, wenn man nach der Entstehung des Fleckens forscht. Letzterer entsteht oft aus einem einzigen Pflanzenindividuum, welches sich langsam in der Umgebung ausbreitet. Da das Vorkommen des Individuums innerhalb der Grenzen der für die Art geeigneten Lokalität willkürlich ist, so sind demgemäss ebenfalls Platz und Grenzen des durch das Individuum entstandenen Fleckens willkürlich. Auch in Fällen, wo die Fleckengrenze die ökologische Grenze tätsächlich allmählich erreicht hat, tritt die Art an der Grenze des Fleckens, sozusagen dank dem organographischen Bau der Art »ebenso reichlich» wie auf dem Optimalgebiet des Fleckens auf. So grenzt sich der Flecken scharf ab. Darüber, ob der Flecken sich bis an die Grenze der geeigneten Lokalität ausbreitet, erhält man also keine Klarheit, wenn man nur den Standort in der allernächsten Umge-

bung der Grenze untersucht, sondern man sollte seine Aufmerksamkeit eher auf das Optimalgebiet des Fleckens richten und dasselbe mit dem Grenzgebiet und mit der benachbarten, ausserhalb des Grenzgebietes liegenden Lokalität vergleichen.

Viele Fleckenbildungen dürfte man demnach als geschlossene, organographische Einheiten betrachten, welche man mit einer gewissen Berechtigung u. a. mit einem Baumindividuum vergleichen könnte. So hat man z. B. auf den Fjeiden Nord-Finnlands Gelegenheit, teppichartige Fichten zu sehen (auf dem Fjeld Nuorunen in Kuusamo, siehe HEIKINHEIMO 1920 S. 22). Ein jeder Fichtenteppich entspricht kaum mehr als einem Fichtenindividuum, dessen Stamm vollständig verschwunden ist, dessen untere Zweige bis zur Erde gesunken sind, hier mit Adventivwurzeln Boden gefasst und von nun an ein reiserartiges Leben zu führen begonnen haben, wodurch der Wuchsraum erheblich grösser geworden sein kann, als es bei einer aufwärts strebenden Fichte der Fall gewesen wäre. Es lässt sich nun z. B. zwischen *Empetrum*-Flecken und derartigen Fichtenteppichen kein prinzipieller Unterschied finden. Die Lokalisierung beider in der Natur ist gleichartig, die Begrenzung beider ist durch gleichartige Gesetze bestimmt, in beiden Fällen gleich wenig durch die Verschiedenheiten des Standorts bedingt.

Im Vorkommen der Pflanzen sind also solche Züge zu unterscheiden, welche vorzugsweise von der Pflanze selbst und zwar von ihrer sowohl ungeschlechtlichen als auch von der geschlechtlichen Vermehrung in Verbindung mit der Ausbreitungsart der Samen herrühren, neben solchen, welche hauptsächlich durch die Standortsbeschaffenheit und den Gesamteinfluss der zwischen den Pflanzen stattfindenden Konkurrenz bedingt sind. Die Siedlungsgrenzen sind vorzugsweise als ein Resultat von Ort zu Ort schroffer oder allmählicher veränderter Standortsverhältnisse und der Konkurrenz der Pflanzen anzusehen. Die Flecken innerhalb derselben Siedlung sind wenigstens im allgemeinen eine Folge der Verbreitungstendenz — entweder auf geschlechtlichem oder gewöhnlich auf ungeschlechtlichem Weg — der Individuen der mehr oder weniger »gesellig» auftretenden Pflanzenarten und des Widerstandes, welchen die anderen Pflanzen am Platze leisten. In Anbetracht der Langsamkeit der Verbreitung der Pflanzen besonders auf gewöhnlichem, ungeschlechtlichem Wege (durch Stolonen, Rhizome usw.) sowie der Tatsache,

dass die Zeit, welche den Pflanzen hierzu zur Verfügung stand, in bebauten Gegenden meistens ziemlich kurz war (z. B. in dem hier zu behandelnden Falle höchstens 70—90 Jahre), sind die Pflanzengrenzen in der Natur keineswegs alle als definitive Grenzen zu betrachten. Im Gegenteil vergrössern sich besonders die Flecken von

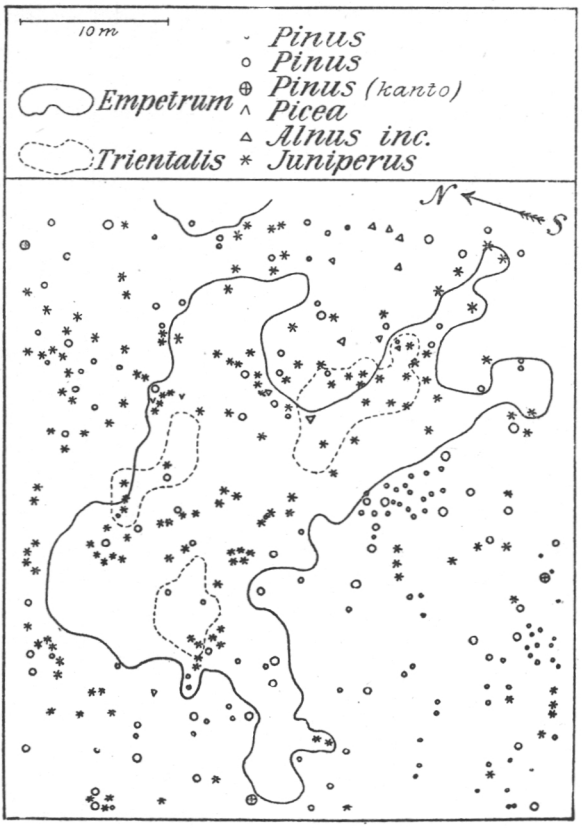


Abb. 2. *Empetrum*- und *Trientalis*-Flecken auf trockenen Kiefernheiden aus dem Versuchsgebiet von Weikkola auf dem Karelischen Isthmus.

Jahr zu Jahr, bis zuletzt die, wenigstens temporäre, Gleichgewichtslage erreicht worden ist.

Bei einer Untersuchung der Siedlungen muss man also jeder Art den Spielraum geben, welchen sie braucht, um in der ihren Arteigenschaften entsprechenden Weise: einzeln (etwa mit charakteristischsten Zwischenräumen), gruppenweise, fleckenweise usw. auftreten zu können. Derart würden die verschiedenen Arten bei weitem gleich-

wertiger erscheinen, wohingegen eine, möglichst grosse Homogenität und Konstanz auf kleinster Fläche erstrebende Behandlung der Vegetationbeschränkung leicht zu der Ansicht führen könnte, dass nur einige wenige, und zwar vorzugsweise die bei der Ausscheidung der Flecken schon im voraus ausersehenen Pflanzenarten auf soziologisch gesetzmässige Weise aufträten und dass nur ein Teil der Pflanzendecke gesetzmässigen Siedlungen angehören würde.

Wenn man die Diagramme untersucht, bemerkt man bald, dass, wenn man die Fleckengrenzen als Siedlungsgrenzen behandelte, die Menge der auszuscheidenden Siedlungen beinah beliebig würde, und zwar schon darum, weil die Fleckengrenzen verschiedener Pflanzenarten selten zusammenfallen. Viele dieser Grenzlinien würden sogar in ganz willkürlicher Weise Flecken anderer Pflanzenarten, also biologische Einheiten einer anderen Teilungsbasis zerteilen. Dass es sich hier nicht nur um ein scheinbares Phänomen handelt, ging des öfteren aus meinen, das Vorkommen der verschiedenen Arten betreffenden, detaillierten kartographischen Untersuchungen hervor. Dies beweist z. B. die Karte Abb. 2 über das Verhältnis der *Empetrum*- und *Trientalis*-Flecken zueinander.

Durch die gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen bedingte Gesetzmässigkeit der Vegetation.

In der obenerwähnten Untersuchung sind zahlreiche Beispiele für das Vorkommen von Pflanzen angeführt, die von dem gegenseitigen Einfluss der Pflanzen aufeinander herrühren. Beachtenswert ist z. B. die Bedeutung, welche der Baumvegetation für die Niedervegetation zukommt. Die Vegetation unter einem Baumbestand weicht oft von derjenigen eines abgeholzten offenen Gebietes erheblich ab. Unzweifelhaft haben auch in dem vorliegenden Falle die Beschattung des Kiefernwaldes, Streuabfall usw., weil der Niedervegetation ein charakteristisches Gepräge verleihend, eine gewisse Bedeutung, die vom pflanzensoziologischen Standpunkt aus durchaus beachtet werden muss. Wenn in einem gewissen Teil des Gebietes z. B. die Fichte als dominierende Holzart aufträte, würde dies wahrscheinlich eine derartige Verschiedenheit der Vegetation verglichen mit der eines Kiefernwaldes zur Folge haben, dass man verschiedene Siedlungen in den von diesen verschiedenen Holzarten beherrschten Gebieten unterscheiden könnte. (Man verwechsle nicht die Begriffe Siedlung und Pflanzenverein mit dem Begriff Vegetationstypus!).

Der Einfluss der Bäume auf die Niedervegetation zeigt sich schon darin, dass die Vegetation unter einem einzelnen Baume von der Vegetation der Umgebung abweicht. Ich führe als Beispiel aus meinen früheren Beobachtungen einen Fall an, wo *Phegopteris dryopteris* unter grossen Fichten reichlich, in den Zwischenräumen spärlicher vorkam, Reiser dagegen wiederum reichlich in den Zwischenräumen wuchsen und unter den Fichten fehlten (Abb. 3). Un-

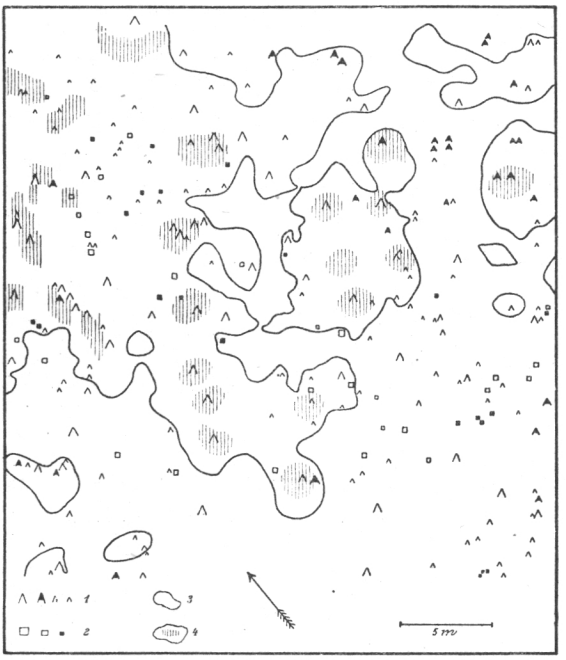


Abb. 3. Anhäufung von *Phegopteris dryopteris* auf den unter Fichten befindlichen reiserlosen Stellen. Frischer Waldboden (OMT) in Kalajoki. 1 = *Picea excelsa*, 2 = *Betula alba*, 3 = *Phegopteris dryopteris*-Flecke, 4 = dichter *Phegopteris*-Bestand ohne Reiser.

zweifelhaft hat ein jedes Pflanzenindividuum einen bestimmten Einfluss auf die Vegetation seiner Umgebung, indem es entweder die Lebensbedingungen der anderen Pflanzenarten mehr oder weniger modifiziert oder auch direkt auf sie einwirkt.

Ist der Pflanzenart nun, wie dem Baum, eine erheblichere Grösse oder Fleckenbildung oder überhaupt ein dichter Wuchs eigen, so tritt der Einfluss der Art selbstverständlich deutlicher zu Tage; es kann z. B. auf dem Gebiete eines Primärfleckens oder eines grösseren Pflanzenindividuums Fleckenbildungen der übrigen Vegetation zur Folge haben.

Eine derartige Wechselwirkung im Vorkommen der verschiedenen Pflanzen lässt sich auch aus den Diagrammen nachweisen. So beruht z. B. das spärliche Auftreten von *Pleurozium Schreberi* in den Talsenkungen offenbar auf dem Einfluss, den eine durch die Kraut- und Grasnarbe und speziell durch abgestorbene Blätter bedingte Beschattung u. a. ausübt und welcher insbesondere in üppigen Kraut- und Grasteppichen zu beobachten ist. Das reichliche Auftreten von *Brachythecium curtum* in diesen Gebieten hängt wiederum augenscheinlich mit der Spärlichkeit von *Pleurozium* zusammen usw.

Welche Bedeutung wäre also bei einer Unterscheidung und Einteilung der Siedlungen den durch den gegenseitigen Einfluss der Pflanzen bedingten Vegetationsbildungen beizumessen?

Solche Fleckenbildungen, welche unter dem Einfluss von einzelnen Pflanzenindividuen entstanden sind (wie die dichten *Phegopteris dryopteris*-Bestände ohne Reiserbeimischung unter den Fichten in Abb. 3), sind natürlich Bildungen von hohem soziologischem Werte. Sie kommen jedoch nicht als selbständige Teile der Vegetation vor, sondern sind vielmehr mit solchen, sehr gesetzmässigen untergeordneten Vegetationsbildungen vergleichbar, welche z. B. von Epiphyten auf Baumstämmen u. a. gebildet werden. Daher können so entstandene Fleckenbildungen nicht als selbständige Grundeinheiten der Vegetation, als Siedlungen, gelten. Wird das Minimumareal der Siedlung im Falle der Abb. 3 um soviel erweitert, dass auch die Bäume, wie natürlich wäre, in soziologischen Vereinen vorkommen, so ist deutlich wahrzunehmen, dass die Siedlungsgrenzen nicht durch die obenerwähnten *Phegopteris dryopteris*-Fleckengrenzen bestimmt sind. — Was hier über solche Fleckenbildungen, welche von einzelnen grosswüchsigen Individuen verursacht sind, gesagt wurde, gilt auch für solche Vegetationsbildungen, welche von ± individuellen Flecken verursacht sind. Auch sie haben nicht die Selbständigkeit einer Siedlung. Die infolge der Fleckenbildungen ± mosaikartig zusammengesetzten Siedlungen sind jedoch zu einer besonderen Siedlungsart, CAJANDERS *kombinierter Siedlung*, zu rechnen.

Bestimmung der Siedlungsgrenzen.

Als Pflanzensiedlungen werden ja gleichmässige oder gleichmässig variierende, örtlich mehr oder weniger deutlich abgeschlossene Abschnitte der Pflanzendecke bezeichnet, also Abschnitte, deren Vegetation eine im grossen ganzen homogene Artzusammensetzung

zeigt. Innerhalb der Siedlung können die Pflanzenarten nach dem, was oben auseinandergesetzt worden ist, entweder ganz gleichmässig verteilt auftreten, oder ihr Auftreten kann ein fleckenweises sein, die Flecken sind aber mehr oder weniger gleichmässig verteilt. Die Grenzen der Siedlungen sind demnach dort zu suchen, wo die Artzusammensetzung der Pflanzendecke, sowohl was die fleckenweise als die nicht oder nur schwach fleckenweise auftretenden Arten betrifft, sich deutlicher verändert. Meistens wird auch der allgemeine ökologische Charakter der Vegetation beim Überschreiten einer Siedlungsgrenze verändert.

Nach diesem Prinzip wurden die Siedlungsgrenzen in dem Diagramm gezogen. Bei einer Prüfung der erhaltenen Siedlungen kann man in bezug auf die Verteilung der einzelnen Arten in ihnen folgende Beobachtungen machen:

Siedlung 1: reicht vom Linien-Anfangs-(0-)Punkt bis in die Gegend von 15—20 m. Die Grenze gegen Siedlung 2 ist nicht scharf, da einige Arten des trockenen Abhanges, Siedlung 2, *(Campanula rotundifolia, Viola rupestris, Carex digitata)* bis in diese Siedlung 1 hineindringen, wodurch die Artensumme in dem Grenzgebiete eine abweichende Grösse erhält. Mit Hinsicht auf ihren ökologischen Charakter ist diese Siedlung sehr homogen. Sie gehört entschieden zu den MT-Siedlungen CAJANDERS. In den 3 Parallelflächen beträgt die Artenzahl durchschnittlich etwa 10 bei einer Gesamtzahl von nur 18, was von der Beschränktheit des Raumes zwischen dem Ås-Rücken und dem See herrühren dürfte.

Siedlung 2: von der Grenze der vorigen bis zu etwa 45 m. Die Grenze nach oben ist sehr scharf, was augenscheinlich mit der plötzlichen Veränderung in der Neigung des Bodens zusammenhängt. Dessenungeachtet dringt z. B. *Arctostaphylos uva ursi* über die Grenze eine Strecke weit in die folgende krautreiche Siedlung auf dem Scheitel des Ås-Rückens ein. Diese Siedlung bietet einen überaus einheitlichen ökologischen Charakter dar. Wie schon weiter oben bemerkt wurde, ist die Siedlung dieses Abhanges trotz der Trockenheit des Bodens keine besonders typische VT-Siedlung, sondern muss zu dem, anspruchsvollere Arten auf trockenem Boden umfassenden Subtypus gerechnet werden. Die Artenzahl ist auf den Parallelflächen klein (8), im ganzen 20.

Siedlung 3: von der Grenze der vorigen bis etwa 80—85 m weit auf den Scheitel des Ås-Rückens und den oberen Teil des O-Abhanges. Auf dem Abhang ist die Grenze weniger scharf. Einige auf dem Ås-Rückenscheitel auftretende Arten *(Antennaria dioica, Campanula rotundifolia)* dringen etwas über die Grenze hinaus, andere, ihrem Charakter nach der tiefer liegenden Siedlung angehörige Arten *(Geranium silvaticum* und *Vicia sepium)* dringen wiederum eine Strecke in diese Siedlung 3 ein.

Auch in ökologischer Beziehung ist die Siedlung nicht vollkommen homogen, sondern wir treffen in der Gegend von 70 m auf eine

verhältnismässig deutliche Grenze, bis wohin ungefähr z. B. die Arten: *Rosa cinnamomea, Festuca rubra, Myrtillus, Convallaria majalis* reichen. Da an dieser Stelle der Grenze sich eine plötzliche Veränderung in den Neigungsverhältnissen geltend macht, lässt sich das Auftreten dieser (allerdings wenig scharfen) Grenze erklären. Die meisten Arten ignorieren jedoch diese Grenze. In ihrer Gesamtheit und in ihren einzelnen Teilen gehört diese Siedlung am nächsten zu den von LINKOLA beschriebenen Siedlungen des halbhainartigen *Vaccinium-Rubus*-Typus. Die Artenzahl der Parallelflächen beträgt 17, im ganzen 39.

Siedlung 4: von der vorigen Siedlung bis in die Gegend von 75 m, derart also die Vegetation des ganzen ersten Tales und der halben Höhe des N-Abhanges am folgenden Ås-Rücken umfassend. Die Grenze am Abhange des Ås-Rückens ist nicht scharf, da einige für die Siedlung charakteristische Arten sie überschreiten *(Oxalis, Melica, Luzula, Carex digitata)*. Auch diese Siedlung ist in ökologischer Hinsicht nicht völlig homogen. Die anspruchsvollsten Hainpflanzen *Galium triflorum, Actaea, Orobus vernus*, desgleichen *Geranium silvaticum* und *Oxalis* weisen in ihrem Auftreten sämtlich auf die Ausscheidung einer am Fusse des untersten Ås-Rückenabhanges befindlichen Subsiedlung von mehr hainartigem Charakter hin. Jedoch reagiert der grösste Teil der Pflanzenarten nicht merkbar hierauf. Auch zwischen 112—120 m lassen sich Störungen im Vorkommen der Pflanzen konstatieren u. a. dadurch, dass im Auftreten der Arten *Geranium, Oxalis, Veronica chamedrys, Melica nutans, Pteris aquilina* sich an dieser Stelle eine Abnahme geltend macht, wohingegen siedlungsfremde Arten wie *Astragalus, Campanula rotundifolia* in diesem Gebiete auftreten. Diese Störung ist teilweise auf Kultur zurückzuführen: seitwärts von der Linie läuft hier nämlich ein Fusspfad. Zum Teil könnte sie jedoch auch darauf beruhen, dass der Boden hier etwas höher und trockener ist als an den Seiten. Da die meisten der für die Hauptsiedlung charakteristischen Arten dieser Stelle gegenüber nicht besonders reagieren, liegt kein Grund vor, diese etwas abweichende Partie als eine besondere Siedlung für sich zu betrachten. Auch eine undeutlich sich unterscheidende Subsiedlung liesse sich in der Gegend von 145—150 m eventuell ausscheiden. Sie lässt sich aus der Unebenheit des Bodens in diesem Gebiete erklären. Im grossen und ganzen ist aber auch diese Siedlung ökologisch einheitlich und von den benachbarten Siedlungen deutlich unterscheidbar. Die Artenzahl steigt auf den 3 Parallelflächen durchschnittlich bis auf 19, im ganzen 45. Diese Siedlung dürfte am nächsten zu den OMT-Siedlungen gerechnet werden.

Siedlung 5: von der Grenze der vorigen bis in die Gegend von 200 m auf dem Scheitel des Ås-Rückens. Die anspruchsloseren Arten der vorstehenden Siedlung setzen sich entweder recht weit (die trivialsten Arten) oder auch nur bis ein wenig über die Grenze dieser Siedlung fort. Aus diesem Grunde ist die Grenze (zu der vorigen) nur eine recht allmähliche. Eventuell liesse sich von der Grenze der vorigen Siedlung bis ungefähr 80 m hin eine vermittelnde Subsiedlung unterscheiden. Die Grenze bei 200 m ist schärfer, u. a. eine

Veränderung der Expositionsverhältnisse bedingend. Die Untersuchungslinie läuft hier auf dem trockensten (W-) Abhang des Hügels, wo die Vegetation am dürftigsten ist, nach unten. Abgesehen von dem, was eben angeführt wurde, ist diese Siedlung einheitlich und in bezug auf die verschiedenen Arten unanfechtbar. Die Artenzahl ist auf den 3 Parallelprobeflächen durchschnittlich etwa 10, im ganzen 27. Der niedriger gelegene Anfangsteil der Siedlung, soweit er als ein Ganzes abgesondert werden kann, ist zu den MT-Siedlungen zu rechnen, der auf dem Hügelscheitel belegene artenärmere Hauptteil gehört jedoch entschieden zu den VT-Siedlungen.

Siedlung 6: von der Grenze der vorigen bis 220—225 m. Die untere Grenze ist einigermassen scharf, wenn auch nicht gerade haarscharf. Diese Siedlung besitzt in ökologischer Beziehung eine recht grosse Ähnlichkeit mit der Siedlung 2. Besonders weist das Vorkommen von *Carex digitata* darauf hin. Da die Lokalität dieser Siedlung — den niedrigen Abhang eines kleinen Hügels darstellend — viel beschränkter ist, fehlen hier manche für die Siedlung 2 charakteristischen Arten (z. B. *Poa nemoralis).* Möglicherweise dürfte der Boden hier auch magerer sein. Die Artenzahl beträgt in vielen Parallelflächengruppen durchschnittlich nur 4 und steigt nirgends über 7, im ganzen 10. Die Siedlung dürfte demselben VT-Subtypus eingereiht werden wie die Siedlung 2.

Siedlung 7: von der Grenze der vorigen bis etwa 252 m. An der Grenze könnte man (etwa zwischen 221—230 m) eine Übergangs-MT-Siedlung ausscheiden. Infolge ihres geringen Umfanges ist jedoch der Charakter derselben nicht genügend ausgeprägt, daher kein zwingender Grund zu einer Ausscheidung vorliegen dürfte. Die Grenze bei etwa 251 m ist, ungeachtet der einigermassen ebenen Bodenfläche, genügend deutlich und recht scharf. Die innerhalb der Grenzen dieser Siedlung sich befindende Vegetation ist abgesehen von belanglosen Abweichungen homogen. Abweichungen finden sich nur in der erwähnten Übergangszone, wo auf dem unteren Abhang des Ås-Rückens Arten wie *Viola rupestris, Polygonatum officinale, Astragalus alpinus* und *Antennaria dioica* vorkommen, welche als siedlungsfremd bezeichnet werden müssen. Die Artenzahl beträgt auf den 3 Parallelflächen durchschnittlich 18, im ganzen 44. Die Siedlung gehört zu den OMT-Siedlungen.

Siedlung 8: von der Grenze der vorigen bis 270 m. Von der Grenze der vorigen Siedlung ab kommen zahlreiche der trivialsten Arten dieser Nachbarsiedlung auch weiter vor und verschwinden ganz allmählich eine nach der anderen, so dass auch hier die Grenze eine wenig ausgeprägte ist und Gelegenheit zur Abgrenzung einer schmalen Uebergangssiedlung böte. Ökologisch abweichend ist nur das Vorkommen von *Calluna*-Flecken, die hier auf Kultureinflüsse zurückzuführen sind (an zwei Stellen augenscheinlich eine Folge von Reisigbrennen). Die Artenzahl beträgt auf den 3 Parallelprobeflächen durchschnittlich etwa 13, im ganzen 28. Die Siedlung gehört zu den MT-Siedlungen.

Siedlung 9: von der vorigen ab bis an das Ende der Untersuchungslinien reichend und sich auf der ebenen Heide noch etwa hundert

Meter weit fortsetzend. Dadurch dass Arten wie *Pteris*, *Luzula*, *Majanthemum*, *Trientalis* aufhören ± an ein und derselben Stelle vorzukommen oder nur hier und da innerhalb der Grenzen dieser Siedlung verkümmerte Flecken bilden, entsteht eine sich von der vorigen ökologisch unterscheidende Siedlung, in der sämtliche anspruchsvolleren Arten fehlen. Die Artenzahl ist in jeder Probeflächen-3-Gruppe nur 8, im ganzen 23. Die Siedlung gehört zu den VT-Siedlungen.

Untersuchen wir noch zum Schluss, in welcher Weise die gezogenen Grenzlinien die verschiedenen Artvorkommnisse schneiden, so bemerken wir, dass dies meistens symmetrisch geschieht, und zwar derart, dass der Hauptteil der Artvorkommnisse innerhalb derjenigen Siedlung oder Siedlungen fällt, welche für die Art am charakteristischsten sind. Dagegen ist es nicht möglich, die Grenzen so zu ziehen, dass nicht kleinere Randteile von den Artvorkommnissen in für die Arten fremde Siedlungen abgetrennt würden. Diese für die Siedlung fremden Pflanzenarten treten also meistens nicht selbständig und willkürlich in derselben auf, sondern kommen vorzugsweise an den Siedlungsgrenzen vor.

Einige Bemerkungen zu der die Siedlungsbegrenzung behandelnden Literatur.

Die auf obiges Beobachtungsmaterial sich gründende Auffassung betreffs der Siedlungsbegrenzung entspricht der Betrachtungsweise derjenigen finnischen Forscher, welche früher Waldsiedlungen in dem von mir untersuchten Gebiete behandelt haben. Eine hiervon abweichende Vorstellung der Begrenzung der Vegetationseinheiten ist von Seiten schwedischer Pflanzengeographen aufgestellt worden, und zwar behaupten diese, dass die Grenzen meistens scharf und von ökologischen Verhältnissen relativ unabhängig sind (vgl. auch Scharfetter, 1924). Du Riez hat in seiner Arbeit: »Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie» auch Beobachtungen angeführt, auf welche sich diese Vorstellung gründet. Sie dürften in ihrer Art typisch sein. Es ist daher angebracht, sie mit einigen Worten zu berühren, da sich dadurch dieser Widerspruch erklären liesse.

Abgesehen von in diesem Zusammenhang ziemlich belanglosen Beispielen aus dem Gebiete der Flechtenvegetation (in bezug auf welche die folgende Betrachtung jedoch zweifelsohne ebenfalls stichhaltig sein dürfte) führt Du Rietz als Beispiel eine Waldsiedlung aus dem Schärenarchipel von Stockholm an. In dem betreffenden Falle wurde auf einer homogenen Sandheide eine moosreiche *Empetrum*-Kiefer-»Assoziation» neben einer flechtenreichen *Calluna*-Kiefer-»Assoziation» bemerkt. Die Grenze zwischen diesen Assoziationen war scharf, trotzdem der Standort in dem Gebiete beider Assoziationen der gleiche war.

Wie schon weiter oben hervorgehoben wurde, ist die in Du Rietz' Beispiel die Hauptrolle spielende Pflanzenart *Empetrum nigrum* eine ausserordentlich scharfbegrenzte und dicht zusammenhängende Flecken bildende Pflanzenart. Daher gilt für diese sowie für die durch sie hervorgerufenen Vegetationsbildungen das, was über derartige Bildungen im allgemeinen im vorigen gesagt worden ist. Dem, nach entspricht das in Du Rietz' Beispiel angeführte *Empetrum*-Assoziationsindividuum durchaus nicht dem, was oben mit einer Siedlung gemeint ist. In bezug auf die schwedischen Assoziationen dürfte es offenbar berechtigt sein, Behauptungen über die Schärfe der Grenzen und die relative Unabhängigkeit von den Standortsfaktoren aufzustellen, desgleichen können die Behauptungen über die grosse Konstanz, die Kleinheit des Minimumareals, die grosse Bedeutung des Zufalls in der Zusammensetzung der Vegetation usw. berechtigt sein.[1]) Viele von den wichtigsten pflanzensoziologischen Untersuchungen schwedischer Forscher sind in baumlosen Gegenden in alpinen Gebieten, an Felsen u. dgl. ausgeführt worden. Dadurch lässt sich wohl zum Teil erklären, dass dort auf den Vegetationsflecken entsprechende Gebilde ein so grosses Gewicht gelegt worden ist. Die Siedlungen, wie sie vom Verfasser oben aufgefasst worden sind, bilden eine Einheit anderer Art und höherer Ordnung als die Vegetationsflecken. Die Assoziationsindividuen der schwedischen Forscher nähern sich bald mehr der einen, bald mehr der anderen, diejenigen von Du Rietz u. a. wohl am meisten den Vegetationsflecken. Es ist aber wichtig, beide Begriffe womöglich streng auseinanderzuhalten, denn prinzipiell sind sie voneinander durchaus verschieden.

Es sind jedoch aus der Literatur auch solche Fälle bekannt, in denen die Abgrenzung der Siedlungen sehr scharf ist. Derartige Fälle

[1]) Hinsichtlich der Grösse des Minimumareals in den Wäldern vgl. Y. Ilvessalo, 1922.

hat CAJANDER u. a. aus Überschwemmungsgebieten der Flüsse angeführt. Es sind dies solche extreme Fälle, wo unter ganz speziellen Bedingungen die benachbarten Siedlungen von einer einzigen »geselligen» Art mehr oder weniger vollständig beherrscht werden, wo sozusagen die Begriffe Siedlung und Vegetationsflecken einander decken.

Nachtrag.

Da aus Gründen, auf die der Verfasser keinen Einfluss hatte, die Erlaubnis zum Druck vorstehender Untersuchung sich verzögert hat, erheischen die oben angeführten Literaturangaben einige Ergänzung. Vor allem muss hier eine von WANGERIN (1925) herausgegebene, überaus verdienstvolle theoretische Arbeit genannt werden. Nach WANGERIN soll bei einer Begrenzung der Vegetationseinheiten (Assoziationsindividuen) das Augenmerk auf sowohl floristische als auch ökologische Verhältnisse gerichtet werden. Unselbständige Fleckenbildungen (Herdenbildungen und Elementarassoziationen) sind nicht als Vegetationsgrundeinheiten zu betrachten, sondern sie fallen unter den Begriff der kombinierten Siedlungen. Auch nach WANGERIN dürften im allgemeinen die Grenzen zwischen den Assoziationsindividuen nur allmähliche sein. WANGERINS Auffassung der wichtigsten im vorstehenden auseinandergesetzten Fragen deckt sich demnach mit dem weiter oben von uns dargestellten.

Desgleichen sei ebenfalls z. B. der von H. VALLIN (1925) veröffentlichten Arbeit Erwähnung getan. Nachdem VALLIN fünf Jahre hintereinander die Vegetation u. dergl. eines auf Hallands Väderö belegenen, schon vor ihm in der Literatur erwähnten Erlenbruchs und des diesem vorgelagerten Meeresufers bei Benutzung geschlossener geradliniger Probeflächen-Reihen untersucht hat, stellt er fest, dass in einigen Fällen (z. B. *Hottonia*) Flecken in bezug auf ihre Grenzen veränderlich ja sogar von kurzer Dauer sind. Auch in VALLINS Untersuchungsgebiet sind die Siedlungsgrenzen oft allmählich. Beachtenswert ist, dass auch VALLIN die Vegetationseinheit anders, umfassender als die Upsalenser Schule auffasst.

Zitierte Literatur.

Cajander, A. K.: Ueber Waldtypen. Acta forest. fenn. Bd. 1, Helsingfors 1909.

— Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie. Acta forest. fenn. Bd. 20, Helsinki 1922.

Cajander, A. K. und Ilvessalo, Y: Ueber Waldtypen II. Acta forest. fenn. Bd. 20, Helsinki 1921.

Heikinheimo, O.: Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. — Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln, Referat. Communicationes ex instit. quaest. forest. Finnl. editae, Bd. 2, Helsinki 1921.

Ilvessalo, Y: Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta forest. fenn. Bd. 20. Helsinki 1922.

Kujala, V.: Untersuchungen über Waldvegetation in Süd- und Mittel-Finnland. I, Untersuchungen zur Bestimmung des ökologisch-biologischen Charakters der Waldpflanzen. Comm. ex instit. quaest. forest. Finnl. editae, Bd. 10. im Druck.

— Tervaleppä *(Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) Suomessa. — Die Schwarzerle, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., in Finnland. Referat. Ibidem Bd. 7, Helsinki 1924.

Linkola, K.: Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee, II spezieller Teil. Acta Soc. pro Fauna et Flora fenn. Bd. 45, Nr. 2, Helsingfors 1921.

du Rietz, G. E.: Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Upsala 1921.

Scharfetter, R.: Die Grenzen der Pflanzenvereine. Zur Geographie der deutschen Alpen, Festschrift für Prof. Dr. Robert Sieger. Wien 1924.

— Die Vegetation der Turracher Höhe. Österreichische botan. Zeitschr., Jahrg. 1921, Nr. 3—5.

Vallin, H.: Ökologische Studien über Wald- und Strandvegetation mit besonderer Berücksichtigung der Erlensümpfe auf Hallands Väderö in SW-Schweden. Lunds universitets årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 21. Nr 7. Lund, 1925.

Wangerin, W.; Beiträge zur pflanzensoziologischen Begriffsbildung und Terminologie. 1. Die Association. Repert. spec. nov. regni veget. Herausgeg. von Prof. Dr. Friedrich Fedde. Beih. Bd. XXXVI.

Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa.

II.

Kasvustojen rajoittamisesta.

Suomenkielinen selostus.

Kysymystä kasvustojen rajoittamisesta tutkittiin Punkaharjun kokeilualueella kesällä 1924 käyttäen eräänlaista linjoittaista koeruutumenetelmää. Noin 70—90-vuotiseen mäntymetsikköön ajettiin kolme rinnakkaista 2 m välimatkoilla toisistaan olevaa 322 m pituista koelinjaa. Näistä kohtisuoraan maaston kohoumia vastaan kulkevista murtoviivoista saa yleiskäsityksen kuvasta 1. Linjat jaettiin 2 m pätkiin ja kunkin jakopisteen ympärille erotettiin 50×50 cm kokoinen koeruutu tarkemmin tutkittavaksi. Tämän jälkeen tehtiin tarkka muistiinpano kunkin koeruudun kasvilajeista ja kunkin lajin peittäväisyysmäärästä arvioituna kymmenesosissa ruudun pinta-alasta (alimman asteen ollessa kuitenkin jo 1). Koelinjat punnittiin. Keskimmäisen koelinjan profiili on esitettynä diagrammissa.

Kun tarkastetaan eri lajien esiintymistä koeruuduilla, havaitaan siinä ensinnäkin selvään se säännöllisyys, että rinnakkaisilla ruuduilla kasvillisuus on hyvin samanlaista ja että muutokset kasvillisuudessa tapahtuvat pääasiassa linjojen suuntaan kuljettaessa. Tämä onkin odotettavaa, koska linjat kulkevat kohtisuoraan rinteitä vastaan. Rinnakkaisilla koeruuduilla tulevat siksi kasvupaikkatekijät olemaan hyvin samanlaiset. Tämän vuoksi saatetaan rinnakkaisruudut yleiskatsausta tehdessä yhdistää yhdeksi laskemalla yhteen kunkin lajin peittoluku kullakin rinnakkaisruutu-kolmikolla (suurimmaksi runsaudeksi saadaan siis 30, pienimmäksi 1). Näin meneteltiin ja diagrammiin merkittiin vastaaville profiiliviivan kohdille kunkin lajin runsaus samaa mittakaavaa käyttäen. Diagrammista nähdään siten havainnollisesti, mitä lajeja milläkin profiiliviivan kohdalla tavattiin sekä mitenkä runsaana laji esiintyi.

Sekä alkuperäistä numerotaulukkoa, että siitä yhteenlaskun kautta johdettua diagrammia tutkimalla saatetaan (täydennettynä tarkemmilla havainnoilla paikalla) todeta, että kahden tai useamman lajin esiintymisen välillä ei ole täydellistä yhdenmukaisuutta. Jonkunverran sitä saatetaan kuitenkin useiden lajien välillä havaita. On ilmeistä, että havaittava yhdenmukaisuus pääasiassa johtuu kysymyksessä olevien lajien ekologisen luonteen yhdenmukaisuudesta. Kun verrataan yksityiskohtaisesti tietoja kunkin lajin eko-

loogisesta luonteesta havaintoihin niiden esiintymisestä tutkituilla koelinjoilla, tullaan siihen tulokseen, että, muutamia »satunnaisia» poikkeuksia lukuunottamatta, eri lajit tässä tapauksessa esiintyvät ekoloogisen luonteensa edellyttämillä paikoilla. Huomattavampi poikkeus havaitaan vain siinä, että — luultavasti kilpailun tai vielä keskeneräisen levenemisen vuoksi — eri lajit eivät esiinny läheskään koko sillä alalla, millä ne kasvualustan laadun puolesta todennäköisesti tulisivat toimeen.

Paitsi edellä mainitusta syystä, aiheutuu kasvien esiintymisessä näennäisiä poikkeuksia ekoloogisten suhteiden edellyttämästä tavasta myöskin tunnetun laikuttaisen esiintymisen vuoksi. Varsinkin vegetatiivisesti leviävät lajit (*Empetrum*, *Myrtillus*, *Vaccinium*, *Linnaea*, *Trientalis*, *Majanthemum*, *Stellaria nemorum* j. n. e.) esiintyvät laikuissa. Kuitenkin myös monet siemenistä uudistuvat lajit esiintyvät laikuissa (*Oxalis acetosella* esim.). On tärkeätä ratkaista kysymys, mikä merkitys on laikuille annettava kasvustoja erotettaessa ja rajotettaessa.

Kasvillisuuslaikkujen rajat ovat suhteellisen riippumattomia kasvupaikkasuhteista. Tämä on ymmärrettävissä, kun otetaan huomioon, että laikku syntyy usein yhdestä tai harvasta kasviyksilöstä joiden sijaitseminen luonnossa on määrätyissä rajoissa mielivaltainen. Tällainen laikku on enemmän organografinen kuin kasviyhdyskunnallinen muodostuma. Laikut eivät siksi kelpaa kasvustojaottelun perustaksi. Kasvustorajat ovat katsottavat etupäässä tulokseksi paikasta toiseen äkkinäisemmin tai vähittäisemmin muuttuvista kasvupaikkasuhteista ja kasvien välisestä taistelusta. Laikut saman kasvuston rajojen sisällä ovat tavallisesti katsottavat tulokseksi kasviyksilöjen levenemispyrkimyksestä — joko suvullista tai suvutonta tietä ja siitä vastuksesta, minkä toiset paikalla tavattavat kasvit aiheuttavat. Laikkurajat ovat siten myös kasvien kasvun ja lisääntymisen mukaan muuttelevia ja vähemmän pysyviä. Laikkujen ottamisesta kasvustojaottelun peustaksi aiheutuisi edelleenkin m. m. se, että vain osa kasvipeitteestä tulisi säännöllisiin kasvustoihin luettavaksi. Kun eri lajien muodostamat laikut lisäksi usein leikkaavat toisiaan (kts. kuva 2), ei mitään kasvustojaottelua senkään vuoksi niille voida perustaa.

Kun määrätyllä kasvilajilla on määrätynlainen vaikutus ympäristöönsä, aiheutuu tästä, että etenkin suurikokoisten kasviyksilöiden tai edellä puheena olleiden laikkujen kasvupaikoilla muu kasvillisuus saa määrätyn luonteen. Esimerkkinä tästä on kuvan 3 esittämä tapaus, missä *Phegopteris dryopteris* esiintyy runsaana kuusien alustoissa, varpujen niistä puuttuessa. Myöskään täten muodostuneita kasvillisuuslaikkuja ei voida pitää kasvillisuuden perusyksikön, kasvuston (Siedlung), arvoisina.

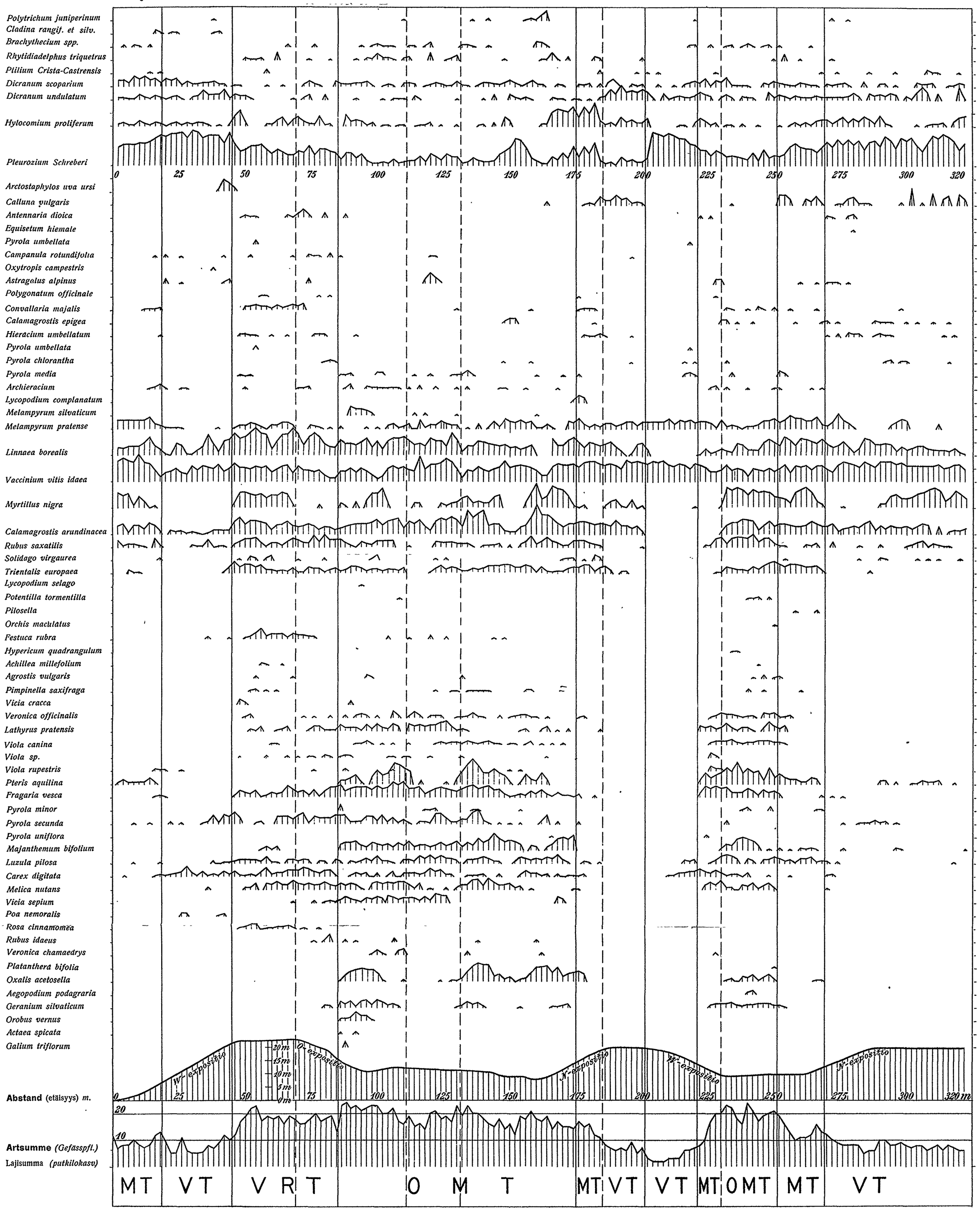
Kun siis otetaan huomioon, että kasvillisuus määrätyssä kasvustossa saattaa olla — laji-ominaisuuksista y. m. seikoista riippuen — laikuttaistakin, saatetaan kasvustorajat vetää huomioonottaen, että rajojen sisällä oleva kasvillisuus on eri osissaan samanlaista tai samalla tavalla vaihtelevaa, ulkopuolelle jääneellä alueella taas selvään erilaista — useimmiten myös ekoloogiselta luonteeltaan poikkeavaa. Näitä näkökohtia silmällä pitäen ovat kasvustorajat diagrammiin vedetyt.

Jos lopuksi tarkastetaan, miten vedetyt rajat leikkaavat eri lajiesiintymiä, havaitaan että se tapahtuu yleensä symeetrisesti siten, että pääosa lajiesiintymistä jää sen kasvuston tai niiden kasvustojen rajojen sisälle, mihin kasvustoon laji luonteensa mukaan paraiten kuuluu. Sitävastoin ei ole mahdolli-

suutta vetää viivamaista rajaa niin, ettei pienempiä reunaosia lajiesiintymästä tulisi lohkaistuksi viereiseen, lajille vähemmän luonteenomaiseen kasvustoon. Nämä kasvustolle vieraat lajit esiintyvät siis kuitenkin tavallisesti kasvuston reunaosissa.

Lopuksi esitetään eräitä huomautuksia kysymystä koskettelevan kirjallisuuden johdosta. Etenkin muutamien ruotsalaisten tutkimuksiin nähden on huomattavaa, että kasvusto käsite niissä on ollut toinen kuin yleensä suomalaisilla tutkijoilla; — m. m. on laikkumuodostumia käsitelty niissä usein itsenäisinä kasvustoina. Tästä on aiheutunut näennäisesti ristiriitaisia väitteitä kasvustojen rajojen suhteesta kasvupaikkaan, kasvustojen minimikoosta, konstantien määristä, »sattuman» merkityksestä, kasvustojen lukumääristä y. m. Kun kasvillisuuden perusyksikkö, kasvusto (Siedlung), käsitetään tässä esitetyllä tavalla, ei tätä ristiriitaa ole.

3586—25


Polytrichum juniperinum
Cladina rangif. et silv.
Brachythecium spp.
Rhytidiadelphus triquetrus
Ptilium Crista-Castrensis
Dicranum scoparium
Dicranum undulatum
Hylocomium proliferum
Pleurozium Schreberi
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
320
Arctostaphylos uva ursi
Calluna vulgaris
Antennaria dioica
Equisetum hiemale
Pyrola umbellata
Campanula rotundifolia
Oxytropis campestris
Astragalus alpinus
Polygonatum officinale
Convallaria majalis
Calamagrostis epigea
Hieracium umbellatum
Pyrola umbellata
Pyrola chlorantha
Pyrola media
Archieracium
Lycopodium complanatum
Melampyrum silvaticum
Melampyrum pratense
Linnaea borealis
Vaccinium vitis idaea
Myrtillus nigra
Calamagrostis arundinacea
Rubus saxatilis
Solidago virgaurea
Trientalis europaea
Lycopodium selago
Potentilla tormentilla
Pilosella
Orchis maculatus
Festuca rubra
Hypericum quadrangulum
Achillea millefolium
Agrostis vulgaris
Pimpinella saxifraga
Vicia cracca
Veronica officinalis
Lathyrus pratensis
Viola canina
Viola sp.
Viola rupestris
Pteris aquilina
Fragaria vesca
Pyrola minor
Pyrola secunda
Pyrola uniflora
Majanthemum bifolium
Luzula pilosa
Carex digitata
Melica nutans
Vicia sepium
Poa nemoralis
Rosa cinnamomea
Rubus idaeus
Veronica chamaedrys
Platanthera bifolia
Oxalis acetosella
Aegopodium podagraria
Geranium silvaticum
Orobus vernus
Actaea spicata
Galium triflorum
W-expositio
O-expositio
N-expositio
N-expositio
N-expositio
20m
15m
10m
5m
0m
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
320 m
Abstand (etäisyys) m.
20
10
Artsumme (Gefässpfl.)
Lajisumma (putkilokasv)
MT VT V R T O M T MT VT VT MT OMT MT VT

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

EINFLUSS VON WALDBRÄNDEN AUF DIE WALDVEGETATION

IN NORD-FINNLAND

VILJO KUJALA

TUTKIMUKSIA KULOJEN VAIKUTUKSESTA METSÄKASVILLISUUTEEN POHJOIS-SUOMESSA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI, 1926
VALTIONEUVOSTON KIRJAPAINO

Problemstellung.

Wer immer mit den Wäldern Nord-Finnlands, wo diese Untersuchung vorgenommen wurde, in Berührung kommt, dessen Aufmerksamkeit wird u. a. von den dort ganz allgemein vorkommenden, verschiedenaltrigen Waldbrandflächen gefesselt, desgleichen von dem Umstand, dass alte Bäume, insbesondere auf den trockensten Heideböden oft brandgeschädigte Stämme haben und dass junge Kiefern- und Birkenwälder meist auf Brandflächen entstanden sind. Es dürfte kaum eine Heide geben, auf der sich nicht im Boden an der Grenze zwischen Heidetorf und Mineralboden Kohle finden liesse. Allem Anschein nach haben demnach die Waldbrände eine wichtige Rolle in der Entwicklung der dortigen Wälder gespielt.

Eine genauere, auf Zahlenangaben gestützte Kenntnis von der Verbreitung und ökonomischen Bedeutung der Waldbrände in den Wäldern Finnlands während der letztverflossenen Jahrzehnte erhält man aus der Untersuchung von E. Saari über die Waldbrände in Finnland mit spezieller Beachtung der Staatsforste (Acta Forest. Fenn. 26, 1923). Demzufolge soll es in den Wäldern Nord-Finnlands im Zeitraum von 1911—1921 610 Waldbrände oder 55.4 Waldbrände pro Jahr gegeben haben und betrug deren durchschnittlicher Flächeninhalt 38.40 ha. Danach wären also alljährlich mehr als 2 000 ha abgebrannt. Wie aus der oben angeführten Untersuchung hervorgeht, fallen etwa 96 % der Waldbrände und etwa 99 % des Brandareals auf trockenen Boden, — auf Moore kommt nur 1 %. Bei einer Untersuchung über die Bedeutung der Waldbrände muss also ein besonderes Augenmerk auf die Heidewälder gerichtet werden.

Die Waldbrände entstehen hauptsächlich aus zweierlei Ursachen: entweder sind sie von Menschen oder vom Blitz angestiftet. Erstere muss man als Kulturfaktoren bezeichnen, letztere wiederum gehören zu den von jeher wirkenden Naturfaktoren und erheischen als solche auch vom pflanzenbiologischen Standpunkt aus grosse Beachtung. In der erwähnten Untersuchung geht Saari auch auf die Frage der Waldbrandstiftung ein und gibt für Nord-Finnland in den Jahren 1911—1921 356 Waldbrände als von Menschen, 254 als vom Blitz

verursacht an, letzterem wären demnach 41.6 % der Waldbrände zuzuschreiben. Es kommt also eine erhebliche Menge von Waldbränden auf den Blitz.

Da der Waldbrand ohne menschliche Eingriffe so lange dauert, bis er durch Regen oder andere natürliche Hindernisse verlischt, war der durchschnittliche Flächeninhalt der Waldbrände höchst wahrscheinlich im Urzustande bei weitem grösser, als er heutzutage zu sein pflegt (s. CAJANDER, 1916, S. 691). Auch stehen und liegen in den Urwäldern, speziell unter den hier in Betracht kommenden, nördlichen Breitengraden, wo die Vermoderung aus klimatischen Gründen langsam vor sich geht, grosse Mengen trockener, oft teeriger, leicht entzündlicher Bäume, daher auch die Entzündbarkeit und Brandgefahr daselbst offenbar viel grösser ist als in Kulturwäldern.

Es ist darum von ganz besonderem Interesse zu untersuchen, wie die Vegetation sich zu dem vom Waldbrand verursachten Schaden verhält, ja man sollte die Frage zu beantworten suchen, ob die in den untersuchten Gebieten auftretenden Pflanzen strukturelle und physiologische Eigenschaften aufweisen, welche speziell dazu beitragen, dass die Pflanzen den Waldbrand überdauern. Vorliegende Untersuchung auf den Heiden Nord-Finnlands wurde zur Beantwortung dieser Fragen ausgeführt.

Untersuchungsmethode.

Als Probeflächen wurden solche Stellen in während des Sommers 1924 vom Feuer verheerten Wäldern gewählt, auf denen die Vegetation vor dem Brande wahrscheinlich homogen gewesen war. Der Umfang der Probeflächen betrug gewöhnlich 50×50 m². In den Ecken wurden feste viereckig behauene, numerierte Pfähle eingerammt. Zwecks genauerer Untersuchung wurde die Probefläche meist vermittelst eines Schnurnetzes in 10×10 m² grosse Quadrate eingeteilt. Dieses Netz diente als Stüze sowohl bei der Kartierung als auch bei der Vegetationsanalyse, und zwar derart, dass um die Knotenpunkte des Netzes je ein 50×50 cm² grosses Probeviereck gelegt wurde, dessen Vegetation behufs Klarlegung von Frequenz und Deckungsgrad der verschiedenen Arten in analoger Weise wie in meinen früheren Waldvegetationsuntersuchungen genau analysiert wurde. — Die Frequenzzahl (0—10) gibt somit an, auf wieviel Probeplätzchen pro 10 die Art vorkommt, der Bedeckungsgrad 0—10 (:10), wie viele Zehntel vom Plätzchenareal die Art bedeckt (Mittelwert derjenigen Probeplätzchen, wo die Art auf der Probefläche vor-

kommt). — Ausserdem wurden auch eingehendere Beobachtungen über die Art und Weise der Verteilung verschiedener Arten mit Hilfe kartographischer Analysen und eines dichteren Quadratnetzes vorgenommen. Zugleich wurde, wie aus der folgenden Darstellung hervorgeht, der Biologie der verschiedenen Arten spezielle Beachtung geschenkt. Da das Quadratnetz ebenfalls mit festen Stäbchen versehen wurde, um es jederzeit leicht und genau wiederkonstruieren zu können, kann es später beim Verfolgen der Entwicklung der Vegetation auf diesen Probeflächen wieder benutzt werden. — Zur Untersuchung einer Probefläche genügte durchschnittlich je ein Tag.

Um Vergleichsmaterial zu erhalten, wurden, sobald sich dazu Gelegenheit bot, auch ältere Brandflächen, desgleichen ältere vom Feuer verschonte oder vor sehr langer Zeit verheerte Waldpflanzensiedlungen in oben angeführter Weise untersucht.

Die ursprüngliche Waldvegetation.

Es soll in diesem Zusammenhang keine eingehende Beschreibung der ursprünglichen Vegetation auf den verschiedenartigen Heidewaldböden des Untersuchungsgebietes gegeben werden. Angaben über dieselbe findet man z. B. in O. J. Lakaris (1920) Arbeit. In der untenstehenden Tabelle *I* werden jedoch zwecks Orientierung einige Beispiele für dieselbe nach meinen Beobachtungen gegeben.

Probefläche 1: Sodankylä, östlich vom Kitinen-Fluss, auf dem trocknen Scheitel einer Höhe, ca. 100-jähriger Kiefernwald, Dichte 0.6.

Probefläche 2: Sodankylä, Kopsusjoki, Marjavaara. Die unverbrannten Stellen des Brandgebietes. (Diese Probefläche liegt neben der Probefläche III in der Tabelle *II*.)

Probefläche 3: Aus demselben Gebiete wie die vorige Probefläche. (In der Nähe der Probefläche I aus Tabelle *II* mit einer, dieser entsprechenden Vegetation.)

Probefläche 4. Rovaniemi, zwischen Korvalo und Niesi. Frische, ebene Heide.

Tabelle I.

Arten	Alte Waldsiedlungen. Probefläche Nr.			
	1	2	3	4
	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad
Lichenes:				
Peltigera canina	—	—	—	**0.7** . 2
Nephroma arcticum	—	**5.5** . 5	**7.2** . 3.5	+
Cetraria Islandica	**1.0** . 1	**1.2** . 1	**0.6** . 1	—
Cladina alpestris	**4.5** . 1.5	**8.0** . 1.5	**4.6** . 2	—
Cl. silvatica	**10** . 3.5	**8 0** . 2	**8.5** . 2	**2.8** . 1
Cl. rangiferina	**9.5** . 3.5	**9.3** . 2	**0.6** . 1.5	**3.5** . 1
Cl. uncialis	**9.0** . 2.5	**2.4** . 2	—	—

Arten	Alte Waldsiedlungen. Probefläche Nr.			
	1	2	3	4
	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad
Cladonia coccifera	2.5 . 1	1.8 . 1	—	—
Cl. cenotea	—	0.6 . 1	—	—
Cl. crispata	7.0 . 1	6.2 . 1.5	—	—
Cl. gracilis incl. var. elongata	8.5 . 1	9.3 . 1.5	5.2 . 1.5	—
Cl. fimbriata	4.0 . 1	3.7 . 1	—	—
Cl. cornuta	6.0 . 1	8.0 . 1	3.9 . 1+	—
Cl. furcata	1.0 . 1	—	—	—
Cl. pyxidata	8.5 . 1	2.4 . 1	0.6 . 1	—
Cl. verticillata	0.5 . 1	—	—	—
Cl. turgida	0.5 . 1	—	—	—
Cl. deformis, degenerans etc.	7.5 . 1	1.2 . 1+	1.9 . 1+	—
Stereocaulon paschale	4.5 . 1	—	—	—
Musci:				
Lophozia lycopodioides	—	9.3 . 5	7.9 . 2.5	1.4 . 2
L. sp.	—	+	+	+
Blepharozia ciliaris	—	+	—	0.7 . 1
Dicranum undulatum	—	—	—	7.1 . 1.5
D. scoparium	—	7.4 . 2	+	3.5 . 1
D. majus	—	—	—	2.8 . 1.5
D. fuscescens var. flexicaule	2.5 . 1	10 . 7	9.2 . 5	7.8 . 1.5
D. Bergeri	1.0 . 1	+	—	—
D. robustum	—	0.6 . 1	0.6 . 2	—
D. spurium	0.5 . 1	—	—	—
Pohlia nutans	—	—	—	—
Pleurozium Schreberi	3.0 . 1.5	9.3 . 4	10 . 5	10 . 7
Ptilium Crista Castrensis	—	—	—	1.4 . 1
Hylocomium proliferum	—	+	0.6 . 1	6.3 . 4
Polytrichum juniperinum	1.0 . 1	—	—	—
P. piliferum	2.0 . 1	—	—	—
Plantae vasculares:				
Aera flexuosa	1.5 . 1	4.3 . 2	9.2 . 3	9.2 . 4.5
Melampyrum pratense	—	—	—	+
Linnaea borealis	—	—	0.6 . 4	3.5 . 4.5
Lycopodium annotinum	—	—	1.3 . 1.5	—
L. complanatum	—	1.2 . 1.5	—	—
Empetrum nigrun	—	8.6 . 3	7.9 . 4.5	7.1 . 3.5
Calluna vulgaris	10 . 5	9.3 . 5	—	—
Vaccinium vitis idœa	9.5 . 3—	10 . 3	8.5 . 2+	10 . 3
Myrtillus nigra	6.0 . 2	10 . 3	10 . 5	9.2 . 5.5
M. uliginosa	—	2.4 . 3	6.6 . 3	4.2 . 3
Arctostaphylos alpina	—	0.6 . 7	—	—
Ledum palustre	—	+	5.9 . 2.5	9.2 . 4
Picea excelsa	—	+	7	+
Pinus silvestris	10	10	2	10
Betula alba	—	2	2	1
Salix caprea	—	—	—	+
Zahl der Probeplätzchen	20	16	15	14

Die zu untersuchenden Wälder sind Kiefern- und Fichtenwald, oft mit Birke untermischt. Es liessen sich eventuell schon in den Erscheinungsverhältnissen der Holzarten zwischen dem Untersuchungsgebiet und Süd-Finnland kleinere Unterschiede aufzeigen. Jedoch bietet die Oberflächenvegetation bei weitem grössere Verschiedenheiten dar. Wie man aus obenstehender Tabelle ersehen kann,[1]) ist die Heidewaldvegetation des Untersuchungsgebietes ausserordentlich arm an Gräsern und Kräutern. Von grasartigen Pflanzen kommen nur *Aera flexuosa* häufig, sowie *Calamagrostis lapponica* und *Luzula pilosa*, letztere nur auf ± fruchtbarem Boden, vor. Von Kräutern findet man auf frischeren Böden *Trientalis europaea*, *Solidago*, *Melampyrum pratense* und *Epilobium angustifolium* allgemein verbreitet, ausserdem auf fruchtbareren *Geranium silvaticum*, *Cornus suecica*, *Archieracium* u. a. *Linnea borealis* kommt mit Ausnahme von trockenen Heidewäldern überall vor. Die *Pyrola*-Arten treten nur ziemlich spärlich auf frischen Heideböden auf.

Eine bei weitem grössere Bedeutung kommt auf den untersuchten Heidewaldböden den Reiserpflanzen zu. Ausser der Heidelbeere, Preiselbeere und dem Heidekraut gibt es reichlich *Empetrum nigrum*. Desgleichen wachsen *Myrtillus uliginosa* und *Ledum palustre* im Überfluss auf frischen Böden. In Süd-Finnland lassen sich diese Arten ja nur auf Moorböden finden. *Arctostaphylos uva ursi* wiederum gedeiht auf trockneren Heiden, *A. alpina* am liebsten in subalpinen Wäldern, wennschon sie auch in niederen Lagen oft vorkommt.

Auch in der Laubmoosvegetation lassen sich bei einem Vergleich mit Süd-Finnland bedeutende Unterschiede feststellen. Im allgemeinen ist der Moosreichtum in den Untersuchungsgebieten viel kleiner als an entsprechenden Stellen in Süd-Finnland. Insbesondere verschwinden die Hylocomiaceen, die in Süd- und Mittel-Finnland als Hauptarten auftreten, allmählich und machen ausser den Flechten besonders einigen *Dicranum*-Arten Platz. Jedoch kommt auch *Pleurozium Schreberi* auf frischeren Heiden noch häufig und reichlich vor. Auch *Hylocomium proliferum* gibt es einigermassen reichlich.

Ebenso wie die letzterwähnten Arten kommt das gern in Gesellschaft mit diesen in Süd- und Mittel-Finnland gedeihende *Dicranum undulatum* in Nord-Finnland nur spärlich und auf frische Böden beschränkt vor. Dagegen tritt *Dicranum scoparium* in Nord-Finnland viel reichlicher auf, desgleichen speziell *Dicranum fuscescens var.*

[1]) Eingehendere Studien über die ursprüngliche Waldvegetation habe ich vorläufig auf dem Versuchsgebiet von Laanila im südlichen Teil des Kirchspiels von Inari, und auf dem Versuchsgebiet von Kivalo in Viirinkylä bei Rovaniemi ausgeführt. Obige kurze Darstellung wird auch durch die an diesen Orten gemachten Beobachtungen gestützt.

flexicaule, welche in bezug auf reichliches Auftreten sogar *Pleurozium Schreberi* den Rang streitig zu machen beginnt. Auch *Dicranum Bergeri*, *D. robustum* u. *D. spurium* sind im Norden bei weitem allgemeiner verbreitet als im Süden.

Die Lebermose, denen in den Heidewäldern Süd- und Mittel-Finnlands nur geringe Bedeutung zukommt, bilden in der Vegetation der nördlichen Wälder eine sehr bemerkenswerte Komponente. Insbesondere *Lophozia lycopodioides* kommt überall und reichlich auf frischeren Böden vor. Auf etwas trockneren Heiden (doch nicht auf den trockensten) findet man einige kleinere *Lophozia*-Arten. Auch *Blepharozia ciliaris* kommt oft auf normalem Boden vor, während sie in südlicheren Wäldern nur auf Steinen, an Baumstämmen u. dgl. Stellen auftritt.

Die Flechtenvegetation spielt in den nördlichen Wäldern eine hervorragende Rolle. Auf weitausgedehnten Gebieten bilden die Flechten die vorherrschende Vegetation da, wo an entsprechenden Stellen südwärts eine ± reine Moosdecke zu finden ist. Auf frischeren Heideböden wächst besonders *Nephroma arcticum* sehr reichlich. Ausserdem kommen auch *Peltidea aphthosa* und *Peltigera polydactyla* häufig und mancherorts in grossen Mengen vor. Für frischere und insbesondere für trockene Heidewaldböden sind ausser den Renntierflechten (*Cladina*-Arten) auch gewisse Becherflechten sehr charakteristisch, vor allem die Arten *Cladonia gracilis var. elongata* und *Cl. cornuta*. Auch *Cl. crispata* verdient besondere Erwähnung. Auf den trockensten Heideböden gewinnen die mit kürzeren Podetien ausgestatteten *Cladonia*-Arten nebst *Stereocaulon* immer mehr Boden, und sogar krustenartige Flechtenarten beginnen sich auf normaler Bodenfläche auszubreiten (*Ochrolechia sp.*, die besonders in den subalpinen Gegenden sehr häufig an Nadelabfall festangewachsen vorkommt). — Man kann also eine allgemeine Depression der entsprechenden ökologischen Horizonte in den nördlichen Waldsiedlungen gegenüber den süd- und mittelfinnischen wahrnehmen.

Untersuchungsstellen.

Die Hauptarbeit wurde im August 1925 an folgenden Stellen ausgeführt:

1. Sodankylä, am Fluss Kopsusjoki, Marjavaara.
2. Sodankylä, am Fluss Jesiöjoki.
3. Rovaniemi, in der Umgebung des Sees Iso-Venejärvi, beim Dorf Niesi.

4. Rovaniemi, in dem Brandgebiet des Jouttiselkä, im Dorf Ylä-Namma.

In diesen Gebieten wurden folgende 11 Probeflächen genauer untersucht:

Probefläche I: 2. VIII. 1925. Sodankylä, am Kopsusjoki, Marjavaara. Am frischen, unteren Abhang der Höhe, etwa 100 m vom Brandflächenrand entfernt, einigermassen geneigte, jedoch ausgedehnte, ebene Moränenheide. Ist etwa 200-jähriger Mischwald bei vorherrschender Fichte mit moosreichem Reiserunterwuchs gewesen. Dichte ca. 0.6. Am heftigsten hat das Feuer die nächsten Umgebungen der Bäume und der umgefallenen Baumskelette, wo die Humusschicht teilweise bis zum Mineralboden verbrannt war, angegriffen. In den Zwischenräumen sind nur die Reiserbestände und oberen Teile der Moosdecke verbrannt. Völlig vom Brand verschonte Flächen kommen jedoch nicht vor. Die Fichten und Birken sind zum grössten Teil durch den Brand vernichtet, die alten Kiefern dagegen am Leben geblieben. Eine Ungleichmässigkeit in der Vegetation ist insofern vorhanden, als auf den am gründlichsten verbrannten Stellen nur *Marchantia polymorpha*, Mooskeime und *Epilobium angustifolium*-Jungpflanzen sowie massenhaft *Peziza*-Pilze, in den Zwischenräumen dagegen die übrigen in der Tabelle *II*, I angegebenen Arten vorkommen. Umfang der Probefläche 50×50 m^2.

Probefläche II: 3. VIII. 1925. In demselben Brandgebiet wie die vorige, weiter aufwärts auf dem trockenen ausgedehnten Rücken der Höhe, ca. 500 m weit vom Brandflächenrand entfernt. Ebener, etwas steiniger Sandboden. Der Wald besteht aus 400-jährigen und etwa 160-jährigen Kiefern, die hier und da mit vereinzelten *Betula verrucosa*-Individuen untermischt waren. Die Pflanzendecke ist aus flechtenreichem Reiserbestand zusammengesetzt gewesen. Die Kiefern sind zum grössten Teil am Leben geblieben, die Birken dagegen sind vernichtet. Dichte ca. 0.4. Der Brand muss, speziell unter den Bäumen, arg gewütet haben: die Heidetorfschicht, sofern sie überhaupt existiert hat, ist verschwunden. Umfang der Probefläche 50×50 m^2.

Probefläche III: 4. VIII. 1925. In demselben Brandgebiet wie die vorige. Ein ziemlich frischer, tiefer belegener Abhang der Höhe. Entfernung vom Brandrand etwa 300 m. Ebener, mässig steiniger Sandboden. Der Wald hat aus etwa 200—300-jähriger Kiefer, mit etwas Birke (sowohl *Betula odorata* als auch *B. verrucosa)* und vereinzelten kleinen Fichten untermischt, bestanden. Dichte 0.6. Vor dem Brand war die Oberflächenvegetation ein moosreicher Reiserbestand. Der Brand ist unvollständig gewesen, auf der Probefläche befinden sich zahlreiche unverbrannte Flecken. Nichtsdestoweniger sind die meisten Fichten und Birken abgestorben, weil der Brand unter den Bäumen, wie gewöhnlich, stärker gewesen ist; von den Kiefern sind hingegen nur einige kleinere vernichtet. Umfang der Probefläche 50×50 m^2.

Probefläche IV: 5. VIII. 1925. An demselben Ort wie die vorige. Auf frischem Boden am Scheitel der Höhe. Entfernung vom Brand-

rand etwa 50 m. Der Wald war ein aus Fichten und Glasbirken gebildeter Mischwald gewesen. Dichte 0.6 (Tafel. *I*, Fig. 1). Die Pflanzendecke bestand aus mit Moosen sowie mit Gräsern reichlich untermengten Reisern. Sehr reichlich hat es auch Wacholder gegeben, welcher ebenso wie die Fichten und ein grosser Teil der Birken durch das Feuer vernichtet worden ist. In der Vegetation unter den Bäumen und in den Zwischenräumen macht sich derselbe Unterschied wie auf Probefläche 1 deutlich geltend. Umfang der Probefläche 50×50 m².

Probefläche V: 6. VIII. 1925. An demselben Ort wie die vorige. An ungefähr gleichartiger Stelle wie Probefläche II, also auf einigermassen trockenem, ebenem Scheitel der Höhe. Entfernung vom Brandrande etwa 700 m. Sehr stark verbrannt. Der Wald hat aus 160—400-jährigen Kiefern, mit hier und da vereinzelt stehenden *Betula verrucosa*-Individuen bestanden. Dichte ca. 0.2 (Tafel *I*, Fig. 2). Die Vegetation ist dieselbe wie auf der Probefläche II gewesen. Lebende Bäume kommen noch in der Dichte von Besamungsstellung vor. Umfang der Probefläche ½ ha.

Probefläche VI: 9. VIII. 1925. Sodankylä am Fluss Jesiöjoki. Eine weite, ebene, trockene Sandheide. Der Wald ist etwa 100—250-jähriger Kiefernwald gewesen. Dichte 0.6. Vegetation vom CCl-Typ. Infolge des Brandes ist die jüngere Kieferngeneration grösstenteils verdorrt. Entfernung vom unabgebrannten Wald etwa 100 m. Eine ständige Probefläche wurde nicht abgesteckt, da die Brandfläche Privatbesitz ist. Dieser Brandfläche schliesst sich eine auf derselben Heide befindliche 10-jährige Brandfläche sowie ein ursprüngliches, vor etwa 100 Jahren abgebranntes Heidegebiet an, auf denen vergleichende Untersuchungen ausgeführt wurden.

Probefläche VII: 13. VIII. 1925. Rovaniemi, Niesi, am Iso-Venejärvi. Ein trockener Sandhügel, auf dem 300—400 Jahre alte Kiefern gewachsen sind. Dichte 0.3. Da die Reiserdecke nur dürftig war, ist der Brand nur gelinde gewesen, ausser unter den Bäumen und den umgefallenen Baumskeletten. Die Probefläche wurde hauptsächlich behufs Untersuchung der Keimpflanzen von *Arctostaphylos uva ursi* gewählt, ihr Umfang beträgt nur 15×15 m². Entfernung vom Brandgebietsrand sehr beträchtlich, doch kommen vom Brand verschonte Moorränder in einer Entfernung von ca. 200 m vor. Taf. *II*, Fig. 2.

Probefläche VIII: 14. VIII. 1925. An demselben Ort wie die vorige. Eine weite, ebene, ziemlich trockene Heide. Der Wald hat aus licht stehenden (0.3) alten (300—400 J.) Kiefern bestanden und ist nach dem Brand in Besamungsstellung abgehauen worden. Auf der Probefläche haben sich ca. 50 m hohe junge Kiefern befunden, welche sämtlich abgestorben sind. Die Vegetation ist vom CCl-Typus gewesen. Umfang der Probefläche 50×50 m². Entfernung vom Brandrand etwa 1 km. — Auf einer Heide von gleichem Typ wurde am Weg von Niesi nach Korvalo eine ständige Probefläche auf einer 10-jährigen Brandfläche abgesteckt.

Probefläche IX: 15. VIII. 1925. An demselben Ort wie die vorige. Eine weite, ebene Sandheide. Alte Kiefern und vereinzelte *Betula verrucosa*-Individuen haben darauf gestanden. Dichte ca. 0.3. Auf der

Probefläche hat es zahlreiche, unter 50 cm hohe Kiefernpflanzen gegeben, welche ebenso wie die kleineren Kiefern durch den Brand vernichtet sind. Der Brand ist von gleichmässiger Wirkung gewesen. Umfang der Probefläche 50×50 m², Entfernung von der Brandflächengrenze etwa 150 m.

Probefläche X: 18. VIII. 1925. Rovaniemi. Brandgebiet des Jouttiselkä. Der Höhenscheitel auf frischem Moränenboden. Auf der Probefläche hat es, mit Ausnahme einiger alten Kiefernskelette, etwa 80-jährige Kiefern, ein paar Exemplare von *Betula verrucosa* und zahlreiche kleine Fichten gegeben. Dichte 0.7. Die Vegetation ist grasreich gewesen. Der Brand hat den Wald — mit Ausnahme einiger Kiefern — ebenso wie den auf der Fläche gewachsenen Wacholder vernichtet. Die Torfschicht ist — ausser unter den Bäumen — im grossen und ganzen unverbrannt geblieben. Umfang der Probefläche 40×60 m²; die Entfernung von der Brandflächengrenze beträchtlich; in der Nähe jedoch (in ca. 200 m Abstand) der Rand eines unabgebrannten Moores.

Probefläche XI: 20. VIII. 1925. Rovaniemi, Brandgebiet des Jouttiselkä. Auf einer weiten, ebenen Heide belegene, schwache, frische Senkung, auf der die Moos- und Reiservegetation, abgesehen von *Calluna*, reichlicher als auf der benachbarten CCIT-Heide gewesen ist. Der Wald hat aus 300-jährigen, teilweise jüngeren Kiefern, mit einigen *Betula verrucosa*-Exemplaren untermischt, bestanden. Dichte 0.5. Für Besamungsstellung abgestempelt. Gleichmässig, unter den Bäumen jedoch sehr stark abgebrannt. Die jungen Fichten sowohl als die Birken abgestorben. Umfang der Probefläche 40×60 m². Entfernung von der Brandgrenze etwa 300 m.

Einfluss des Waldbrandes auf die Wuchsunterlage.

Eine Untersuchung des Einflusses, der dem Waldbrand auf Waldboden zukommt, fällt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit; doch mögen hier zu Orientierung einige allgemeine Bemerkungen über den Einfluss von Waldbränden auf den Standort sowie auf die Pflanzendecke folgen.

Die Waldbrände sind in sämtlichen Untersuchungsgebieten augenscheinlich hauptsächlich sog. Flächenbrände — im Gegensatz zu Wipfelbränden — gewesen. Das Feuer hat an der Erdoberfläche liegende trockene Pflanzenreste und die während des Brandes selbst abgestorbenen und verdorrten Pflanzenteile verzehrt. Es verbrennen insbesondere zur Erde gefallene trockene Zweige, Rindenstücke, Nadeln und Zapfen; ausserdem die leicht trocknende, poröse Moos- oder Flechtendecke und vor allem Reiser. Die Hitze ist allem Anschein nach gerade in der Höhe der Reiser sehr gross gewesen, — dagegen bleiben schon der untere Teil der Moosschicht und die Torf-

schicht oft, speziell auf frischen Heideböden, unversehrt. Trotzdem ist das Feuer unter den Bäumen, wo es porösen, trockenen Abfall im Überfluss und nur wenig frische Pflanzen gibt, stets so tief eingedrungen, dass der Mineralboden unter dem Heidetorf freigelegt wurde. Zugleich sind die Unterlagen der am Boden liegenden toten Bäume völlig abgebrannt, weil diese oft teerigen Baumskelette das Feuer lange genährt haben. Auf sehr frischen Flächen sind oft nur die eben erwähnten Stellen verbrannt, während die Pflanzendecke der Zwischenräume nur oberflächlich beschädigt erscheint. Auch scheinen reiserarme Heiden viel gelinder zu brennen als reiserreiche. Ihre Flechtendecke ist oft nur an der Oberfläche versengt, der Basalteil ist unversehrt und verleiht dem Boden auch noch nach dem Brand eine weissgraue Farbe. Den Bäumen schädigt der Brand im allgemeinen am stärksten die in Flammenhöhe befindliche Basis, mit Ausnahme der von der Basis an reichlich Äste und Flechten tragenden Fichten, an denen das Feuer gewöhnlich bis zum Wipfel hinaufklettert und diese, auch sonst schon infolge ihrer dünnen Rinde und ihrer unmittelbar in der obersten Bodenschicht belegenen Wurzeln so feuerempfindlichen Bäume um so unfehlbarer dem Untergang weiht. Auch aufrechtstehende Kiefernskelette sind oft bis oben hinauf verbrannt, und infolge ihres Teergehalts sind zuweilen einzelne, sowohl stehende als umgefallene Baumskelette und besonders solche, die nahe beieinander gestanden haben, total verbrannt. — Obwohl also die Einwirkung der Waldbrände auf den Boden und die Pflanzendecke eine sehr tief eingreifende ist, betrifft sie doch hauptsächlich nur die Oberflächenschicht des Bodens und die oberirdischen Pflanzenteile; die tiefer liegenden Pflanzenteile bleiben ± unversehrt.

Beobachtungen über Pflanzenarten und Zusammensetzung der Vegetation auf Brandflächen des vorangegangenen Sommers.

Die Zusammensetzung der Vegetation auf den Probeflächen erhellt aus folgender Tabelle *II*:

Wie aus der Tabelle hervorgeht, lassen sich schon im ersten, auf den Brand folgenden Sommer auf der Brandfläche ziemlich reichlich Pflanzenkeime bemerken. Mit wenigen Ausnahmen (z. B. *Aera flexuosa)* sind die Individuen hier jedoch nicht ausgewachsen. der weitaus grösste Teil der Erdoberfläche ist kahl, jeder Pflanzendecke bar. Speziell infolge des Fehlens üppigerer Pflanzensiedlungen

auf den untersuchten Probeflächen vor dem Brande ist das Pflanzenartenverzeichnis der Tabelle nur kurz und umfasst nur die gewöhnlichsten Waldpflanzenarten des Untersuchungsgebietes. Hier und da wurden auch Beobachtungen über andere Arten gemacht, jedoch zu wenige, um Anlass zu einer besonderen Behandlung derselben zu geben.

Als Ergänzung und im Anschluss an die in der Tabelle gegebenen Beobachtungen über die auf den Probeflächen vorkommenden verschiedenen Pflanzenarten mag folgendes hervorgehoben werden:

Marchantia polymorpha: Überaus häufig und besonders auf frischem Boden reichlich an den mehr verbrannten Stellen unter den Bäumen und um die Stümpfe herum, an den Stellen von Ameisenhaufen u. dgl. Zum grössten Teil steril, 3—4 cm breit, mit Brutkörpern versehen. An einigen Stellen jedoch schon etwas cfr. Daraus dass die Art überhaupt nicht auf älteren Brandflächen zu finden ist, kann man schliessen, dass sie nur kurzlebig ist und im Verlauf weniger Jahre von den Probeflächen verschwinden wird.

Polytrichum juniperinum: Im allgemeinen vernichtet schon ein leichter Waldbrand die Moosdecke auch in solchen Fällen vollständig, wo die Erdoberfläche nur leicht brennt. Dies beruht entschieden darauf, dass das Moos seine lebenden Teile vorzugsweise ganz und gar an der Erdoberfläche hat. Eine Ausnahme machen die *Polytrichum*-Arten, die eine tief in die Erde eindringende »Wurzel» besitzen, welche auch unter normalen Verhältnissen tief in der Erde Verjüngungssprosse bildet. Dank dieser Eigenschaft geht *Polytrichum* auf Brandflächen nicht aus, sondern bildet schon sofort im ersten, auf den Brand folgenden Sommer zahlreiche und oft ungewöhnlich üppige Sprosse, welche sich schnell sowohl vegetativ als auch (vgl. d. folg.) durch Sporen verjüngen und weiter verbreiten. Bekanntlich sind denn auch die auf den Probeflächen massenhaft vorkommenden *P. juniperinum* und *P. piliferum* typische Brandflächenarten, welche jedoch zuletzt, von den Hylocomiaceen und Dicranaceen verdrängt, nur als dürftige Reste in der Vegetation vorkommen.

Mooskeime lassen sich auf den Brandflächen in Mengen finden. Augenscheinlich sind sie aus Sporen entstanden. Sie gehören vorzugsweise den Arten *Polytrichum juniperinum, P. piliferum, Pohlia nutans* und *Ceratodon purpureus* an. Am reichlichsten wachsen sie an den stärkst verbrannten Stellen, doch sind sie auch anderswo häufig. Eine Folge der doppelten Fortpflanzungsart der *Polytrichum*-Arten ist, dass die dichten, aus Sporen entstandenen *Polytrichum*-Teppiche unter den Bäumen und um die Stümpfe »jünger» als viele in den Zwischenräumen vorkommende Teppiche sind. Es ist dies die Erklärung für

Tabelle II.

Arten	Entstehungsart	Auf trockenen		
		II	V	VI
		Frequenz und Deckungs-grad	Frequenz und Deckungs-grad	Frequenz und Deckungs-grad
Musci:				
Marchantia polymorpha, ster.	aus Sporen	+	**0.4** . 1	—
Polytrichum juniperinum, ster. ..	veget. Sprosse	**5.8** . 1	**6.3** . 1	**5.9** . 1
P. commune, ster.	» »	—	—	—
P. piliferum, ster.	» »	—	**0.4** . 1	**3.7** . 1
Moos-Keime	aus Sporen	**3.9** . 1	**4.0** . 1.5	**0.3** . 1
Plantae vasculares:				
Aera flexuosa, ster.	veget. Sprosse	+	**0.2** . 1	—
» » fert.	» »	+	—	—
Luzula pilosa, ster.	» »	—	—	—
» » Jungpflanzen.....	aus Samen	—	—	—
Majanthemum bifolium, ster.	veget. Sprosse	—	—	—
Orchis maculatus, ster.	» »	—	—	—
Epilobium anguslifolium, Jungpfl.	aus Samen	—	—	—
Melampyrum pratense, fert.	» »	—	—	—
Linnæa borsalis, ster.	veget. Sprosse	—	—	—
Trientalis europæa, ster.....	» »	—	—	—
Solidago virgaurea, ster.....	» »	—	—	—
Antennaria dioica, ster.	» »	—	—	—
Archieracium, ster.	» »	—	—	—
Lycopodium complanatum, ster. ..	» »	—	+	—
Empetrum nigrum, Jungpfl.....	aus Samen	—	—	+
Calluna vulgaris, Jungpfl.....	» »	—	—	**6.6** . 1
Myrtillus nigra, ster.	veget. Sprosse	**8.3** . 1	**6.9** . 1	**2.3** . 1+
M. uliginosa, ster.	» »	—	—	—
Vaccinium vitis idæa, ster.	» »	**5.8** . 1	**8.0** . 1	**10** . 1+
Arctostaphylos uva ursi, Jungpfl...	aus Samen	**0.9** . 1	**0.4** . 1	**1.7** . 1
A. alpina, ster.	veget. Sprosse	+	**0.4** . 1	—
Ledum palustre, ster.	» »	—	—	—
Pinus silvestris, Jungpfl.	aus Samen	+	+	**2.6** . 1
» » alte Bäume.....		**4**	**2**	**6**
Betula alba, ster.	veget. Sprosse	+	—	—
Salix caprea, ster.	» »	—	—	—
Populus tremula, ster.....	» »	—	—	—
Sorbus aucuparia, ster.	» »	—	—	—
Zahl der Probeplätzchen		42	48	30
Pfahlmarke.....		II	V	

Heideböden			Auf frischen Heideböden				
VII	VIII	IX	I	III	IV	X	XI
Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad
—	—	+	**0.2** . 3	+	**0.2** . 1	**0.2** . 3	+
7.4 . 1	**4.8** . 1	**9.9** . 1+	**1.8** . 1	**1.2** . 1	**2.8** . 1	**4.8** . 3	**2.2** . 1.5
—	—	+	—	—	—	—	—
+	**0.2** . 1	—	—	—	—	—	—
1.2 . 1	**2.5** . 1	**9.0** . 2	**2.5** . 1	**0.9** . 1	**2.2** . 3	**7.5** . 1.5	**8.4** . 2
—	—	—	**6.9** . 2.5	**4.6** . 1+	**8.3** . 2	**5.9** . 1.5	+
—	—	—	**3.6** . 1.5	**2.1** . 1	**5.0** . 1	**1.6** . 1.5	+
—	—	—	+	—	—	+	—
—	—	—	+	—	**0.6** . 1	**3.9** . 1	—
—	—	—	—	—	—	**0.2** . 1	—
—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	**0.2** . 1	**0.4** . 1	+	+	+	+
—	—	—	**0.2** . 1	+	**3.4** . 1	**1.4** . 1	**0.2** . 1
—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	—	—	—	**1.4** . 1	—	—
—	—	—	—	—	+	+	—
—	—	—	—	—	—	+	—
—	—	—	—	—	—	+	—
+	+	+	+	+	**0.2** . 1	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—
3.1 . 1	**7.1** . 1	**7.8** . 1+	—	—	—	**2.0** . 1	**5.9** . 1+
0.6 . 1	**8.5** . 1	**5.9** . 1	**9.4** . 2	**8.3** . 1.5	**9.0** . 1.5	**9.4** . 1.5	**9.5** . 1.5
—	—	—	**5.7** . 1.5	**2.5** . 1+	**4.5** . 1.5	**1.8** . 1	**1.8** . 1
8.0 . 1	**9.2** . 1	**8.7** . 1	**6.4** . 1	**8.3** . 1+	**9.2** . 1+	**9.6** . 1	**9.5** . 1+
3.1 . 5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+	—	—	—
—	—	+	**0.7** . 1+	**0.2** . 1	—	**0.2** . 1	+
3.7 . 1	**0.2**—1	—	—	—	—	+	**1.7** . 1
3	**3**	**3**	**1**	**5**	+	**6**	**4**
—	—	—	**0.2** . 1	**0.7** . 1	—	—	—
—	+	—	—	—	—	—	—
—	—	0.2 , 1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	+	—
16	43	36	44	42	36	44	35
I	II	III	I	III	IV	I	II

eine an den meisten jüngeren Brandflächen auffallende Erscheinung, dass nämlich die Polytrichen in der nächsten Nähe von Baumstümpfen und Baumskeletten, wo die früheren *Polytrichum*-Individuen von heftigem Feuer vernichtet wurden, in aus Sporen entstandenen dichten Teppichen und auch dann noch steril auftreten, wenn die Teppiche in der Umgebung schon zum grossen Teil sporogonenbildend sind.

Lycopodium complanatum: Diese Art ist in sämtlichen Untersuchungsgebieten allgemein verbreitet, — andere *Lycopodium*-Arten kommen auf ihnen überhaupt nicht vor, wenn sie auch, z. b. *L. annotinum*, vor dem Brand vorhanden gewesen sind, was man nach dem Überfluss dieser Art an unverbrannten Flecken in der Umgebung

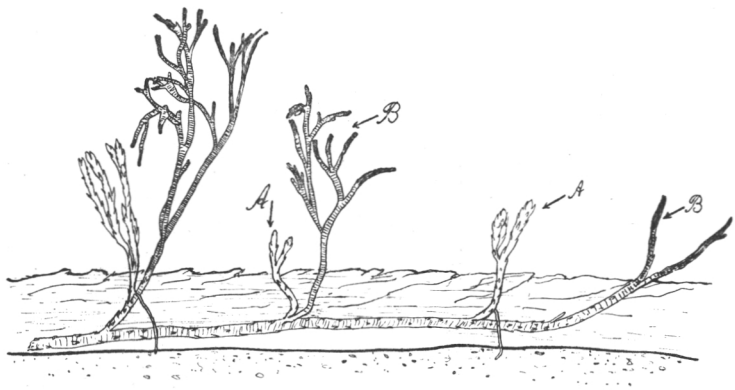


Fig. 1. *Lycopodium complanatum* **von einer Waldbrandfläche. A = Verjüngungsspross, B = vom Brand getrocknete Sprosse. Sodankylä, Marjavaara 4. VIII. 1925.**

schliessen kann. Fig. 1 gibt eine Vorstellung von der Verjüngungsweise von *L. complanatum*. Die Verjüngungssprosse entwickeln sich in den Blattachseln und sind schon im ersten Sommer nach dem Brand mit eigenen Wurzeln versehen. Eine spezielle Eigenschaft dieser *Lycopodium*-Art im Vergleich mit anderen ist, dass ihre Ausläufer sich tiefer in der Moosschicht befinden als die der anderen Arten. Hierin liegt wahrscheinlich eine wichtige Voraussetzung für die Brandwiderstandsfähigkeit dieser Art.

Aera flexuosa: Diese Art besitzt die Eigenschaft, dass sie sogleich im ersten Sommer nach einem Brand Verjüngungssprosse treibt und überaus reichlich blüht (Fig. 2.), während sie auf benachbarten unverbrannten Gebieten so gut wie völlig steril verbleibt. Diese in den Wäldern Finnlands am häufigsten und reichlichsten vorkommende Grasart ist demnach, wie im allgemeinen die mit unterirdischen

Verjüngungs- und Verbreitungsorganen versehenen Arten, sehr brandwiderstandsfähig, ja man kann sie sogar als eine Brandflächen bevorzugende Art bezeichnen.

Luzula pilosa: Zu den etwas anspruchsvolleren Arten, über welche ich oft Gelegenheit hatte, Beobachtungen zu machen, gehört *Luzula pilosa*. Die Karte Fig. 4 gibt eine Vorstellung von dem typischen Auftreten dieser Art. Sie kommt auf Brandflächen, wie auch anderswo

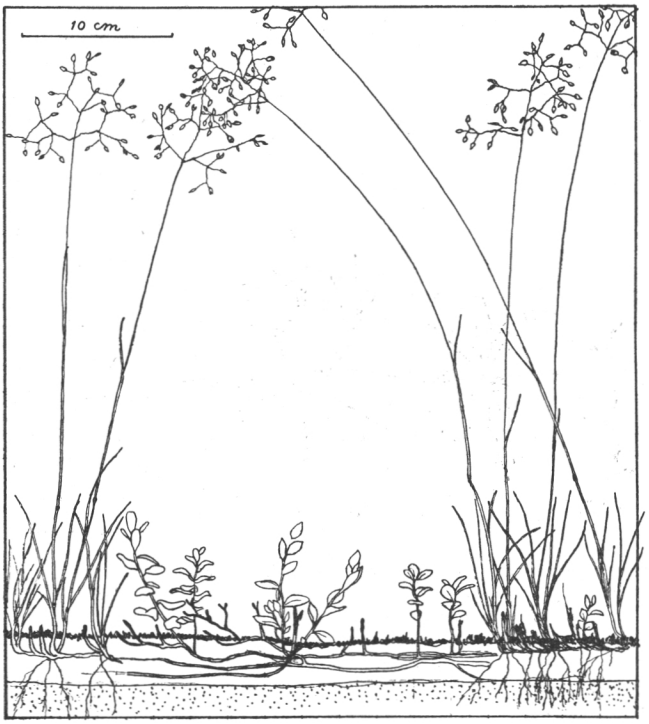


Fig. 2. Vegetationsprofil aus einer Waldbrandfläche mit *Aera flexuosa. Myrtillus uliginosa, M. nigra* und *Vaccinium vitis idæa*. Sodankylä, Marjavaara 2. VIII. 1926. Probefläche Nr. I.

(vgl. Kujala 1926, S. 59), in Flecken vor und ist beinahe immer noch völlig steril. Die *Luzula*-Individuen waren jedoch ihrer Grösse nach sehr verschieden. Es erwies sich nach eingehender Untersuchung, dass es zum Teil im selben Brandsommer-Herbst, zum Teil in dem ersten, auf den Brand folgenden Sommer entstandene Jungpflanzen waren, unter denen sich vereinzelte, aus alten unterirdischen Rhizomen durch Sprossung entstandene grössere Individuen befanden. Die Jungpflanzen der *Luzula* bieten ein interessantes Problem dar: Warum erscheinen sie fleckenweise, zusammen mit älteren sterilen Individuen

(oft auch ohne diese), und wie geht im allgemeinen ihre Besamung auf Brandflächen vor sich? Die Beantwortung dieser Fragen ergibt sich aus der Untersuchung von Keim- und Jungpflanzen. Fig. 3 stellt solche in verschiedenen Entwickelungsstadien dar. Der nach Art der Juncaceen an der Spitze des Keimblattes befindliche Same liegt bei dieser Art gewöhnlich 2—3 cm tief in der Erde. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Samen sich in dieser Tiefe ebenso wie die Rhizome und andere lebende Teile vieler Arten über den Waldbrand hinaus erhalten haben. Hierdurch erklärt sich auch das fleckenweise Auftreten der Jungpflanzen: die Jungpflanzenflecke (siehe Fig. 4) treten an Stellen auf, wo *Luzula* vor dem Brande wuchs, da an diesen Stellen am meisten Samen abgefallen sind (Besamungsflecke). Die Frage, in welcher Art und Weise die Samen der *Luzula* sowie einiger anderen Arten (z. B. *Arctostaphylos uva ursi*) tiefer in die Erde geraten, verblieb in diesem Zusammenhang ungelöst. Es wäre vor allem von hoher Bedeutung, sich Aufklärung darüber zu verschaffen, wie lange die Samen sich im Waldboden ohne zu keimen am Leben erhalten können.

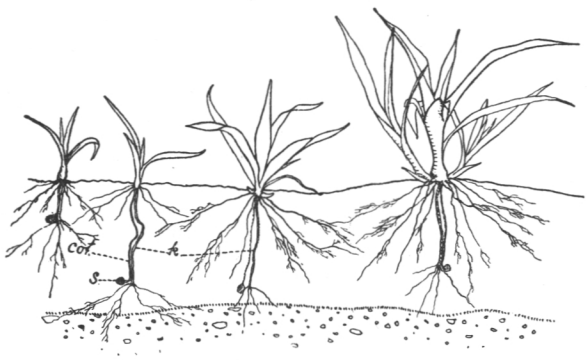


Fig. 3. *Luzula pilosa.* Jungpflanzen von einer Waldbrandfläche. k = Hypokotyl; cot = Keimblatt; s = Same. Sodankylä, Marjavaara 4. VIII. 1925.

Majanthemum bifolium: Es wurden nur wenige verkümmerte Blätter gefunden, welche aus über den Brand hinaus erhaltenen Rhizomen sprossten.

Orchis maculatus: Diese die Brandflächen bekanntlich bevorzugende Orchidee kommt auf den Brandgebieten des Iso-Venejärvi und Jouttiselkä an frischen Stellen ziemlich reichlich vor. Sämtliche Individuen waren noch steril, aus alten Knollenwurzeln entstanden und im Vergleich zum Mutterindividuum, wie durch vergleichende Untersuchungen erwiesen wurde, sehr kräftig. Keimpflanzen wurden nicht gefunden.

Populus tremula: Von der Espe gab es in den Gebieten des Venejärvi und Jouttiselkä ausser Verjüngungssprossen zahlreiche Keimpflanzen, und zwar vorzugsweise auf den frischesten Böden. Die Jungpflanzen treten ausschliesslich in den stark verbrannten Partien

unter den Bäumen auf, und es gab derer manchmal 30—40 unter einem einzigen Baum oder Baumskelett. (Die Bestimmung der hier in Frage stehenden Jungpflanzen halte ich für nicht ganz endgültig, da mir kein Vergleichsmaterial zur Verfügung steht. Die Beschreibung SYLVENS, S. 328, stimmt jedoch gut). Ähnliche Beobachtungen über Seltenheit und Vorkommst-Voraussetzungen der Espen-Pflanzen hat LAGERBERG (1922, S. 139) in Schweden gemacht.

Pinus silvestris: Infolge des unbefriedigenden Samenertrags des vergangenen Winters (1924—1925) war die Zahl der Kiefernjungpflanzen auf den Probeflächen noch sehr gering. Auf dem Brandgebiet am Venejärvi waren im Winter Samen ausgesät worden, und der grössere Reichtum an jungen Pflanzen an dieser Stelle beruhte offenbar darauf. Allem Anschein nach erhalten sich Kiefersamen nicht oder wenigstens nicht in nennenswerten Mengen über den Brand hinaus. Genauere Untersuchungen nach guten Samenjahren sind jedoch vonnöten.

Picea excelsa: Es wurden überhaupt keine

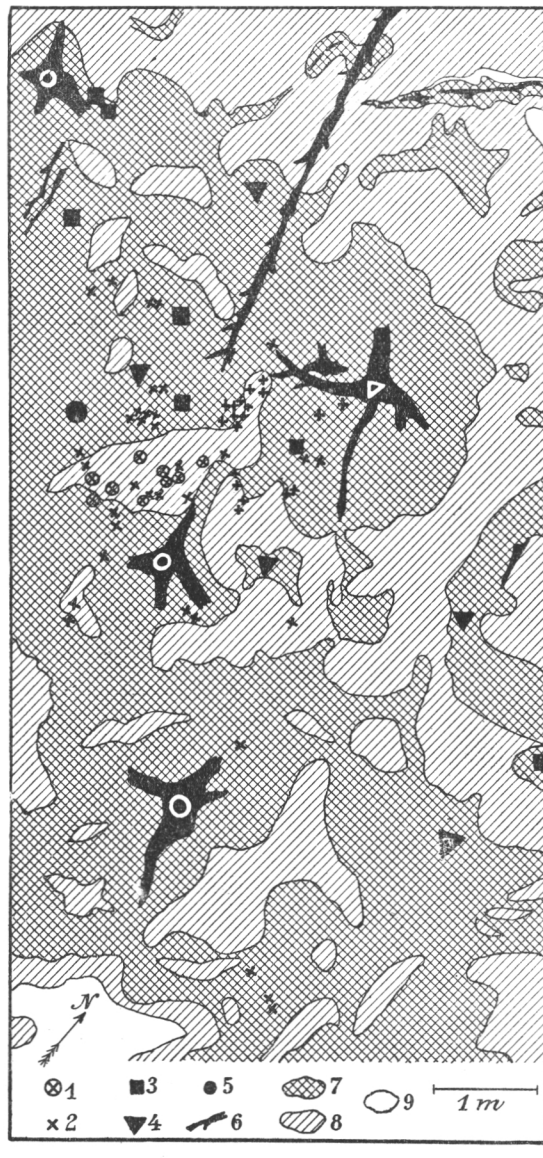


Fig. 4. Das Vorkommen von *Luzula pilosa* auf einer Waldbrandfläche. 1 = *Luzula* ster. veget. Sprosse; 2 = *Luzula*, aus Samen entstandene Jungpflanzen; 3 = Birke (tot); 4 = Fichte (tot); 5 = Kiefer (tot); 6 = verkohltes Holz; 7 = mässig verbrannte Bodenstellen; 8 = schwach verbrannte Bodenstellen; 9 = unverbrannte Flächen. Rovaniemi, Jouttiselkä.

Fichtenjungpflanzen auf Brandflächen dieses Alters angetroffen. Jedoch verdient der Umstand Beachtung, dass auch das Samenjahr der Fichte ein überaus ungünstiges gewesen war.

Betula alba: Birken, deren Basis ringsum verbrannt und deren Kambiumzellen hier ganz abgestorben waren, hatten durchweg,

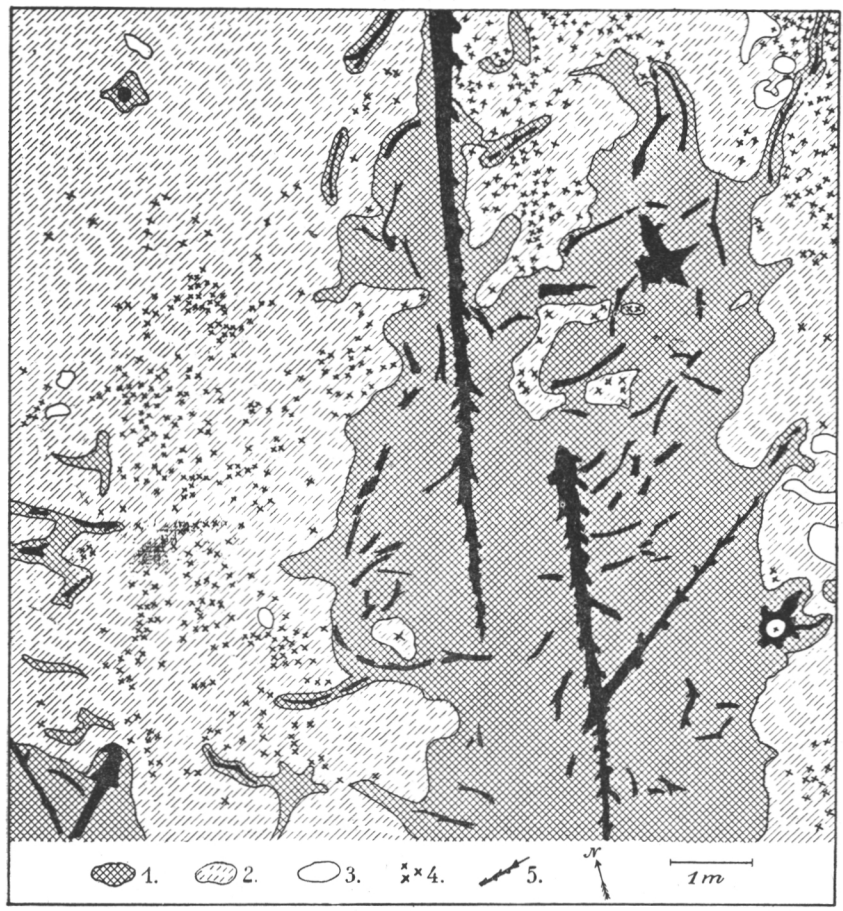


Fig. 5. Das Vorkommen von *Calluna*-Keimpflanzen auf junger Waldbrandfläche. 4 = stark verbrannte Flächen; 2 = mässig verbrannte Flächen; 3 = unverbrannte Flächen; 4 = *Calluna*-Keimpflanzen; 5 = verkohltes Holz. Rovaniemi, Niesi. Probefläche Nr. VIII.

mit Ausnahme der untersten Zweige, noch ihren vollen Blätterschmuck und lieferten im Überfluss reife Samen (Tafel II, Fig. 1). Demnach kann also eine infolge von Waldbrand ausgehende Birke wenigstens im ersten auf den Brand folgenden Sommer auf den von ihr bevorzugten Brandflächen noch durch Besamung reichlich Keimpflanzen bilden.

Die zarten Birkensamen dürften einen Brand nicht überdauern. Auf den Brandflächen gab es gar keine jungen Birkenpflanzen. Dies beruht darauf, dass die Birke im Brandsommer ein ganz besonders schlechtes Samenjahr gehabt hatte.

Calluna vulgaris: Diese Art besitzt keine unterirdischen Verjüngungsorgane. Darum geht sie bei Waldbränden stets vollständig aus. Ihre Verbreitung und Verjüngung auf Waldbrandflächen geschieht demnach ausschliesslich durch Samen. Junge Heidekrautpflanzen gab es in sämtlichen hier untersuchten Gebieten, jedoch auf dem Marjavaara nur sehr spärlich. In der Mittelpartie der Brandflächen, etwa in 1 km Entfernung von den Flächenrändern, befanden sich Jungpflanzen und kamen sie oft in sehr reichlicher Individuenanzahl vor. Schon aus diesem Grunde ist nicht anzunehmen, dass die Heidekrautsamen sich im Verlauf eines Jahres von der unversehrten Umgebung auf die Brandfläche hin verbreitet hätten. Allerdings sind die Heidekrautsamen winzig und leicht, sie ermangeln jedoch der Flugeinrichtungen. Auch die Verteilungsverhältnisse der jungen Pflanzen auf den Probeflächen sind charakteristisch. Karte Fig. 5 zeigt das typische Auftreten von jungen Heidekrautpflanzen in dem Waldbrandgebiet am Venejärvi in Rovaniemi. Man sieht daraus, dass junge Pflanzen nur auf einigermassen stark verbrannten Flächen gedeihen, in den stark verbrannten Partien unter den Bäumen, um Stümpfe u. dgl. herum, wo das Feuer vermutlich die Samen vernichtet hat, kommen sie überhaupt nicht vor. Auch dies ist eine Bestätigung der Annahme, dass die Jungpflanzen des Heidekrauts aus den Brand überdauernden Samen entstanden sind. Da der Waldbrand im Herbst 1924 vor der Reife der Heidekrautsamen stattfand, müssen die Jungpflanzen von Samen des Jahres 1923 oder von noch älteren Samen herstammen. Fasst man das Auftreten von Heidekrautjungpflanzen auf unverbrannten Flächen, wo es z. B. infolge der Einwirkung der Eisbildungen im Boden kahle Sandflecken im Überfluss gibt, ins Auge, so kann man ohne Schwierigkeit feststellen, dass es auf verbrannten Flächen viel mehr Jungpflanzen gibt als auf benachbarten unverbrannten Gebieten. Auch auf den untersuchten, etwa 10-jährigen Brandflächen kommen Jungpflanzen von *Calluna* nur in sehr geringer Menge vor, obgleich ein grosser Teil der Bodenfläche besonders an den mit Heidekraut bestandenen Flecken noch beinahe ganz kahl ist. Auf der Probefläche VIII wurde die Zahl der Jungpflanzen des Heidekrauts pro Quadratmeter abgezählt, und zwar betrug sie durchschnittlich 29. Es dürfte dieses Zahlenverhältnis ein recht normales sein, und diese Jungpflanzenmenge ist beträchtlich grösser als die Zahl der ausgewachsenen Heidekrautindividuen in entsprechenden

älteren Waldsiedlungen. Auf vielen Gebieten war die Zahl der Jungpflanzen noch bedeutend grösser als die vorgenannte Zahl.



Fig. 6. Das Vorkommen von *Myrtillus* und *Vaccinium* auf verschieden stark verbrannten Bodenstellen. 1 = reiserlose stark verbrannte Flächen unter Bäumen und umgefallenen Stämmen; 2 = mässig stark verbrannte Flächen mit Reisern; 3 = mässig stark verbrannte Flächen mit sehr reichlichen Reisern. 4 = *Pinus silvestris* (lebendig und tot); 5 = *Picea excelsa* (lebendig, tot); 6 = *Betula alba* (lebendig, tot). Rovaniemi, Jouttiselkä. Probefläche Nr. XI.

Demnach geht die vollständige Verjüngung des Heidekrauts oft in dem auf den Brand folgenden Sommer vor sich. Es ist sehr wohl

möglich, dass die durch den Brand verursachte Wärme, die Aschenstoffe u. dgl. das Entstehen von Heidekraut-Keimpflanzen sehr befördern. Um sicheren Aufschluss hierüber zu gewinnen, sind physiologische Untersuchungen vonnöten.

Myrtillus nigra: Schon gleich in dem ersten, auf den Brand folgenden Sommer findet man auf den Gebieten der alten Reiserbestände in grosser Menge kräftige, ca. 4—8 cm hohe Sprosse der Heidelbeere meist in grösseren Mengen als irgendwelche anderen Pflanzenkeime (Fig. 2). Die Anzahl der Sprosse ist dermassen gross, dass sie nach vollendetem Auswachsen zur Bildung eines normalen Reiserbestands vollkommen genügen. Wie schon früher hervorgehoben wurde (KUJALA 1926, S. 28), kommen in Waldbrandgebieten keine Keimpflanzen der Heidelbeere vor. Die Spezialuntersuchungen von Waldbrandgebieten bestätigen dieses Ergebnis vollkommen, — die Verjüngung geschieht ausschliesslich durch Sprossbildung. Überall an der Stelle des alten Reiserbestandes, mit Ausnahme der mehr verbrannten Stellen unter den Bäumen, wo das Feuer allem Anschein nach die Rhizome total vernichtet hat (Fig. 6), kommen junge Sprosse vor. Dank ihrer unterirdischen Rhizome vermag die Heidelbeere jedoch im allgemeinen der Einwirkung der Waldbrände gut standzuhalten.

Myrtillus uliginosa: Diese Art gehört zu den wichtigsten Reiserarten der frischen Heiden des Untersuchungsgebietes. Sie verjüngt sich ebenso wie die Heidelbeere sehr reichlich und ausschliesslich durch vegetative Sprosse. Die Sprosse können schon im folgenden Sommer die Höhe von 1 dm erreichen und bilden oft rosettenförmige Gruppen an der Bodenfläche. Keimpflanzen dieser Art wurden auf den Waldbrandflächen nicht angetroffen.

Vaccinium vitis idaea: Verjüngt sich ebenso wie die beiden vorgenannten Arten auf Waldbrandflächen sehr reichlich und ausschliesslich durch Sprosse (Fig. 2). Die Höhe derselben beträgt 1—2 cm. Keimpflanzen kommen auf den Waldbrandflächen überhaupt nicht vor.

Ledum palustre: Dieses auf frischen Heiden des Untersuchungsgebietes allgemein verbreitete Reis gehört ebenfalls zu den bemerkenswertesten Arten der jungen Brandflächen auf frischen Böden und pflanzt sich mühelos durch Sprossbildung fort. Die Sprosse bilden noch ausgeprägtere Rosetten als bei *Myrtillus uliginosa*, wie aus Fig. 7 ersichtlich ist. Die Höhe der Sprosse erreicht 1—1 ½ dm. Keimpflanzen kommen auf Brandflächen nicht vor.

Arctostaphylos uva ursi: Ebenso wie dem Heidekraut fehlen auch der immergrünen Bärentraube unterirdische Verjüngungsorgane.

Daher geht sie bei Waldbränden gänzlich zugrunde und ist behufs ihrer Verjüngung auf Waldbrandflächen ausschliesslich auf Keimpflanzen angewiesen. Die Keimpflanzen der Bärentraube sind denn auch sehr allgemein und reichlich überall an ihren früheren Standorten auf den untersuchten Waldbrandflächen verbreitet. Auch Jungpflanzen dieser Art kommen keineswegs willkürlich über die Waldbrandfläche zerstreut, sondern stets in der Nähe der Überbleibsel von früheren Bärentrauben, meistens in Gruppen von mehreren Pflanzen vor (Tafel II, Fig. 2). Aus Karte Fig. 8 wiederum erhellt, wie sich Jungpflanzen der Bärentraube zu verschieden stark verbrannten Flächen verhalten, — am besten gedeihen sie am Rande einer stark verbrannten Fläche. Das Hypokotyl der Bärentrauben-Keimpflanzen steigt oft aus einer Tiefe von 2—3 cm aus dem Boden auf, in welcher Tiefe sich die Fruchtreste befinden. In dieser Tiefe dürften die Bärentrauben-Samen den Brand gut vertragen können. Alle obenangeführten Beobachtungen weisen nämlich darauf hin, dass die Jungpflanzen der Bärentraube, ebenso wie der *Calluna* und *Luzula*, aus den in der Erde erhaltenen Samen entstehen, sowie darauf, dass der Brand stimulierend auf die Keimung einwirkt. Auch die Menge der Bärentrauben-Jungpflanzen ist gleich im ersten, auf den Brand folgenden Sommer schon so gross, dass sie übergenug zur Regeneration des Bärentraubenbestandes in seinem früheren Umfang ist.



Fig. 7. *Ledum palustre.* Verjüngungssprosse von einer Waldbrandfläche. Rovaniemi, Jouttiselkä.

Arctostaphylos alpina: Leidet sehr unter dem Brand, nichtsdestoweniger wurden aus den Brandresten aufspriessende Verjüngungssprosse sehr häufig wahrgenommen. Keimpflanzen konnten nicht entdeckt werden, was jedoch vielleicht auf der Spärlichkeit der Alpenbärentraube in dem Untersuchungsgebiet beruhen dürfte.

Empetrum nigrum: Wie aus den Pflanzensiedlungen der Umgebung und aus den Brandresten auf den Probeflächen deutlich zu ersehen ist, muss diese Reiserart vor dem Brand auf den meisten Probeflächen sehr allgemein verbreitet gewesen sein und zu den dominierenden Arten gehört haben. In Ermangelung unterirdischer



Fig. 8. Das Vorkommen von *Arctostaphylos uva ursi*-Keimpflanzen auf einer jungen Waldbrandfläche. 1 = *Arctostaphylos uva ursi*-Keimpflanzen; 2 = unverbrannte Bodenstellen; 3 = mässig stark verbrannte Flächen; 4 = stark verbrannte Flächen; 5 = Reste von alten *Arctostaphylos*-Reisern; 6 = verkohltes Holz; 7 = *Pinus silvestris*.

Fortpflanzungsorgane geht sie jedoch infolge von Waldbränden ganz aus. Demnach muss also auch *Empetrum* sich nach dem Brande durch Samen verjüngen. Jedoch bieten seine Verjüngungsverhältnisse eine viel schwieriger zu lösende Frage als die der vorgenannten Arten dar. Auf den Probeflächen kommen nämlich auch seine Keimpflanzen nur überaus spärlich vor. In dieser Beziehung

gleicht seine Biologie der der Heidel- und Preiselbeere. Doch fehlen die Keimpflanzen von *Empetrum* nicht so vollständig wie die der beiden letztgenannten Arten. Auf der Probefläche am Jesiöjoki (Probefläche VI) und in der Nähe derselben wurden nach sorgfältigem Suchen 6 mit Keimblättern versehene Jungpflanzen und in der Umgebung des Iso-Venejärvi (Probefläche VII) desgleichen einige Individuen gefunden. Jedenfalls ist diese Jungpflanzenmenge verschwindend klein im Vergleich zur Verbreitung der Art in alten Wäldern. Zur Aufklärung dieses Widerspruchs wurden Spezialuntersuchungen auf älteren, ca 10-jährigen Waldbrandflächen, wo die *Empetrum*-Individuen bereits grösser und leichter auffindbar sind, angestellt. Es wurden denn auch auf einer Waldbrandfläche, die auf einer Höhe am Flusse Rautajoki in Ylänamma, Kirchsp. Rovaniemi, liegt, stellenweise junge *Empetrum*-Pflanzen in recht ansehnlichen Mengen gefunden (s. Karte Fig. 11), jedoch kamen sie auch auf diesem Brandgebiet meistenteils nur sehr spärlich, stellenweise überhaupt nicht vor. Ähnliche Verbreitungsverhältnise liessen sich auf einer 9-jährigen, dem Brandgebiet des Jouttiselkä anliegenden Waldbrandfläche konstatieren. Die Jungpflanzen waren von sehr verschiedener Grösse. Ihre Altersverhältnisse gehen aus folgenden mikroskopischen Altersbestimmungen hervor:

2—3-jährige		11	St.
6-	»	2	»
8-	»	8	»
9-	»	4	»

Die Grösse der Jungpflanzen ist sehr variabel, daher ist es unmöglich, das Alter eines Individuums nach dem Äussern richtig abzuschätzen.

Die jungen Empetrumpflanzen gehören also verschiedenen Altersklassen an, — sie erscheinen nach und nach auf der Waldbrandfläche. Wie aus früheren Untersuchungen hervorgeht (vgl. KUJALA 1926 S. 34), gehört *Empetrum* zu den scharfbegrenzte Flecke bildenden Arten. Die hier gemachten Beobachtungen über ihre Verjüngungsverhältnisse stimmen mit diesen früheren Resultaten überein. Da es nur wenige Anfangsindividuen gibt, breiten sich die sich vegetativ verjüngenden *Empetrum*-Bestände um weit voneinander entfernt liegende Zentren aus und kommen in scharfumgrenzten und einheitlichen Flecken vor.

Epilobium angustifolium: Ist bekanntlich eine die Waldbrandflächen bevorzugende Art. Die Keimpflanzen derselben sind eine charakteristische Erscheinung in sämtlichen hier untersuchten Ge-

bieten. Am liebsten — manchmal ganz überwiegend — wachsen sie auf den meistverbrannten Stellen, unter Bäumen, um Stümpfe herum, auf verbrannten Ameisenhaufen usw., vorzugsweise auf frischem Boden in Gesellschaft von *Marchantia* (vgl. Fig. 11). Die Samen dürften demnach vom Winde nach der Brandfläche getragen worden sein. Man muss die Verbreitungsfähigkeit dieser Art ebenso wie ihr ungewöhnlich schnelles Wachstum bewundern, denn in den umgebenden ursprünglichen Wäldern kommt sie nur selten und sehr spärlich vor. Schon gleich im ersten, auf den Brand folgenden Sommer können ihre aus ganz winzigen Samen entstandenen Jungpflanzen die ansehnliche Höhe von 1—2 dm erreichen, ja in einzelnen

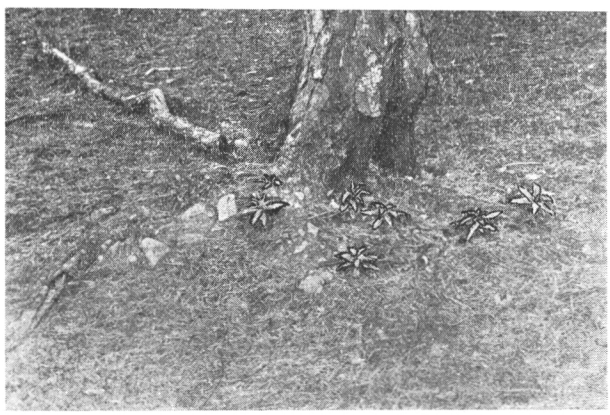


Fig. 9. Das Vorkommen von *Epilobium augustifolium*-Jungpflanzen (aus Samen) an stark verbrannter Stelle unter einer Birke. Rovaniemi, Jouttiselkä.

Fällen sogar sich zu blühenden Individuen entwickeln (Fig. 9). Ausser durch Keimpflanzen verjüngt sich diese Art auf Brandflächen auch durch Wurzelsprosse. Die Bedeutung dieser letzteren ist jedoch gering, da *Epilobium* vor dem Brande nur sehr spärlich, wenn überhaupt, in den untersuchten Wäldern vorkam.

Melampyrum pratense: Scheint sehr unter dem Waldbrand zu leiden. Doch erhalten sich die Samen auch dieser Art, ausser auf vom Brande verschonten Flecken, auch an geschützteren verbrannten Stellen der Probeflächen, wie bei Steinen und in kleinen Gruben, wo blühende Individuen reichlich zu finden waren. Auf frischeren, leicht verbrannten Flächen (Probefläche IV) kommt diese Art auch sonst vor.

Linnea borealis: Diese Art besitzt verhältnismässig oberflächliche Ausläufer (vgl. Kujala 1926, S. 43). Aus diesem Grunde wird

sie von Waldbränden fast völlig vernichtet. Nur in ganz seltenen Fällen wurden aus alten Stengelresten hervorspriessende Sprosse bemerkt. Auch Keimpflanzen waren auf den Probeflächen nicht zu finden (vgl. auch KUJALA 1926, S. 44), was jedoch eventuell darauf beruhen mag, dass sowohl die 2-jährigen als auch die älteren hier untersuchten Probeflächen keine für das Gedeihen dieser Art geeigneten Lokalitäten darboten. Die Verjüngung von *Linnea* bleibt also eine künftigen Untersuchungen vorbehaltene Frage.

Trientalis, *Solidago* (Fig. 10), *Antennaria*, *Archieracium* sind sämtlich mit Rhizomen versehen und daher den Waldbrand ertragende Arten, welche als entwicklungsfähige sterile Sprosse auf den Probeflächen vorkommen. Ihnen dürften sich noch die *Pyrola*-Arten, *Geranium silvaticum* u. a. Waldpflanzenarten anschliessen, welche allerdings auf den Probeflächen nicht gefunden, jedoch auf benachbarten Waldbrandflächen als durch Sprosse sich verjüngende Arten bestimmt wurden.

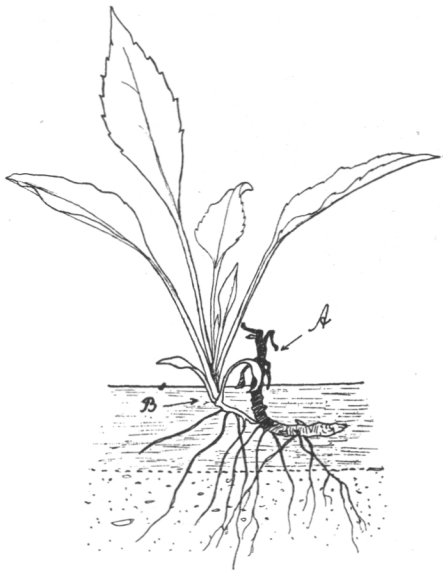


Fig. 10. *Solidago virgaurea* aus einer Waldbrandfläche. A = Reste vom vorjährigen verbrannten Stamme; B = Verjüngungsspross. Sodankylä, Marjavaara 2. VIII. 1925.

Aus den oben angeführten Beobachtungen geht hervor, dass die Einwirkung des Waldbrandes auf die Waldvegetation sehr beachtenswert ist. Die Einwirkung auf die verschiedenen Pflanzenarten hängt vom Bau der Pflanze ab: unterirdischer Verjüngungsorgane ermangelnde Arten wie *Calluna*, *Arctostaphylos uva ursi* und *Empetrum nigrum* werden durch Waldbrände völlig vernichtet, wohingegen die mit solchen Organen ausgestatteten Arten am Leben bleiben und sich durch Sprosse verjüngen. Als Ersatz für die fehlenden vegetativen, unterirdischen Verjüngungsorgane besitzen unter den hier behandelten Arten *Calluna* und *Arctostaphylos uva ursi* eine ungemein effektive Samenverjüngung auf den Waldbrandflächen, wozu ihre sich über den Brand hinaus in der Erde erhaltenden Samen dienen. Der Brand wirkt allem Anschein nach förderlich auf die Keimung ihrer Samen ein. Für mit Rhizomen

und anderen unterirdischen Verjüngungsorganen ausgerüstete Arten wie *Myrtillus nigra*, *M. uliginosa*, *Vaccinium vitis idaea*, *Ledum palustre*, *Trientalis*, *Majanthemum*, *Orchis maculatus* ist das Fehlen von Keimpflanzen charakteristisch. Eigentümlich bei der Verjüngung von *Empetrum nigrum* (und *Linnea?)* ist, dass junge Samenpflanzen von ihr kaum zu finden sind, trotzdem diese Art durch den Waldbrand total vernichtet wird. Jedenfalls verbreitet sich *Empetrum* nur ganz allmählich, hauptsächlich durch vegetative Erweiterung individuenarmer Flecken.

In der Zusammensetzung der Vegetation auf Waldbrandflächen ist von Anfang an eine strenge Gesetzmässigkeit zu konstatieren. Die Arten kommen nur an bestimmten charakteristischen Stellen vor:

1. Auf stark verbrannten Flächen unter Bäumen u. dgl. kommen nur aus angeflogenen Sporen oder Samen entstandene Pflanzen vor *(Marchantia*, Mooskeime, *Epilobium angustifolium*, *Populus tremula)*.

2. Arten, die aus fliegunfähigen Samen entstehen, treten vorzugsweise an ihren früheren Wuchsstellen auf, da die Samen hauptsächlich an diesen Stellen abgefallen sind *(Luzula pilosa*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Calluna)*.

3. Aus Rhizomen u. dgl. entstandene Sprosse treten natürlicherweise ebenfalls an den früheren Wuchsstellen der Art auf.

Demgemäss erhalten sich wichtige Grundzüge in der Zusammensetzung der Waldvegetation über den Waldbrand hinaus unverändert.

An den Waldpflanzenarten können vielerlei Erscheinungen (Bauverhältnisse und andere Eigenschaften) konstatiert werden, welche speziell die Erhaltung der Art über den Waldbrand hinaus ermöglichen dürften. Die Annahme scheint nicht unberechtigt, dass die häufigen Waldbrände zur Folge gehabt haben, dass nur solche Pflanzenarten in der Vegetation unserer Heidewälder dauernd Wurzel gefasst haben, die dank irgendeiner Eigenschaft den Waldbrand gut vertragen oder geradezu Nutzen aus ihm ziehen können. Die Heidewaldvegetation hat sich mithin den durch den Waldbrand verursachten Standortsvoraussetzungen »angepasst».

Es mögen in bezug hierauf folgende morphologische und physiologische Eigenschaften erwähnt werden:

1. Unterirdische Verjüngungsorgane der Waldpflanzen. Wenn auch die Existenz der mit solchen versehenen Arten viele Ursachen hat, darf doch mit gutem Grunde angenommen werden, dass der Waldbrand die Konkurrenzfähigkeit der mit ihnen ausgerüsteten Arten gesteigert hat. Diese Behauptung kann mit um so grösserer Berechtigung aufgestellt werden, als viele wichtige, mit Rhizomen versehene Pflanzenarten der Heidewälder der Fähigkeit ermangeln, sich auf Brandflächen aus Samen zu verjüngen *(Myrtillus, Vaccinium)*.

2. Die hohe Keimfähigkeit der Samen an aschehaltigen Stellen *(Calluna, Arctostaphylos uva ursi, Epilobium, Populus)*. Bemerkenswert ist, dass den wichtigsten der hierhergehörenden Arten *(Calluna, Arctostaphylos)* Rhizome fehlen, so dass sie in Ermangelung von Samen der Vernichtung durch den Waldbrand preisgegeben wären.

3. Dickschaligkeit der Samen *(Arctostaphylos)*.

4. Grosse Flugfähigkeit der Samen *(Epilobium, Populus)*.

5. Die Fähigkeit, sich auf verbranntem Boden ungemein rasch zu entwickeln *(Epilobium, Marchantia, Peziza)*.

6. Die Fähigkeit, sogleich nach dem Brande reichlich zu blühen *(Aera)*.

7. Die Fähigkeit der Samen, sich in unverbranntem Boden lange ohne zu keimen am Leben zu erhalten. *(Calluna?, Arctostaphylos?)*.

8. Dickrindigkeit des Stammes *(Pinus silvestris)*.

Beobachtungen über die Vegetation auf älteren Waldbrandflächen.

Wenn man die Zusammensetzung der Vegetation auf älteren Waldbrandflächen untersucht, kann man sich durch einen Vergleich mit jüngeren eine gute Vorstellung von der weiteren Entwicklung des im vorigen Kapitel beschriebenen Stadiums der Vegetation machen. Folgende Aufzeichnungen von trockenen Heiden mögen als typische Beispiele aus ca. 10-jährigen Waldbrandflächen hier ihren Platz finden.

Probefläche 1. 19. VIII. 1925. Rovaniemi, am Fluss Raudanjoki, Korvalo. Vor etwa 10 Jahren abgebrannter Kiefern-Birken-Fichtenmischwald auf weiter, ebener Heide. Die Dichte ist ca. 0.8 gewesen. Der Brand war heftig gewesen, und die Bäume, die meistenteils jung waren, waren darauf sämtlich abgestorben, die Skelette standen noch aufrecht. Das Auftreten von *Calluna, Polytrichum juniperinum* + *P. piliferum, Empetrum* und *Epilobium* wurde auf einer 10×14 m² grossen Fläche kartiert (Fig. 11).

Probefläche 2. 9. VIII. 1925. Sodankylä, am Jesiöjoki. Eine etwa 10 Jahr alte Waldbrandfläche. Eine trockene, weite, mit Kiefern bestandene Heide. Grenzt unmittelbar an die 1-jährige Brandfläche Nr. VI an.

Probefläche 3. 9. VIII. 1925. An demselben Ort wie die vorige, jedoch etwas taleinwärts, auf frischem Boden. Der Wald ist reichlich mit Birke untermischt gewesen, gegenwärtig kahlgehauen. Reichlicher Jungwuchs von Kiefern (NORRL. Grad IV) und Birken (V), vereinzelte kleine Jungpflanzen von Fichte und Wacholder.

Probefläche 4. 15. VIII. 1925. Sodankylä, 12 ½ km in der Richtung des Weges von Korvalo nach Niesi, eine etwa 10-jährige Brandfläche auf weitgestreckter CCIT-Kiefernheide.

Arten	1	2		3	4
		In Zwischenräumen	Unter Bäumen		
	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad
Lichenes:					
Biatora uliginosa	**8.5** . 4	—	—	cop.	**4.3** . 2
B. granulosa	**6.0** . 1+	—	—	cop.	**6.9** . 1.5
Cladina spp.	—	—	—	+	**2.0** . 1
Cladonia digitata	**0.5** . 1	—	—	cop.	**6.3** . 1
Cl. coccifera	**2.5** . 1	—	—	+	**4.3** . 1
Cl. bellidiflora	—	—	—	—	**0.3** . 1
Cl. crispata	**0.5** . 1	—	—	—	**4.3** . 1
Cl. verticillata	**0.5** . 1	—	—	—	**1.3** . 1
Cl. fimbriata	**0.5** . 1	—	—	+	**2.0** . 1
Cl. cornuta	—	—	—	—	**4.6** . 1
Cl. pyxidata	—	—	—	—	**1.7** . 1
Cl. botrytes	**4.0** . 1.5	—	—	cop.	**5.9** . 1+
Cladonia-Keime	**8.0** . 2	**10** . 3	**10** . 2	**5.0** . 1+	cop.
Sterescaulon paschale	—	—	—	—	**1.7** . 1
Solorina crocea	—	—	—	—	**2.0** . 1
Musci:					
Jungermanniaæ	**0.5** . 1	**5.0** . 1.5	—	—	**9.2** . 2
Ceratododon purpureus	**2.5** . 3	**0.5** . 3	**3.0** . 2+	**3.6** . 2.5	**0.3** . 1
Pohlia nutans	**9.0** . 5.5	**5.0** . 2.5	**10** . 5	**8.9** . 3.5	**8.3** . 1.5
Polytrichum juniperinum	**10** . 6	**9.5** . 3+	**10** . 7	**10** . 8	**10** . 2
P. piliferum	**3.5** . 4	**4.5** . 3	**10** . 5	**0.3** . 2	**5.0** . 3
Buxbaumia aphylla	**1.0** . 1	**0.5** . 1	—	—	—
Plantae vasculares:					
Calamagrostis sp.	—	—	—	**1.0** . 1	—
Aera flexuosa	**1.0** . 3	**1.0** . 1	**1.0** . 1	—	—
Festuca ovina	—	—	—	**1.7** . 2	—
Carex Persoonii	—	—	**1.0** . 1	**0.3** . 1	—
Luzula pilosa	—	—	**1.0** . 1	**1.3** . 1.5	—
Epilobium angustifolium	**1.5** . 1+	**0.5** . 1	**4.0** . 3	**10** . 2+	+

Arten	1	2		3	4
		In Zwischenräumen	Unter Bäumen		
	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad	Frequenz und Deckungsgrad
Trientalis europæa	—	—	—	**1.0** . 1	—
Melampyrum silvaticum	—	—	—	**0.3** . 1	—
Solidago vergaurea	—	—	—	**2.3** . 1+	—
Lycopodium clavatum	—	—	—	**0.3** . 1	—
L. complanatum	—	—	—	+	—
Pyrola secunda	—	—	—	+	—
Calluna vulgaris	**5.0** . 5	**10** . 5	**8.0** . 1	+	**9.2** . 6.0
Myrtillus nigra	**7.0** . 2.5	**1.0** . 1	**4.0** . 2	**3.3** . 1.5	**8.3** . 2
M. uliginosa	**1.0** . 1.5	—	—	—	—
Vaccinium vitis idæa	**7.5** . 2+	**10** . 2	**10** . 3	**9.6** . 3.5	**10** . 2
Empetrum nigrum	+	**1.0** . 1.5	**8.0** . 3—	**1.7** . 2—	**0.3** . 1
Arctostaphylos uva ursi	**1.0** . 3	**1.5** . 2	**9.0** . 3	**0.3** . 5	—
Linnæa borealis	—	—	—	**1.3** . 1.5	—
Pinus silvestris, Jungpflanzen	**1.5** . 1	**1.5** . 1	**3.0** . 1	**1.0** . 1	**8.6** . 1
Picea excelsa, Jungpflanzen	—	—	**1.0** . 1	—	**1.0** . 1
Juniperus communis, Jungpflanzen	—	—	—	+	**0.3** . 1
Betula alba, Jungpflanzen	—	—	**3.0** . 1—	**0.7** . 1	**1.0** . 1
Populus tremula, Jungpflanzen	—	—	**3.0** . 1	+	—
Zahl der Probeplätzchen	20	20	10	30	30

Wie auch aus der Tabelle ersichtlich ist, hat sich die Vegetation auf den 10-jährigen Brandflächen schon in recht beachtenswertem Grade erholt. Die Reiserpflanzen treten schon wieder in geschlossenen Beständen und blühend auf, wenn auch z. B. *Calluna* noch in recht hohem Grade unentwickelt ist. Heidel- und Preiselbeere tragen schon reichlich Früchte. Neben den Reisern verleihen insbesondere noch folgende Moose der Pflanzendecke ihr charakteristisches Gepräge: *Polytrichum juniperum*, *P. piliferum*, *Pohlia nutans* und *Ceratodon purpureus*, welche reichlich Sporogonen tragen und ausgedehnte, geschlossene Teppiche bilden. Wie aus Karte 11 erhellt, lässt sich jedoch im Auftreten der *Polytrichum*-Teppiche insofern eine gewisse Gesetzmässigkeit bemerken, als diese vorzugsweise nur die stärker verbrannten Stellen, unter Bäumen und in der Umgebung von Stümpfen und Baumskeletten bedecken, also dieselben Stellen, wo auch auf den weiter oben besprochenen 2-jährigen Waldbrandflächen reichlichere Ansätze von ihnen vorkommen. Auf den dazwischenliegenden Bodenflächen wiederum gibt es *Calluna*, welche an den eben erwähnten stark verbrannten Stellen auch auf diesen älteren Brandflächen fehlt. Es kann also konstatiert werden, dass jene Verteilungsweise der verschiedenen Arten, welche als herrschende auf den 1—2-jährigen Brand-

flächen festgestellt wurde, sich auch auf 10-jährigen Brandflächen unverändert erhalten hat und sich allem Anschein nach wohl auch weiterhin erhalten wird. In den mit *Calluna* bedeckten Zwischenräu-



Fig. 11. Das Vorkommen von verschiedenen Pflanzenarten auf einer 10-jährigen Waldbrandfläche. 1 = *Epilobium angustifolium*-Individuen (aus Samen entstanden), 2 = *Empetrum nigrum*-Individuen, 3 = Flächen mit *Calluna vulgaris*, 4 = Flächen mit *Polytrichum juniperinum*, 5 = *Arctostaphylos uva ursi*-Individuen (aus Samen). Rovaniemi, Korvalo.

men befindet sich an Stelle von Moos eine gut entwickelte junge Flechtenvegetation. Die wichtigsten Flechtenarten sind die ganz dicht an der Erde wachsenden Krustenflechten *(Biatora granulosa* und *B. uliginosa)* sowie einige Becher- u. a. Flechten, deren wichtigste u. a. *Cladonia botrytes, Cl. coccifera, Cl. verticilata, Solorina crocea, Stereocaulon paschale* sind, — Arten, die meistens in älteren Waldpflanzensiedlungen entweder eine untergeordnete Rolle spielen oder ganz fehlen. Die sich zu dominierenden Arten entwickelnden *Cladonia cornuta, Cl. gracilis, Cl. crispata, Cladina spp.* u. a. kommen erst spärlich und hauptsächlich als unentwickelte Anfänge vor. Die für ältere Wälder charakteristischen *Hylocomiaceen* und *Dicranum*-Arten sind sogar kaum als Ansätze zu bemerken. Für die Pflanzensiedlungen auf Waldbrandflächen des in Frage stehenden Alters charakteristische Moosarten scheinen *Buxbaumia aphylla*, die jedoch verhältnismässig spärlich vorkommt, sowie die selten angetroffene *Ditrichum homomallum* zu sein.

Eine sehr häufige Erscheinung in alten Waldpflanzensiedlungen der trockneren Heiden Nord-Finnlands ist das reichliche Auftreten von *Myrtillus, Arctostaphylos* und insbesondere *Empetrum* unter den Bäumen bei fehlendem Heidekraut, während in den Zwischenräumen das genaue Gegenteil der Fall ist. Auf der Probefläche 2 treten diese Beziehungen schon deutlich hervor. So kann man u. a. junge Individuen von *Arctostaphylos uva ursi* und *Empetrum* nahezu ausschliesslich unter Bäumen bemerken, — jedoch nicht auf den am stärksten verbrannten Stellen, sondern an der Grenze von letzteren und dem Heidekrautgebiet wachsend. Auf fruchtbarerem Boden — Karte Fig. 11 — kann diese Konzentrierung von *Empetrum* um die Bäume herum nicht so deutlich wahrgenommen werden, wennschon sich auch hier daraufhin deutende Züge finden lassen. Wie aus dem vorangehenden Kapitel ersichtlich wird, beruht diese Erscheinung vor allem auf ungleichmässiger Verbrennung, auf der Struktur der Vegetation vor dem Brand, sowie auf den durch diese Umstände bedingten Verjüngungsverhältnissen. Unter jungen, erst nach dem Brand emporgewachsenen Bäumen lässt sich denn auch oft in alten Wäldern keine Verschiedenheit in der Pflanzendecke bemerken, — wohl aber in der Umgebung der Stümpfe und umgefallenen Baumskelette, die den Brand überdauert haben. — Eine häufige Erscheinung in den Wäldern des Untersuchungsgebietes ist bekanntlich, dass der Jungwuchs von Kiefern in Gruppen unter alten Bäumen gedeiht. Wenigstens in einigen Fällen scheint die ungleichmässige Verbrennung der Grund dieses Phänomens gewesen zu sein, doch müssen meine diesbezüglichen Beobachtungen wegen der Spärlichkeit des Jungwuchses

auf den Untersuchungsflächen vorläufig als unzureichend bezeichnet werden. Es liegt die Annahme nahe, dass auch andere Ursachen bei dem Entstehen dieser Erscheinung mitwirken (vgl. AALTONEN 1919, S. 143—148, sowie die vorzüglichen photogr. Aufn. und Karten).

Zusammenfassung.

Vorliegende Untersuchung über die Entwicklung der Vegetation auf den Waldbrandflächen Nord-Finnlands hat folgende Hauptresultate ergeben:

Schon im ersten auf den Brand folgenden Sommer erscheinen zahlreiche Pflanzenarten auf den Waldbrandflächen. Sie lassen sich in folgender Weise gruppieren:

1. Mit unterirdischen Verjüngungsorganen versehene, nach dem Brand sich durch Sprossenbildung verjüngende Arten. Die wichtigsten sind: *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idaea*, *Myrtillus uliginosa*, *Ledum palustre*, *Lycopodium complanatum*, *Geranium silvaticum*, *Solidago virgaurea*, die *Pyrola*-Arten u. a. *Aera flexuosa* verdient Beachtung, weil sie schon im ersten, auf den Brand folgenden Sommer reichlich blüht, während sie vor dem Brand vorwiegend steril war.

2. Nicht mit unterirdischen Verjüngungsorganen versehene Arten, die daher durch den Brand vernichtet werden und sich auf den Waldbrandflächen durch Samen verjüngen.

a) Arten, deren Samen sich in der Erde über den Brand hinaus erhalten: *Calluna vulgaris*, *Arctostaphylos uva ursi*.

b) Arten, deren Samen durch den Wind über die Brandfläche verbreitet werden: *Epilobium angustifolium*, *Populus tremula*.

c) Arten, welche sich allmählich durch Samen und vegetativ über die Brandfläche verbreiten: *Empetrum nigrum*, *Linnaea borealis* (?)

3. Zwischenformen der Gruppen 1 u. 2: *Luzula pilosa*.

Die Hauptzüge der Vegetation erhalten sich insofern unverändert über den Brand hinaus, als die wichtigsten Arten auf den alten Wuchsstellen, sowohl vegetativ als oft auch durch Samen verjüngt, wiedererscheinen.

Da verschiedene Stellen des Bodens in verschieden hohem Grade verbrennen — unter dem Baum z. B. mehr als auf den Zwischenflächen, — hat dies eine gewisse Fleckenbildung in der Vegetation zur Folge, welche sich oft auch noch in alten Wäldern erhält. Stärker verbrannte Stellen bevorzugen: *Marchantia polymorpha*, *Epilobium angustifolium*, *Populus tremula*, *Polytrichum juniperum* (sich durch Sporen verjüngend), *Empetrum nigrum*, manchmal eventuell auch

Pinus silvestris. *Arctostaphylos uva ursi* kommt mit Vorliebe an den Grenzen dieser Flächen vor, *Calluna vulgaris* wiederum an einigermassen verbrannten Stellen, wohingegen sie an den erwähnten, stark verbrannten Stellen fehlt. Die sich durch Sprosse erneuernden Pflanzen (Heidel- und Preiselbeere z. B.) treten auf den gelinder verbrannten Zwischenräumen auf, fehlen an den stark verbrannten Stellen unter Bäumen.

Auf die Moos- und Flechtenvegetation wirkt der Brand verheerender ein als auf die Gefässpflanzenvegetation. Nur die *Polytrichum*-Arten verjüngen sich teilweise durch Sprosse. Sonst treten vorläufig hauptsächlich nur Arten auf, welche späterhin entweder ganz oder grösstenteils verschwinden. Es sind dies: *Marchantia polymorpha*, *Pohlia nutans*, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum P. piliferum*, *Buxbaumia aphylla*, *Solorina crocea*, *Cladonia botrytes*, *Biatora granulosa* u. a.

Zitierte Literatur.

AALTONEN, V. T.: 1919; Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. Comm. ex instit. quaest. forest. Finlandiae ed. Tom. 1. Helsinki.

CAJANDER, A. K.: 1916; Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.

—»—: 1922; Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzengeographie. Acta forest. fenn. Tom. 20. Helsinki.

KUJALA, V.: 1926; Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen. Comm. ex instit. quaest. forest. Finlandiae ed. Tom. 10. Helsinki.

LAGERBERG, TORSTEN: 1922; Om Uppdragning av aspfröplantor. Skogsvårdsföreningens tidskrift; 20. Årgången. S. 125—143. Sockholm.

LAKARI, O. J.: 1920; Tutkimuksia Pohjois-Suomen metsätyypeistä. Referat: Untersuchungen über die Waldtypen in Nordfinnland. Acta forest. fenn. Tom. 14. Helsinki.

SAARI, EINO: 1923; Kuloista etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. — English summary: Forest fires in Finland with special reference to state forests. Statistical investigation. Acta forestalia fennica. Tom. 26, Helsinki.

SYLVÉN, N.: 1906; Om de svenska dikotyledonernas första förstärkningsstadium eller utveckling från frö till blomning. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens handlingar. Band 40, n:o 2. Uppsala et Stockholm.

Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa.

Suomenkielinen selostus.

Johdanto.

E. SAAREN tutkimusten mukaan sattui Pohjois-Suomen metsissä vuosijaksona 1911—1921 610 kuloa, eli siis 55.4 kuloa vuodessa. Kukin kuloala oli keskimäärin 39.57 ha laajuinen. Vuosittain on siis palanut yli 2 000 ha ala. Noin 96 % kuloista ja noin 99 % palaneesta maaalasta on sattunut kuivalle maalle, suolle siis vain noin 1 %. Tästä päättäen on kulojen merkitystä tutkittaessa huomio kiinnitettävä erikoisesti kangasmetsiin.

Kulot syttyvät pääasiassa kahdella tavalla: ihmisten toimenpiteiden johdosta ja salamasta. Edellisellä tavalla syttyviä kuloja on pidettävä kulttuuritekijöinä, jälkimmäisellä tavalla syttyvät kuuluvat taas jo ammoin vaikuttaneihin luonnontekijöihin ja ansaitsevat sellaisina suurta huomiota m. m. kasvibiologian kannalta. SAAREN mukaan oli Pohjois-Suomessa vuosijaksona 1911—1921 kulon sytyttäjänä ihminen 356, salama 254 tapauksessa. Salaman sytyttämiä kuloja oli siis 41 % kulojen määrästä, siis huomattavan suuri määrä. Tämän lisäksi on otettava huomioon, että kulojen laajuus on ilmeisesti ollut muinoin luonnonvaraisissa oloissa nykyistä suurempi, koska kuloja ei keinotekoisesti sammutettu. Lisäksi on syttymisvaarakin täysin luonnonvaraisissa metsissä suurempi kuin kulttuurimetsissä syystä, että helposti palavia tervaisia kelopuita on sekä pystyssä että maassa runsaasti. On siksi erittäin mielenkiintoista tutkia, miten kasvillisuus kulon aiheuttamasta tuhosta selviytyy ja onko kasveissa havaittavissa rakenne- tai fysioloogisia ominaisuuksia, jotka edistäisivät kuloilta säilymistä. M. m. näihin kysymyksiin on tässä tutkimuksessa pyritty saamaan selvitystä.

Tutkimuspaikat.

Ottaen huomioon sen suuren merkityksen, mikä kuloilla Suomen metsien kehityksessä joka tapauksessa yhä on, on Metsätieteellinen koelaitos liittänyt työohjelmaansa metsäkulojen metsänhoidollisen merkityksen tutkimisen. Sitä varten annettiin tämän kirjoittajalle tehtäväksi sijoittaa pysyviä koealoja kesän 1924 laajoille kuloaloille Oulun läänissä. Tämä työ suoritettiin elokuussa 1925 seuraavilla alueilla:

1. Sodankylä, Kopsusjoen varsi, Marjavaara.
2. Sodankylä, Jesiöjoen varsi.
3. Rovaniemi, Ison Venejärven ympäristö Niesin kylän luona.
4. Rovaniemi, Jouttiselän kuloalue Ylä-Nammankylässä.

Tarkoin tutkitut koealat, joita 1924 paloaloilla oli 11 kpl., olivat kooltaan tavallisesti 50×50 m². Tuoreenpuoleisilla kankailla oli niistä 5 kpl., kuivilla kankailla 6 kpl. Kuusimetsiä oli joukossa kolme, muut mäntymetsiä, joissa kuitenkin tavattiin myös koivua sekapuuna.

Tutkimusmenetelmä.

Koealat merkittiin nurkkiin pystytetyillä lujilla numeroiduilla paaluilla, joten ne voidaan vastaisuudessa löytää ja seurata metsäkasvillisuuden kehitystä niillä. Kunkin koealan kasvillisuudesta tehtiin tarkka tutkimus, jolloin selvitettiin eri lajien runsaus, esiintymistapa ja kehitystila kullakin koealalla tutkimusaikana. Näitä suhteita valaistiin m. m. kartoituksilla (kuva 2 Taulu I esittää taimien merkitsemistä kartoitusta varten). Paitsi edellämainittuja 1924 kesän kuloaloja tutkittiin myös vanhempia, mikäli siihen vain tilaisuutta matkan varrella tarjoutui. Siten saatetaan jo tässä julkaisussa alustavasti käsitellä kasvillisuuden kehitystä kuloaloilla myöhempinäkin aikoina.

Kulon vaikutus kasvualustaan.

Kulot ovat olleet pääasiassa pintakuloja. Tuli on tuhonnut etenkin sammalikon ja varvukon. Kuumuus on ollut suurin puiden tyvien korkeudella — sammalkerroksen alaosa ja turve on etenkin tuoreilla kankailla jäänyt palamatta. Kuitenkin on palo puiden alustoissa, missä on runsaasti kuohkeata kuivaa kariketta ja vain vähän tuoreita kasveja, tunkeutunut säännöllisesti niin syvälle, että mineraalimaa on paljastunut kangasturpeen alta. Samoin ovat maahan kaatuneiden kelojen alustat palaneet paljaiksi. Hyvin tuoreilla mailla ovat ainoastaan nämä paikat palaneet väliköiden kasvipeitteen ollessa vain vähän latvoilta vahingoittunutta. Niukkavarpuiset jäkäläkankaat palavat paljo lievemmin kuin varpurikkaat. Niiden jäkäläpeite on vain pinnasta palanutta, tyviosan ollessa jälellä ja antaessaan maalle palon jälkeenkin harmaanvalkean värin. Puut palavat vain tyveltä, lukuunottamatta oksaisia ja naavaisia kuusia, joissa tuli on tavallisesti noussut latvaan asti ja sitäkin varmemmin tappanut nämä ohutkuorisuutensa ja pinnallisen juuristonsa takia kulonarat puut. Myös keloissa on tuli noussut latvaan asti usein. Joskin siis kulon vaikutus maahan ja kasvipeitteeseen on suuri, kohdistuu se pääasiassa maan pinnalla olevaan kasvipeitteen osaan. Syvemmällä maassa olevat kasvinosat jäävät koskemattomiksi.

Kasvillisuus kuloaloilla ensimmäisenä kesänä kulokesän jälkeen.

Taulukko II esittää eri koealoilla esiintyneet lajit sekä kunkin yleisyyden ja runsauden niillä. Yksityiskohtaisesta eri lajeihin kohdistuvasta tutkimuksesta käy selville, että kulon vaikutus eri kasvilajeihin riippuu ennen kaikkea kasvin rakenteesta: Maansisäisiä uudistuselimiä vailla olevat lajit, kuten kanerva, sianpuola ja variksenmarja tuhoutuvat kokonaan kulossa, kun taas niillä varustetut lajit jäävät eloon ja uudistuvat vesoista. Kanerva ja sianpuola, joilla ei ole maansisäisiä kasvullisen uudistumisen elimiä, uudistuvat kuloajan yli

maassa säilyneistä siemenistä erittäin tehokkaasti. Palo vaikuttaa todennäköisesti niiden siemenien itämistä edistävästi. Juurakoilla y. m. maansisäisillä uudistuselimillä varustetuille lajeille, kuten mustikalle, juovukalle, puolalle, pursulle, metsätähdelle, oravanmarjalle ja maariankämmekälle on ominaista siementaimien puuttuminen kuloaloilla. Variksenmarjan ja vanamon uudistumisessa on omituista se, että vaikka ne tuhoutuvatkin kuloissa kokonaan, niiden siementaimia ei kuitenkaan ole mainittavasti nuorilla kuloaloilla. Ainakin variksenmarjan saatettiin todeta leviävän vähitellen, etupäässä harvayksilöisiä laikkuja kasvullisesti laajentamalla.

Kasvillisuuden kokoonpanossa kuloaloilla saatetaan havaita alusta alkaen määrätyn järjestyksen vallitsevan.

1. Ankarasti palaneilla paikoilla puiden alustoissa y. m. tavataan vain lentämällä saapuneista itiöistä tai siemenistä syntyneitä kasveja (keuhkosammalta, lehtisammalien alkuja, horsmaa, haapaa).

2. Lentokyvyttömista siemenistä uudistuvat lajit esiintyvät pääasiassa lajin entisillä kasvukohdilla, koska niille etupäässä on siementä varissut (kevätpiippo, sianpuola, kanerva).

3. Juurakoista j. n. e. syntyvät vesat esiintyvät luonnollisesti niinikään lajin entisillä kasvukohdilla.

Tärkeitä metsäkasvillisuuden peruspiirteitä säilyy siis kuloilla muuttumattomina.

Itse metsäkasvilajeissa taasen saatetaan havaita useita ominaisuuksia, jotka erikoisesti tekevät mahdolliseksi säilymisen kulotuholta. Voidaan otaksua, että kulot yleisyydellään ovat vaikuttaneet sen, että vain ne kasvilajit ovat saaneet pysyvän sijan kankaiden kasvillisuudessa, jotka joidenkin ominaisuuksiensa takia kykenevät kulon hyvin kestämään tai siitä suorastaan hyötymään. Metsäkasvillisuus on täten tavallaan mukautunut kulojen aiheuttamiin kasvupaikkaedellytyksiin. Tällaisista edullisista ominaisuuksista mainittakoon: metsäkasvien yleiset maansisäiset uudistuselimet (mustikka, puola, oravanmarja, metsätähti y. m.); siementen helppo itäminen tuhkanpitoisilla paikoilla (kanerva, sianpuola, horsma, haapa); siementen paksukuorisuus (sianpuola); siementen hyvä lentokyky (haapa, horsma); kyky kehittyä nopeasti palaneella maalla (horsma, *Marchantia*, *Peziza*); kyky kukkia runsaasti palon jälkeen (ahdelauha); siementen kyky säilyä kauan itämättöminä palamattomassa maassa (kanerva?, sianpuola?); rungon paksukuorisuus (mänty).

Kasvillisuus vanhemmilla kuloaloilla.

Taulukko III esittää kasvillisuutta muutamilla noin 10-vuotisilla kuloaloilla. Kasvillisuus on niillä jo hyvin huomattavassa määrässä vaurastunutta. Varpukasvillisuus muodostaa jotakuinkin suljetun peitteen, joskin esim. kanerva on vielä lyhyttä. Mustikka ja puola kasvavat jo runsaasti hedelmiä. Varpujen ohella antavat kasvipeitteelle leimansa sammalet, joista tärkeimmät ovat *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, *Pohlia nutans* ja *Ceratodon purpureus*, jotka kaikki muodostavat laajahkoja laikkuja ja ovat itiöpesäkkeellisinä. Niinkuin kartasta 11 käy ilmi, havaitaan kuitenkin sellainen järjestys *Polytrichum*-mattojen esiintymisessä, että ne peittävät pääasiassa enimmän palaneet alat puiden alustoissa sekä kantojen ja maahan kaatuneiden palossa olleiden puiden ympärillä, siis samoilla paikoilla, missä niiden alkuja toisen kesän

paloaloilla oli runsaimmin. Välisillä alueilla taas esiintyy kanerva, joka puuttuu edellämainituilta enimmän palaneilta paikoilta. Täten siis havaitaan sen eri lajien esiintymisjärjestyksen, joka on jo toisen kesän paloaloilla vallitsevana, säilyvän jokseenkin muuttumattomana 10-vuotisilla paloaloilla ja ilmeisesti edelleenkin. Kanervan peittämillä välikköalueilla on sammalikon tilalla jäkäläkasvillisuus hyvällä kehitysalulla. Jäkälien joukossa tärkeimpinä esiintyvät aivan maan ihossa kasvavat rupijäkälät *(Biatora granulosa* ja *B. uliginosa)* sekä pikari- y. m. jäkälät, joista tärkeimpiä ovat olleet m. m. *Cladonia botrytes, Cl. coccifera, Cl. verticillata, Solorina crocea, Stereocaulon paschale,* siis lajeja, jotka vanhemmissa vastaavissa metsäkasvustoissa ovat toisarvoisia tai puuttuvat kokonaan. Valtalajeiksi kehittyvät jäkälät *Cladonia cornuta, Cl. gracilis var. elongata, Cl. crispata, Cladina spp.* y. m. esiintyvät vasta niukkoina ja pääasiassa keskenkasvuisina alkuina. Vanhemmille metsille luonteenomaiset *Hylocomiaceae*it ja *Dicranum*it ovat tuskin alkuinakaan havaittavissa. Karakteristinen sammallaji näyttää tämänikäisillä kuloaloilla olevan myös *Buxbaumia aphylla* sekä harvinaisempi *Ditrichum homomallum.*

Sangen yleinen ilmiö Pohjois-Suomen kuivempien kankaiden vanhoissa metsäkasvustoissa on se, että puiden alustoissa variksenmarja, sianpuola ja mustikka ovat runsaita kanervan puuttuessa niistä, kun taas välialueilla on kanervaa mustikan ja variksenmarjan niistä puuttuessa. Niinkuin edellisestä luvusta käy selville, aiheutuu tämä ilmiö suureksi osaksi epätasaisesta palamisesta, kasvillisuuden rakenteesta ennen paloa sekä näiden seikkojen määräämistä kilpailusuhteista. Myös männyn taimistojen keskittyminen puiden alustoihin aiheutuu osittain siitä, että enemmän palaneet kohdat puiden alustoissa ovat tarjonneet suotiusamman itämisalustan männyn siemenille kuin heikommin palaneet välialueet.

Tafel I.



Fig. 1. Waldbrandfläche mit Fichte und Birke. Alle Bäume sind durch den Brand vernichtet worden, die Birken jedoch mit Basalausschlag. Sodankylä, Marjavaara. Probefläche Nr. IV.



Fig. 2. Waldbrandfläche mit ca. 400-jährigen Kiefern und Kiefernskeletten. Die Kiefern sind zum grössten Teil am Leben geblieben. Sodankylä, Marjavaara. Probefläche Nr. VI.

1033—26

Tafel II.



Fig. 1. Brandfläche mit ca. 150-jährigen Kiefern und Hängebirken. Sodankylä, Marjavaara. — Die auf dem Bilde sichtbare Birke ist voll belaubt, obwohl ihre Basis ringsum verbrannt ist und ihre Kambiumzellen abgestorben sind.



Fig. 2. Das Vermerken von *Arctostaphylos uva ursi*-Keimpflanzen zwecks Kartierung. Rovaniemi, Niesi. Waldbrand-Probefläche Nr. VII.

ÜBER DIE UMSETZUNGEN DER STICKSTOFFVERBINDUNGEN IM WALDBODEN

V. T. AALTONEN

THE DECOMPOSITION OF NITROGENOUS COMPOUNDS
IN WOODLAND SOILS
SUMMARY

HELSINKI 1926
VALTIONEUVOSTON KIRJAPAINO

INHALT:

	S.
Einleitung	5
Arbeitsmethoden	9
Ergebnisse der Untersuchungen	15
Waldtypen: CT, VT, MT, OMT, OMaT	»
Ammoniakstickstoff	»
Die a-Proben	»
NH_3-N pro ganze Probe berechnet	»
» pro Humus berechnet	20
Die b-Proben	24
NH_3-N pro ganze Probe berechnet	»
» pro Humus berechnet	29
Nitratstickstoff	30
Die a-Proben	»
NO_3-N pro ganze Probe berechnet	»
» pro Humus berechnet	34
Die b-Proben	35
NO_3-N pro ganze Probe berechnet	»
Gesamtstickstoff	38
Die a-Proben	»
Gesamter mobilisierter Stickstoff (NH_3-N und NO_3-N)	39
Waldtypen ClT, HMT, FT, AT	40
Die a-Proben	»
Die b-Proben	42
Rückschau und Ausblick	45
Beilagen 1 und 2	49
The Decomposition of Nitrogenous Compounds in Woodland Soils. (Summary)	57

EINLEITUNG

Vorkommen und Abbau der Stickstoffverbindungen im Waldboden und überhaupt im unkultivierten Boden sind schon von vielen Forschern behandelt worden. Insbesondere ist in Skandinavien und zwar speziell im Lauf der zwei letztverflossenen Jahrzehnte auf diesem Gebiet fleissig gearbeitet worden. Die Untersuchungen hatten vorzugsweise den Nitratstickstoff und die Nitrifikation zum Gegenstand.

Trotzdem BOUSSINGAULT[1]) in seinen Untersuchungen dargelegt hatte, dass Salpeter im Waldboden vorkomme und entstehe, war bis zu Anfang dieses Jahrhunderts doch noch immer die Ansicht vorherrschend, Kulturböden allein seien imstande, Salpeter zu bilden. Erst nachdem WEIS[2]) und nach ihm verschiedene andere Forscher das Vorkommen von Salpeter im Waldboden als ein einigermassen gewöhnliches Phänomen nachwiesen, ging man von der erwähnten Vorstellung ab.

Zweck der die Nitratbildung und die Umsetzungen des Stickstoffs im Boden behandelnden Untersuchungen war Aufhellung zu erlangen, erstens darüber, in welchem Grade das Vorkommen des Nitratstickstoffs die Fruchtbarkeit des Bodens beeinflusst, und zweitens, in welchem Masse Vorkommen und Verteilung der Pflanzen in der Natur überhaupt vom Nitratstickstoff abhängig sind.

VOGEL v. FALCKENSTEIN[3]) kam auf Grund seiner in Sandböden Nord-Deutschlands angestellten Untersuchungen zu dem Schluss, dass die Fruchtbarkeit des Bodens im allgemeinen durch den Humus- und Stickstoffgehalt des letzteren bestimmt wird. Die Bedeutung des

---

[1]) M. BOUSSINGAULT, Agronomie, chimie, agricole et physiologie. Tom II, 3:e edit. 1886. (Original nicht gesehen).

[2]) Fr. WEIS, Om Salpetersyrens Forekomst og Dannelse i Muld og Mor. Det forstl. Forsøgsvaesen II, Haefte 2, 1909. 257—96.

[3]) K. VOGEL v. FALCKENSTEIN, Untersuchungen von märkischen Dünensandböden mit Kiefernbestand, Int. Mitt. f. Bodenkunde, I (1912). 495—517.

— » —, Ueber Nitratbildung im Waldboden. Ibidem, III (1913). 494—528.

Humus' hängt von seiner Fähigkeit ab, Nitratstickstoff zu erzeugen, der einen bedeutenden Anteil an der Ernährung der Waldpflanzen hat, und zwar in so hohem Masse, dass allein auf Grund des Vorkommens von Salpeter, die Fruchtbarkeit des Bodens bewertet und seine Ertragsfähigkeit bestimmt werden können. Das Ergebnis von ALBERT's[1]) nahezu gleichzeitigen Untersuchungen war in seinen Hauptzügen das gleiche: je besser die Bonität, um so grösser die salpetererzeugende Fähigkeit.

Nach HESSELMAN's[2]) in Schweden ausgeführten Untersuchungen ist die Art und Weise, in welcher der Abbau der Stickstoffverbindungen im Boden vorsichgeht, ein pflanzenökologischer Faktor, der in bezug auf Zusammensetzung und physiognomischen Bau der Pflanzengesellschaften eine ausserordentlich grosse ja in manchen Fällen eine geradezu entscheidende Rolle spielt. Die Böden lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: in nitrifizierende und in nicht-nitrifizierende Böden. Zu den ersteren gehören die Böden der Buchen-, Eichen-, u. a. Wälder, in denen der Humus krümelig und mit Mineralboden untermischt ist, zu den letzteren rechnet man die moos- und flechtenreichen Nadelwälder, in denen der Humus vorzugsweise aus Rohhumus und Trockentorf gebildet wird. Erstere sind Braunerden oder ähnliches, letztere Podsolböden. Vergleicht man in mineralogischer und physikalischer Hinsicht gleichwertige Böden mit einander, so verbessert sich die Bonität des Bodens in demselben Masse wie die salpeterbildende Fähigkeit des Bodens zunimmt.

Die Untersuchungen GAARDER's und HAGEM's[3]) in Norwegen ergaben hinsichtlich der Nitrifikation dieselben Resultate wie diejenigen HESSELMAN's. Auch sie stellten einen unwiderleglichen Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Vegetation und der Nitrifikationsfähigkeit des Bodens fest. Desgleichen besteht zwischen der Bonität und der Nitrifikationsfähigkeit des Bodens ein deutlich wahrnehmbarer Parallelismus.

Auch die gründlichen Untersuchungen von MÜLLER, WEIS u. a.[4]) auf den dänischen Heiden führten zu dem Ergebnis, dass der Mangel an assimilierbarem Stickstoff im Heidehumus als einer der wichtigsten

---

[1]) R. ALBERT, Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lüneburger Heide. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 44 (1912).

[2]) HENRIK HESSELMAN, Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Meddel. från Statens Skogsförsöksanst., häfte 13—14 (1916—17), bd. I. 297—528.

[3]) TORBJØRN GAARDER og OSCAR HAGEM, Salpetersyredannelse i udyrket jord. Meddel. Nr. 4 fra Vestlandets forstl. Forsøksstation (1921).

[4]) Vgl.: P. E. MÜLLER, Bidrag til de jydske Hedesletters Naturhistorie. Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biolog. Meddel. IV, 2 (1924).

ökologischen Faktoren zu bezeichnen wäre. Die Umsetzungen des Humusstickstoffs gehen je nach der verschiedenen Humusform verschiedenartig vor sich; im Mullboden geschehen sie im allgemeinen viel schneller als im Rohhumusboden.

Im Zusammenhang mit in der letzten Zeit an verschiedenen Orten gemachten, die Reaktion des Bodens betreffenden Untersuchungen wurde ebenfalls der Nitratbildung oft Beachtung geschenkt. Nach Olsen,[1]) Gaarder u. Hagem[2]) und Weis[3]) existiert zwischen der Reaktion des Bodens einerseits und der Nitrifikationsfähigkeit desselben andererseits keine ausgeprägte, gesetzmässige Beziehung. Olsen vertritt die Ansicht, dass es vor allem die Wasserstoffionenkonzentration ist, die das Vorkommen und die Verteilung der Pflanzen in der Natur bestimmt. Dagegen kam Weis auf Grund seiner in Buchenwäldern angestellten Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass vom Standpunkt der Bonität aus, der Nitratbildung eine wichtigere Rolle zukommt als der Reaktion. Auch Müller[4]) ist der Meinung, dass der Reaktion keine so ausschlaggebende Bedeutung zuzuschreiben wäre: bei weitem wichtiger sei die Umsetzungsart des Humusstickstoffs.

Was den Rohstoff des Salpeters, den Ammoniak betrifft, so ist sein Vorkommen im Waldboden vorläufig erst verhältnismässig wenig untersucht worden.

Dass die peptonspaltende Kraft des Bodens bei Verbesserung der Bonität zunimmt, erhellt u. a. aus Albert's und Hesselman's obengenannten Untersuchungen. Nach Hesselman entwickeln die nitrifizierenden Böden mehr Ammoniak aus der Peptonlösung als die nicht nitrifizierenden Böden. Auch die Fähigkeit der letzgenannten Böden Ammoniak zu produzieren, wechselt; die Rohhumusböden bilden viel weniger Ammoniak als die mehr mullartigen Böden. Was nun das Verhältnis zwischen Reaktion und Ammonisationsfähigkeit betrifft, so haben u. a. die Untersuchungen von Olsen,[5]) Clarke,[6])

---

[1]) Carsten Olsen, Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, saerlig for Plantefordelingen i Naturen. Meddel. fra Carlsberg Labor., 15 Bind, Nr. 1 (1921).

[2]) Vgl. oben, S. 6.

[3]) Fr. Weis, Undersøgelser over Jordbundens Reaktion og Nitrifikationsevne i typiske danske Bøgeskove. Dansk Skovforen. Tidskr. 1924, 185—336.

[4]) Vgl. oben, S. 6.

[5]) — » —

[6]) G. R. Clarke, Soil acidity and its relation to the production of nitrate and ammonia in woodland soils. Oxford Forestry Memoirs, Number 2, 1924.

KVAPIL und NĚMEC[1]) dargelegt, dass je saurer der Boden, um so mehr Ammoniak wird entwickelt.

Demnach haben also die bisherigen Untersuchungen im allgemeinen gezeigt, dass die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden vom Standpunkt der Vegetation aus von grosser Bedeutung sind. Andererseits lässt die Zusammensetzung der Vegetation Schlüsse auf den Mineralisationsgrad der Stickstoffverbindungen zu. Doch hat man auf dieser Basis noch keine genauere Klassifikation der Standortsbonitäten vornehmen können und eigentlich auch noch nicht einmal den Ansatz dazu gemacht.

Betreffs der Bedeutung der Untersuchungsergebnisse für die waldbauliche Praxis, sei erwähnt, dass einige Forscher in dieser Beziehung recht weitgehende Schlussfolgerungen gezogen haben.

Schon VOGEL v. FALCKENSTEIN[2]) äussert, dass eine der wichtigsten Aufgaben des Waldbaus die Regulierung des Stickstoffabbaus des Waldhumus' unter Berücksichtigung der Erhaltung eines genügenden Gesamtstickstoffkapitals und unter Ausnutzung der physikalisch bodenverbessernden Eigenschaften des Humus' ist. Es sei dies keineswegs eine schwierige Aufgabe, denn Humus und Stickstoff sind Produkte des Waldbaus, die im forstlichen Betriebe kostenlos nebenher erzeugt werden. HESSELMAN[3]) hegt die Meinung, dass die Verjüngung des Waldes ganz und gar vom Vorkommen von Salpeter im Waldboden abhängig ist. Sie ist überhaupt nur auf Böden möglich, wo Salpeter entweder von der Natur aus oder als eine Folge von waldbaulichen Massnahmen vorhanden ist und gelingt um so besser, je kräftiger die Nitrifikation ist. Daher ist nach der Ansicht HESSELMAN's[3]) ebenso wie VOGEL v. FALCKENSTEIN's[2]) die Frage vom Stickstoffabbau im Waldboden eine der Hauptfragen der Waldbaus.

Es macht sich im allgemeinen auf dem Gebiet des Waldbaus mehr und mehr die Vorstellung geltend, dass unter den Pflanzennährstoffen des Bodens gerade dem Stickstoff die allergrösste Bedeutung zuerkannt werden muss. Da nun ausserdem auch die Ansicht weit verbreitet ist, dass Menge und Beschaffenheit des Humus' hauptsächlich darauf beruhen, wie der Wald gepflegt wird, welche Baumarten angebaut werden u. s. w., so ist man oft geneigt gewesen, den Erfolg oder Misserfolg dieser oder jener waldbaulichen Massnahme gerade von diesem Gesichtspunkt aus zu beurteilen.

---

[1]) KAREL KVAPIL und ANTONIN NĚMEC, Beitrag zur Frage des Einflusses reiner Fichten- und Buchenbestände sowie durch beide Holzarten gebildeter Mischbestände auf einige Eigenschaften der Waldböden. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. 57 (1925). 193—231.

[2]) Vgl. oben, S. 5.

[3]) — » — , S. 6.

Es war der Zweck meiner untenstehenden Untersuchungen darzulegen, inwiefern das Vorkommen und die Umsetzungen des Stickstoffs im Waldboden von der Bonität des Standorts abhängen. Die Standortsbonität wurde durch CAJANDER's Waldtypen[1]) charakterisiert.

Die auf der Basis der Waldtypen von VALMARI[2]) ausgeführten zahlreichen chemischen Bodenanalysen zeigen u. a., dass der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens bei steigender Ertragsfähigkeit des Waldtyps zunimmt. Der Kalkgehalt, die Elektrolytenmenge, und der Glühverlust weisen einen gleichartigen Parallelismus auf. Ausserdem geht aus meinen Untersuchungen hervor, dass die Wasserstoffionenkonzentration der Humusschicht einigermassen regelmässig bei abnehmender Ertragsfähigkeit des Waldtyps steigt[3]). Die folgenden Untersuchungen sollen eine Ergänzung und Fortsetzung dieser Arbeiten bilden.

Der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens hat natürlich an und für sich noch keine grosse Bedeutung, sondern kommt es hauptsächlich auf den sog. mobilisierten Stickstoff an. In den vorliegenden Untersuchungen wurden daher sowohl der Gesamtstickstoff als auch der Ammoniakstickstoff und Nitratstickstoff bestimmt.

Der Abbau der Stickstoffverbindungen wird durch Mikroorganismen bewirkt, deren Vorkommen ebenfalls als in Beziehung zur Bodenreaktion stehend, konstatiert wurde. Da die Reaktion des Bodens der verschiedenen Waldtypen schon aus früheren Untersuchungen in ihren Hauptzügen bekannt ist, erbietet die vorliegende Untersuchung auch in dieser Hinsicht Interesse.

ARBEITSMETHODEN

Entnahme der Proben u. a. — Die Proben wurden vom Verfasser während des Sommers 1925 eingesammelt. Es wurden im ganzen 52, fast ausnahmslos ältere, ziemlich normale Naturbestände untersucht. Die Proben aus den beiden ersten Probebeständen wurden jedoch nur

---

[1]) Vgl.: A. K. CAJANDER und YRJÖ ILVESSALO, Über Waldtypen II. Acta forest. fenn. 20 (1922) und
A. K. CAJANDER, Metsätyyppiteoria, ibidem 29 (1925). (Die englische Uebersetzung: »The Theory of Forest Types», ist gegenwärtig im Druck.)

[2]) J. VALMARI, Beiträge zur chemischen Bodenanalyse, ibidem 20 (1922).

[3]) V. T. AALTONEN, Über den Aziditätsgrad (p_H) des Waldbodens. Comm. ex inst. quaest. forest. finl. edit. 9 (1925).

behufs Übung in den Arbeitsmethoden entnommen und untersucht, und wurden die sich aus ihnen ergebenen Resultate in dem endgültigen Material ausser Acht gelassen, so dass 50 Bestände übrig blieben. Diese verteilen sich folgendermassen auf die verschiedenen Waldtypen:

CIT	(= Cladina-Typ)	3	Bestände
CT	(= Calluna-Typ)	8	»
VT	(= Vaccinium-Typ)	9	»
HMT	(= Dickmoosiger Typ)	2	»
MT	(= Myrtillus-Typ)	9	»
OMT	(= Oxalis-Myrtillus-Typ)	8	»
OMaT	(= Oxalis-Majanthemum-Typ)	8	»
FT	(= Sanicula-Typ)	1	Bestand
AT	(= Aconitum-Typ)	2	Bestände

Aus jedem Bestande wurden je 4 Proben, in einer Entfernung von 5—10 m von einander genommen. Jeder Stelle wurden wiederum je 2 Proben, eine der Humusschicht, eine zweite dem Mineralboden in 0—5 cm Tiefe entnommen. Im folgenden sollen der Kürze wegen erstere, die Humusproben, als **a-Proben,** letztere, die Mineralbodenproben, als **b-Proben** bezeichnet werden. Es wurden also sowohl von den a- als b-Proben je 200 Stück untersucht und die untersuchten Proben verteilen sich demnach auf die einzelnen Waldtypen wie folgt:

CIT	12	Proben
CT	32	»
VT	36	»
HMT	8	»
MT	36	»
OMT	32	»
OMaT	32	»
FT	4	»
AT	8	»

Die Proben wurden in gut schliessende Blechbüchsen gelegt, und sofort behufs Untersuchung in das Laboratorium gebracht. Die Zeit zwischen Entnahme und Untersuchung der Proben betrug niemals mehr als höchstens 1—3 Tage. Bevor man zur Analyse schritt, wurden aus den a-Proben alle gröberen Bestandteile, wie Blätter, Wurzeln u. dgl. entfernt und die b-Proben durch ein 2 mm-Sieb gesiebt. Behufs Bestimmung des Wassergehalts der Proben wurden 100 g Boden bei

Zimmertemperatur so lange getrocknet, bis das Gewicht konstant verblieb; in diesen selben Proben wurden späterhin der Gesamtstickstoff und der Glühverlust bestimmt. Ausserdem nahm man von jeder Probe etwa 150 g, legte sie in 500—1 000 ccm Erlenmeyer und verwahrte sie 2 Monate zwecks Bestimmung von NH_3 und NO_3 nach Ablauf dieser Zeit. Die Flaschen wurden mit Watteropfen verschlossen und in einem dunklen Holzschrank aufbewahrt; die Temperatur betrug +24— +25° C, fiel jedoch gegen den Winter zu auf +22 — +23° und stieg im Sommer dazwischen bis auf +27°. Die Flaschen wurden während der Aufbewahrungszeit zweimal gewogen und je nachdem das Wasser verdunstet war, wurde es ersetzt. In dem übriggebliebenen Teil der Probe wurde unverzüglich nach ihrer Überführung ins Laboratorium NH_3 und NO_3 bestimmt.

Von jedem der untersuchten Bestände wurde eine gewöhnliche Standortsbeschreibung gemacht, in welcher der Waldtyp, die wichtigsten Arten der Bodenvegetation sowie deren Reichlichkeit, die Baumarten und Bestandsbonität, allgemeine Beschaffenheit des Bodens u. a. vermerkt wurden. Eine Zusammenstellung dieser Beschreibungen und der Entnahmezeit und- stelle der Proben befindet sich in Beilage 1 am Schlusse dieser Abhandlung.

Ammoniakbestimmung. Da nach Bengtsson[1]) und Harper[2]) bei der Bestimmung des Ammoniaks im Boden das Extrahieren mit KCl die zuverlässigsten Resultate ergeben dürfte, bediente ich mich dieses Extraktionsmittels. Im grossen und ganzen wurde das Verfahren Bengtsson's befolgt. Indessen erboten die Rohhumusproben hier wie denn überhaupt auch sonst in vielen anderen analytischen Beziehungen gewisse Schwierigkeiten. Bei der Extraktion im Büchner-Trichter konnte kein gehärtetes Filtrierpapier benutzt werden, sondern statt dessen Schleicher & Schüll N:r 597, auf welchen, um Zerreissen des Filters vorzubeugen, ein dichtes Messingnetz gelegt wurde. Es wurden 25 g Boden genommen und 5 mal mit 100 ccm 0.5 n KCl extrahiert, wobei zwei Minuten lang immerfort umgerührt wurde. Von den b-Proben wurden ebenfalls 25 g genommen und 5 mal mit 100 ccm extrahiert; die Extraktion geschah in Glaszylindern, die mit einem Glaspropfen verschlossen waren, und die jedesmal

---

[1]) N. Bengtsson, Bestämning av ammoniak i jord. Meddel. N:o 255 från Centralanst. f. försöksväsendet på jordbruksområdet. Bakteriolog. avdeln. N:o 32 (1924).

— » —, The Determination of Ammonia in Soils. Soil Science, Vol. XVIII (1924). 255—78.

[2]) Horace J. Harper, The Determination of Ammonia in Soils. Soil Science, Vol. XVIII (1924). 409—18.

während zwei Minuten mit der Hand geschüttelt wurden. Auf die Reaktion hin wurde der Boden nicht geprüft; auf Grund früher gemachter Untersuchungen darf als sicher angenommen werden, dass sämtliche Proben mehr oder weniger sauer waren.

Ob bei einem derartigen Verfahren der Ammoniak kvantitativ extrahiert wird, ist eine Frage, auf die in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden kann. Diese Frage betrifft besonders den Rohhumus, welcher dank seiner kolloidalen Eigenschaften die Ammoniumionen verhältnissmässig stark absorbieren dürfte. Schon eine 5-fache Extraktion ist jedoch, wenigstens wenn es sich um Humusproben handelt, eine derartig grosse Arbeit, dass die Methode in obenbeschriebener Form, selbst wenn kvantitative Resultate erzielt werden könnten, bei Massenuntersuchungen, wie die vorliegenden sind, nicht empfohlen werden kann[1]).

Behufs Destillation nahm man 100—300 ccm von dem Extrakte, die bei Bedarf zu 300 ccm verdünnt wurden, setzte 2 g MgO zu und destillierte in mit 200 ccm-Marke versehenen Flaschen über, die 5 ccm 1/7 n HCl enthielten. Im Destillat wurde NH_3 kolorimetrisch bestimmt, indem 5 ccm 1/5 n NaOH und 1 ccm NESSLERS Reagenz zugesetzt wurden. Die kolorimetrische Bestimmung geschah nach OSTWALD mittels des OSTWALD-HAHN-Kolorimeters (von der Firma JANKE & KUNKEL, Köln), der speziell für die Ammoniakbestimmungen etwas modifiziert wurde. Diese Methode ist dermassen einfach, zuverlässig und rasch, dass sie sicherlich binnen Kurzem den üblichen Gebrauch von Standardlösungen verdrängen wird. Da der Schwarzgehalt konstant ist, braucht man nur den Weissgehalt zu messen. Bei der ersten Bestimmung bedurfte es im allgemeinen keiner Verdünnung der Destillate; bei den nach 2-monatlicher Aufbewahrung vorgenommenen

---

[1]) Nach einigen später angestellten Versuchen kommt man zu demselben Resultat, wenn man z. B. 2 mal, je eine halbe Stunde mit 250 ccm n/2 KCl mit Maschine schüttelt. Die Versuche wurden mit zwei verschiedenen Böden (b-Proben) gemacht und die Resultate sind wie folgt:

	Boden 1 (8 Proben)		Boden 2 (8 Proben)	
	mit Hand geschüttelt	mit Maschine geschüttelt	mit Hand geschüttelt	mit Maschine geschüttelt
	NH_3-N in mg pro kg Boden			
	68	68	87	84
	68	61	87	80
	56	58	84	87
	58	68	87	87
Mittel	63	64	86	85

Messungen war dagegen beinahe regelmässig eine 2 bis 4 malige und in einigen Fällen 10—20 malige Verdünnung nötig.[1])

Nitratbestimmung. — Zur Bestimmung des Nitratstickstoffs wurde die bekannte Phenoldisulfonsäure-Methode (von GRANDVAL und LAJOUX) benutzt, welche speziell in den skandinavischen Ländern schon von vielen Forschern mit gutem Erfolg angewandt worden ist. Die Methode darf gegenwärtig mit um so grösserem Vertrauen benutzt werden, als ihre Zuverlässigkeit und Zweckmessenheit bei Bodenuntersuchungen kürzlich von GAARDER und HAGEM[2]) gründlich untersucht worden sind.

Zur Bestimmung wurden 100 g Boden entnommen, 400 ccm Wasser zugesetzt, im Verlauf einer halben Stunde 6 mal mit der Hand umgerührt und dann filtriert. Vom Filtrat nahm man 200 ccm, setzte 30 ccm 2 %:er $CuSO_4$ zu und fällte mit 4 %:gem NaOH aus. Das Filtrat wurde bis trocken verdampft, 2 ccm Phenoldisulfonsäure und 10 ccm 10 n KOH zugegeben und zu 100 ccm verdünnt. Es gelang nicht sämtliche Filtrate mit $Cu(OH)_2$ vollkommen zu klären. Insbesondere schwärzten sich die Rohhumusproben (von Vaccinium-Typ und Myrtillus-Typ) oft, nachdem sie mit Phenoldisulfonsäure behandelt worden waren, trotzdem sie vor der Behandlung durchaus klar waren. Infolgedessen konnte bei der Kolorimetrierung nicht dasselbe Verfahren wie bei den Ammoniakbestimmungen befolgt werden, sondern musste man sich an den üblichen Vergleich mit in entsprechender Weise dargestellten Standardlösungen und an die z. B. bei den p_H-Bestimmungen gewöhnliche Kompensationsmethode halten. Geringere Nitratmengen wurden nicht so genau bestimmt wie es mittels dieser Methode hätte möglich sein können und die für die grössten Nitratmengen erhaltenen Werte können schon aus dem Grunde nicht absolut genau sein, weil in gewissen Fällen die Lösungen bis 100—200 mal verdünnt werden mussten. Auch gestattete die Frist, binnen welcher die ganze Arbeit ausgeführt werden musste, es nicht, das Vorkommen von Nitriten eingehender zu untersuchen, welches jedenfalls nach GAARDER und HAGEM[3]) etwas störend auf die Resultate einwirken dürfte. — Im grossen und ganzen eignet sich diese Methode vorzüglich zu Massenuntersuchungen.

Bestimmung des Gesamtstickstoffs. — Der Gesamtstickstoff wurde nach KJELDAHL—JODLBAUER bestimmt. Je nach dem Humusgehalt

---

[1]) Alle kolorimetrischen Messungen (bei NH_3- und NO_3-Bestimmungen) wurden vom Verfasser selbst gemacht.

[2]) Vgl. oben, S. 6.

[3]) Vgl. oben, S. 6.

nahm man 2—10 g Boden, setzte 20 ccm Phenolschwefelsäure (40 g Phenol auf 1 L. konz. H_2SO_4 von 68 Be), rührte um und liess erkalten. Darauf wurde unter Zusetzung von 1—2 g Zinkstaub, einem Tropfen Quecksilber und 20 ccm Phosphorschwefelsäure (20 % P_2O_5) bei einer 4—7-stündigen Erhitzung verbrannt. Zur Destillation wurden 150 ccm schwefelnatriumhaltige Natronlauge (50 g Na_2S auf 1 L. 33 % NaOH von KAHLBAUM für KJELDAHLbestimmung) zugesetzt und in üblicher Weise mit NaOH titriert. Der Gesamtstickstoff wurde nur für die a-Proben bestimmt. Bei der mangelhaften Einrichtung des Laboratoriums und den unzureichenden Hilfskräften hätten die betreffenden Bestimmungen unverhältnissmässig viel Zeit in Anspruch genommen; ausserdem hat VALMARI schon früher den Stickstoffgehalt des Mineralbodens (= unsere b-Proben) der verschiedenen Waldtypen untersucht.

Sonstige Bestimmungen. — Das sog. kapilläre Wasser wurde wie schon weiter oben erwähnt, durch Trocknen von 100 g Boden bei Zimmertemperatur bis auf das konstante Gewicht bestimmt. Das hygroskopische Wasser wurde durch 1-stündige Trocknung von 5—10 g Boden bei + 100 — 110° C und der Humusgehalt als Glühverlust bestimmt.

Ergebnisse der Untersuchungen

WALDTYPEN: CT, VT, MT, OMT, OMaT

AMMONIAKSTICKSTOFF

Die a-Proben

NH_3-N pro ganze Probe berechnet

In der folgenden Tabelle (Nr. 1, S. 16) sind die untersuchten Stellen je nach ihrem Waldtyp in Reihen zusammengestellt und der NH_3-N-Gehalt einer jeden Probe in mg pro kg lufttrockenen Bodens, sowohl bei den gleich vorgenommenen als auch bei den nach zweimonatlicher Aufbewahrung ausgeführten Bestimmungen, angegeben. — Es soll hier sowie weiterhin für die gleich gemachten Bestimmungen die Nummer **I**, für die 2 Monate später ausgeführten die Nummer **II** gebraucht werden.

Nun ist aber bekanntlich die Tätigkeit der Mikroorganismen im Boden u. a. ebenfalls von dem Wassergehalt des Bodens abhängig. Unsere Proben enthielten so viel Wasser, wie in ihnen im Augenblick der Entnahme enthalten war. Also beruht der Wassergehalt der Proben auf den verschiedenen Witterungsverhältnissen und zwar namentlich Regenverhältnissen des Sommers. (Beilage 2 stellt die Regenverhältnisse zur Zeit der Probenentnahme dar). Da nun die Proben im Lauf des Sommers ohne Rücksichtnahme auf die Witterung eingesammelt worden waren, schwankt ihr Wassergehalt beträchtlich. Aus diesem Grunde muss beim endgültigen Berechnen der Mittelwerte ebenfalls der Wassergehalt der Proben berücksichtigt werden.

Tabelle 2 (S. 17) und Diagramm 1 (S. 18) stellen die Ergebnisse der Wasserbestimmungen dar.

Zu einem derartigen Vergleich wäre allerdings ein umfangreicheres Material erwünscht gewesen, jedoch geht auch schon aus diesem deutlich hervor, dass der Wassergehalt der Proben in verschiedenen Waldtypen von einander abweicht. Insbesondere fällt der verhältnissmässig

Tabelle 1. Ammoniakgehalt der a-Proben pro ganze Probe.

Table 1. The ammonia contents of samples a calculated for the entire sample.

NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens
NH_3-N mgms per kgm. air-dry soil

Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1, 1	1	23	3, 1	25	128	2, 1	27	76	7, 1	49	231	4, 1	23	64
	2	2	30	2	31	65	2	16	81	2	29	113	2	22	48
	3	14	65	3	42	86	3	52	104	3	24	170	3	25	133
	4	9	32	4	32	68	4	65	204	4	25	249	4	23	147
	19, 1	6	10	18, 1	56	73	8, 1	30	198	14, 1	115	119	5, 1	66	230
	2	13	7	2	58	35	2	42	208	2	53	52	2	86	271
	3	4	9	3	39	58	3	38	224	3	46	263	3	77	243
	4	—	13	4	24	21	4	78	224	4	64	239	4	55	284
	21, 1	20	65	20, 1	71	110	13, 1	42	184	15, 1	36	75	6, 1	32	197
	2	21	55	2	30	73	2	74	120	2	37	128	2	34	168
	3	40	60	3	41	67	3	82	120	3	55	146	3	81	365
	4	26	27	4	21	49	4	41	40	4	61	98	4	40	492
	22, 1	48	232	28, 1	23	64	16, 1	21	48	31, 1	45	89	12, 1	25	26
	2	62	166	2	27	73	2	21	39	2	22	77	2	23	35
	3	37	163	3	35	73	3	23	48	3	26	100	3	26	78
	4	53	163	4	42	83	4	41	44	4	29	176	4	54	58
	23, 1	25	232	29, 1	39	59	17, 1	74	107	35, 1	14	199	32, 1	20	98
	2	40	230	2	30	73	2	110	67	2	15	869	2	20	104
	3	40	407	3	28	86	3	24	91	3	36	574	3	16	70
	4	13	83	4	27	73	4	19	81	4	29	464	4	21	114
	40, 1	5	272	33, 1	24	159	36, 1	16	122	38, 1	19	658	46, 1	62	132
	2	12	241	2	18	75	2	28	191	2	4	382	2	30	—
	3	18	202	3	46	191	3	27	280	3	20	560	3	23	143
	4	7	329	4	37	200	4	37	416	4	45	825	4	35	232
	44, 1	37	580	34, 1	37	113	37, 1	20	293	48, 1	33	427	47, 1	14	146
	2	35	296	2	58	385	2	36	424	2	30	293	2	28	146
	3	24	218	3	48	184	3	14	293	3	42	398	3	17	117
	4	35	732	4	14	356	4	35	486	4	37	527	4	59	272
	45, 1	17	325	41, 1	57	263	39, 1	33	237	50, 1	14	226	49, 1	29	153
	2	69	249	2	58	621	2	43	385	2	44	236	2	20	128
	3	46	184	3	85	512	3	51	183	3	61	486	3	18	197
	4	36	150	4	74	325	4	46	293	4	57	395	4	16	114
				42, 1	42	293	43, 1	97	258						
				2	57	234	2	70	365						
				3	74	294	3	114	296						
				4	77	241	4	86	263						
M[1])		26	183		42	163		46	197		38	308		35	161
R		±2.34	±18.28		±2.12	±15.72		±3.11	±14.28		±2.30	±27.27		±2.51	±11.67

hohe Wassergehalt des Calluna-Typs auf. Z. B. Die Proben des Oxalis-Majanthemum-Typs sind bedeutend trockener.

Teilt man die Proben ihrem Wassergehalt nach ein und berechnet man dann den Mittelwert für ihren NH_3-N, so erhält man die Re-

[1]) M = Mittelwert.

R = wahrscheinlicher Fehler nach der Formel: $\frac{[v]}{n.\sqrt{n-1}} \cdot 0.845.$

Tabelle 2. Wassergehalt der a-Proben.

Table 2. Capillary moisture contents of samples a.

Waldtyp *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
H_2O in Gew. - % bei c. + 20° C getrocknet *H_2O weight - % dried at about + 20° C*	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%
	1,1	42	3,1	61	2,1	50	7,1	39	4,1	39
	2	51	2	62	2	54	2	33	2	44
	3	59	3	55	3	50	3	25	3	46
	4	43	4	42	4	56	4	35	4	48
	19,1	22	18,1	32	8,1	46	14,1	57	5,1	51
	2	19	2	33	2	43	2	58	2	46
	3	27	3	26	3	52	3	58	3	54
	4	23	4	20	4	51	4	59	4	33
	21,1	59	20,1	51	13,1	48	15,1	36	6,1	40
	2	58	2	48	2	52	2	39	2	45
	3	62	3	44	3	53	3	42	3	59
	4	53	4	42	4	42	4	43	4	54
	22,1	57	28,1	48	16,1	20	31,1	48	12,1	40
	2	62	2	60	2	13	2	41	2	34
	3	60	3	58	3	16	3	48	3	48
	4	63	4	55	4	16	4	53	4	39
	23,1	51	29,1	59	17,1	29	35,1	51	32,1	39
	2	58	2	58	2	27	2	64	2	45
	3	68	3	57	3	22	3	53	3	33
	4	59	4	58	4	18	4	55	4	36
	40,1	70	33,1	54	36,1	53	38,1	57	46,1	45
	2	65	2	40	2	60	2	56	2	38
	3	66	3	55	3	56	3	60	3	47
	4	71	4	50	4	58	4	63	4	52
	44,1	65	34,1	49	37,1	62	48,1	64	47,1	38
	2	70	2	54	2	63	2	61	2	42
	3	69	3	63	3	61	3	66	3	38
	4	69	4	59	4	54	4	68	4	50
	45,1	63	41,1	63	39,1	59	50,1	48	49,1	57
	2	73	2	66	2	59	2	46	2	45
	3	71	3	64	3	50	3	53	3	44
	4	64	4	63	4	60	4	50	4	52
			42,1	62	43,1	70				
			2	55	2	55				
			3	66	3	69				
			4	69	4	65				
M.....		57		53		48		51		44
R.....		±1.67		±1.27		±1.81		±1.32		±0.85

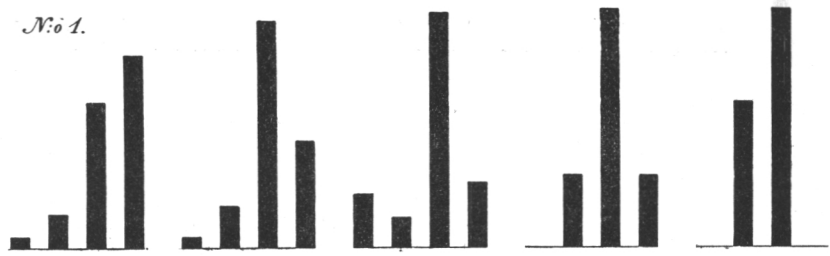
sultate, die in den Diagrammen 2 und 3 (S. 18—9) enthalten sind, erstere für die I Bestimmungen und letztere für die II Bestimmungen.

Man bemerkt also, dass der Wassergehalt und die Ammoniakmengen schon in den ersten Bestimmungen einigermassen deutlich, in den zweiten Bestimmungen ganz deutlich direkt proportional sind.

Infolge der ungleichmässigen Feuchtigkeitsverteilung lassen sich die verschiedenen Waldtypen nicht mit einander vergleichen. Ein

Diagramm

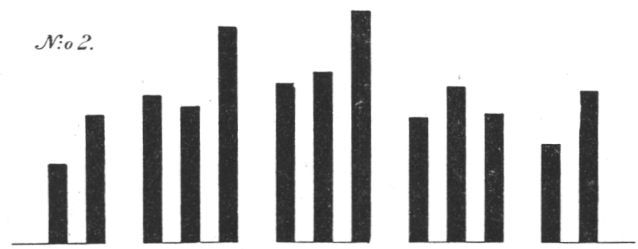
№ 1.



H_2O %	—20	21—40	41—60	61+	—20	21—40	41—60	61+	—20	21—40	41—60	61+	—20	21—40	41—60	61+	—20	21—40	41—60	61+
Waldtyp — *Forest type.*	CT				VT				MT				OMT				OMaT			
% der Probenanzahl *% of the total samples*	3	9	38	50	3	11	58	28	14	8	61	17	—	19	62	19	—	38	62	—
Anzahl der Proben *Number of samples* ...	1	3	12	16	1	4	21	10	5	3	22	6	0	6	20	6	0	12	20	0
Wasser im Mittel % *Water average* ..	57				53				48				51				44			

Diagramm

№ 2.

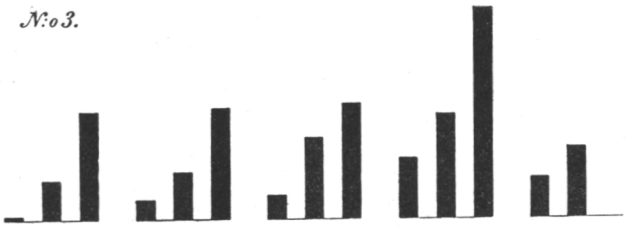


H_2O %	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+
Waldtyp — *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg *mgms per kgm*.....	(8)	21	34	39	36	57	42	44	61	33	41	34	26	40	—
Anzahl der Proben *Number of samples*	3	12	16	5	21	10	8	22	6	6	20	6	12	20	0

I Best. — *I Determination.*

Vergleich in bezug auf den Ammoniakgehalt musste sich auf Proben von gleichem Wassergehalt beschränken. Da die Anzahl der Proben gering ist, muss man verhältnissmässig weite Klassenspielräume wählen. Zum gegenseitigen Vergleich eignen sich am besten die zur Wassergehaltsklasse 41—60 % gehörigen Proben, da man hierdurch die zahlreichsten und (ausser für den Calluna-Typ) einigermassen gleich viele Vertreter erhält. Ein derartiger Vergleich setzt wieder voraus,

Diagramm
№ 3.

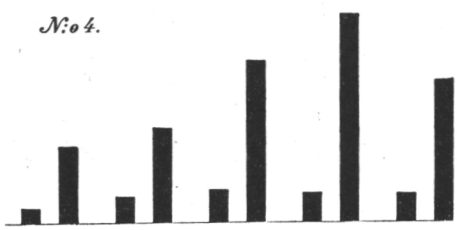


H_2O %	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+
Waldtyp — *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.*	10	103	286	52	128	293	66	216	305	161	277	557	110	190	—
Anzahl der Proben *Number of samples*	4	12	16	5	21	10	8	22	6	6	20	6	11	20	0

II Best. — *II Determination.*

dass die Bedeutung des Wassergehalts nicht vom Waldtyp oder von der Natur des Bodens abhängig ist. In Ermangelung von diesbezüglichen Untersuchungen ist es nicht unbedingt sicher, dass diese Annahme Stich hält. Teilt man nun nichtsdestoweniger die Proben in der schon erwähnten Weise ein, so kommt man in bezug auf die verschiedenen Waldtypen zu Ergebnissen, die weiter unten im Diagramm 4 dargestellt sind.

Diagramm
№ 4.



Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NH_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.*	21	103	36	128	44	216	41	277	40	190
Anzahl der Proben *Number of samples*	12	12	21	21	22	22	20	20	20	20

Die endgültigen Mittelwerte von NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens sind demnach bei einem Wassergehalt des Bodens von 41—60 % in den verschiedenen Waldtypen wie folgt:

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I.	**21** ± 2.71	**36** ± 1.94	**44** ± 2.74	**41** ± 3.76	**40** ± 3.80
II.	**103** ± 18.87	**128** ± 13.82	**216** ± 16.29	**277** ± 30.63	**190** ± 15.19

In bezug auf den Calluna-Typ muss übrigens beachtet werden, dass seine Proben bei weitem feuchter (in der Klasse 41—60 %) sind als z. B. diejenigen des Vaccinium-Typs derselben Klasse. Von den 12 Proben des CT hatten 2 den Wassergehalt 41—50 %, 3 51—55 % und 7 56—60 %; die 21 VT-Proben wiederum verteilten sich folgendermassen auf dieselben Klassen: 7, 7, 7. Infolgedessen erscheint der Calluna-Typ in der II Bestimmung im Vergleich zu den anderen in etwas zu vorteilhafter Beleuchtung.

NH_3-N pro Humus berechnet

Tabelle 3 enthält die Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen. (Im folgenden bezeichnen wir im allgemeinen den Glühverlust mit Humusgehalt.)

Tabelle 3. Glühverlust der a-Proben.

Table 3. Loss on ignition of samples a.

Waldtyp *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
Glühverlust in % lufttrockenen Bodens *Loss on ignition % from air-dry soil*	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%
	1, 1	51.29	3, 1	81.90	2, 1	67.51	7, 1	45.23	4, 1	15.40
	2	57.74	2	83.29	2	78.67	2	31.28	2	19.69
	3	55.08	3	79.36	3	62.85	3	35.49	3	22.63
	4	44.08	4	68.44	4	81.52	4	43.39	4	25.92
	19, 1	45.45	18, 1	83.54	8, 1	61.78	14, 1	44.16	5, 1	38.60
	2	34.86	2	56.37	2	66.75	2	47.64	2	38.24
	3	68.17	3	79.94	3	73.86	3	47.84	3	42.85
	4	76.50	4	28.62	4	66.55	4	45.10	4	12.40
	21, 1	45.89	20, 1	78.75	13, 1	80.67	15, 1	25.95	6, 1	17.75
	2	64.22	2	56.69	2	78.28	2	24.22	2	21.14
	3	70.48	3	63.05	3	72.16	3	32.51	3	43.21
	4	56.08	4	48.73	4	79.81	4	38.19	4	14.50
	22, 1	77.35	28, 1	76.91	16, 1	21.28	31, 1	29.47	12, 1	19.92
	2	66.68	2	43.29	2	34.33	2	18.30	2	22.42
	3	76.31	3	65.57	3	31.57	3	26.18	3	32.10
	4	72.67	4	57.47	4	34.16	4	35.12	4	27.06
	23, 1	48.39	29, 1	70.92	17, 1	60.83	35, 1	55.17	32, 1	27.55
	2	59.41	2	82.24	2	41.79	2	73.22	2	30.55
	3	69.30	3	79.02	3	52.92	3	77.91	3	27.38
	4	74.75	4	68.24	4	39.58	4	74.14	4	29.87
	40, 1	87.49	33, 1	51.86	36, 1	76.10	38, 1	48.35	46, 1	26.20
	2	77.71	2	33.41	2	59.89	2	51.88	2	14.60
	3	73.01	3	72.68	3	67.97	3	73.17	3	25.90
	4	84.23	4	39.28	4	73.36	4	58.61	4	27.90
	44, 1	84.13	34, 1	64.05	37, 1	79.66	48, 1	65.50	47, 1	16.69
	2	84.49	2	69.88	2	83.32	2	56.82	2	24.21
	3	85.62	3	76.82	3	77.18	3	64.60	3	18.36
	4	78.93	4	66.34	4	67.55	4	78.27	4	28.86
	45, 1	71.37	41, 1	72.64	39, 1	55.49	50, 1	30.88	49, 1	38.79
	2	72.29	2	62.44	2	79.03	2	24.88	2	23.20
	3	75.88	3	83.99	3	50.23	3	31.46	3	22.84
	4	65.60	4	82.75	4	81.08	4	32.43	4	40.35
			42, 1	78.26	43, 1	75.55				
			2	70.77	2	32.49				
			3	79.29	3	84.51				
			4	85.33	4	—				
M		67.36		68.11		63.72		45.85		26.16
R.....		± 1.72		± 1.68		± 2.10		± 2.19		± 1.02

Der Übersichtlichkeit halber können die Proben nach ihrem Humusgehalt z. B. in Klassen mit 25% Spielraum eingeteilt und berechnet werden, wieviel % der Proben auf jede Klasse kommt. Vgl. Tabelle 4.

Tabelle 4. Glühverlust der a-Proben.

Table 4. Loss on ignition of samples a.

Waldtyp *Forest type*	CT	VT	MT	OMT	OMaT
	% der Probenanzahl — % *of the total samples*				
Glühverlust —25	—	—	3	13	47
— *Loss on* 26—50	19	14	20	53	53
ignition 51—75	50	47	43	28	—
% 76+	31	39	34	6	—

Im CT und VT ist also der Humusgehalt praktisch der gleiche, dann nimmt er jedoch ab um schon im OMaT im Vergleich zu den anderen recht niedrig zu sein.

Der Humus ist die Hauptquelle des Ammoniaks und müsste deshalb bei zunehmender Humusmenge auch die Ammoniakmenge zunehmen. Berechnet man NH_3-N pro ganze Probe in den oben aufgestellten Humusgehaltklassen, so ergibt sich folgendes:

Tabelle 5. Glühverlust und NH_3-N der a-Proben.

Table 5. Loss on ignition and the ammonia contents of samples a.

Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
Best. — *Det.*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
	NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *mgms per kgm. air-dry soil*									
Glühverlust —25	—	—	—	—	—	—	—	—	27	156
— *Loss on* 26—50	15	69	25	92	48	107	45	216	42	166
ignition 51—75	30	140	41	171	34	213	26	491	—	—
% 76+	37	296	50	173	48	228	—	—	—	—

In der I Bestimmung ist demnach der Parallelismus nicht ganz ausgeprägt, in II jedoch gibt es stets um so mehr Ammoniak, je grösser der Humusgehalt der Proben ist.

Mit der Erhöhung des Humusgehalts geht jedoch auch eine Steigerung des Wassergehalts Hand in Hand, wie die folgende Zusammenstellung zeigt. (Tabelle 6.)

Tabelle 6. Glühverlust und Wassergehalt der a-Proben.

Table 6. Loss on ignition and the moisture contents per cent of samples a.

Waldtyp *Forest type*	CT	VT	MT	OMT	OMaT
	Wasser in % — *Water* %				
Glühverlust —25	—	—	—	(42)	41
— *Loss on* 26—50	39	42	24	47	47
ignition 51—75	58	53	49	60	—
% 76+	63	56	58	—	—

Der grössere Ammoniakgehalt in den humusreicheren Proben braucht also nicht allein auf dem Humusgehalt zu beruhen, sondern kann er auch von dem höheren Wassergehalt der Proben herrühren.

Nimmt man beispielsweise die zur Humusgehaltsklasse 26—50 % gehörenden Proben und vergleicht die in den verschiedenen Waldtypen erhaltenen Mittelwerte von NH_3-N, so wird das Resultat ungefähr dasselbe sein, als wenn man zum Vergleich die zur Wassergehaltsklasse 41—60 % gehörenden Proben genommen hätte. Es sei aueh darauf hingewiesen, dass zwischen den weiter oben, S 19., für die ganzen Proben berechneten NH_3-N-Mittelwerten in der Wassergehaltsklasse 41—60 % und den Mittelwerten der Humusmengen aus derselben Klasse folgender Parallelismus besteht.

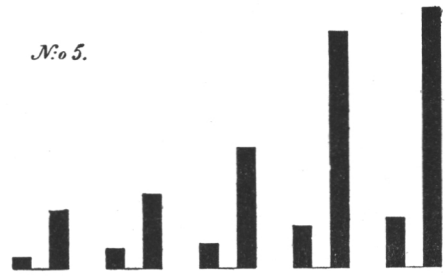
	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I	**21**	**36**	**44**	**41**	**40**
II	**103**	**128**	**216**	**277**	**190**
Humus in %	**59**	**65**	**69**	**43**	**29**

Schon aus dem obengesagten geht hervor, dass das Verhältnis zwischen der Humusmenge und dem Ammoniakgehalt entscheidend vom Waldtyp abhängt. Berechnet man NH_3-N pro kg in den verschiedenen Waldtypen, so erhält man die in Tabelle 7 (S. 23) verzeichneten Werte.

Wählt man wieder Proben, deren Wassergehalt 41—60 % ist, so kommt man zu den im Diagramm 5 enthaltenen Resultaten.

Diagramm

№ 5.



Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NH_3-N in mg pro kg Humus *mgms per kgm. humus*	32	159	55	200	68	325	107	636	135	698
Anzahl der Proben — *Number of samples*	12	12	22	21	22	22	20	20	20	20

Tabelle 7. Ammoniakgehalt der a-Proben pro Humus berechnet.[1])

Table 7. The ammonia contents of samples a calculated for the humus.

Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Humus' *NH_3-N mgms per kgm. air-dry humus*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1, 1	2	42	3, 1	31	161	2, 1	37	110	7, 1	104	494	4, 1	171	478
	2	2	53	2	39	81	2	20	108	2	96	382	2	103	225
	3	24	109	3	47	95	3	82	174	3	63	466	3	112	625
	4	21	76	4	47	102	4	72	227	4	80	565	4	99	636
	19, 1	12	22	18, 1	68	88	8, 1	48	311	14, 1	230	237	5, 1	159	553
	2	38	22	2	100	59	2	66	325	2	105	104	2	244	764
	3	7	13	3	49	75	3	51	300	3	91	527	3	186	586
	4	—	17	4	80	67	4	119	337	4	128	477	4	464	2403
	21, 1	39	130	20, 1	95	148	13, 1	91	239	15, 1	145	296	6, 1	158	976
	2	31	79	2	56	137	2	99	161	2	138	477	2	158	789
	3	56	86	3	64	106	3	111	161	3	163	435	3	204	914
	4	41	46	4	43	105	4	51	60	4	171	277	4	237	2963
	22, 1	53	258	28, 1	30	83	16, 1	105	239	31, 1	148	288	12, 1	121	129
	2	88	238	2	68	183	2	60	108	2	112	384	2	99	148
	3	46	204	3	49	105	3	68	141	3	112	433	3	87	255
	4	68	209	4	70	139	4	122	131	4	87	531	4	204	214
	23, 1	50	467	29, 1	55	85	17, 1	121	174	35, 1	24	344	32, 1	74	366
	2	56	329	2	33	81	2	247	148	2	19	1120	2	70	366
	3	54	544	3	31	96	3	43	166	3	48	767	3	56	237
	4	19	119	4	34	92	4	49	210	4	36	580	4	67	356
	40, 1	6	311	33, 1	48	319	36, 1	21	163	38, 1	38	1317	46, 1	216	465
	2	16	311	2	55	227	2	46	319	2	7	638	2	—	—
	3	24	261	3	57	239	3	38	400	3	28	800	3	99	619
	4	9	385	4	96	520	4	46	520	4	81	1488	4	140	932
	44, 1	42	664	34, 1	60	183	37, 1	24	366	48, 1	49	643	47, 1	74	773
	2	39	339	2	88	580	2	46	546	2	49	489	2	105	543
	3	27	250	3	62	238	3	17	366	3	62	599	3	92	619
	4	47	979	4	19	508	4	53	733	4	49	704	4	194	543
	45, 1	26	489	41, 1	73	339	39, 1	54	396	50, 1	46	733	49, 1	72	383
	2	96	349	2	88	935	2	54	482	2	208	1107	2	92	597
	3	65	257	3	96	576	3	95	339	3	183	1465	3	86	921
	4	54	225	4	95	419	4	57	366	4	183	1284	4	37	277
				42, 1	53	366	43, 1	129	344						
				2	71	292	2	175	914						
				3	95	381	3	131	339						
				4	89	275	4	—	—						
M..		37	246		62	236		76	298		96	639		138	667
R..		±2.96	±23.68		±2.72	±21.32		±5.36	±19.40		±7.40	±41.69		±9.35	±54.15

Die endgültigen Mittelwerte sind also:

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I..	**32** ± 3.95	**55** ± 2.44	**68** ± 5.12	**107** ± 10.93	**135** ± 10.14
II..	**159** ± 26.33	**200** ± 22.67	**325** ± 26.24	**636** ± 58.51	**698** ± 60.02

m. a. W. der Humus ist um so ammoniakreicher je besser der Waldtyp ist.

[1]) Auf grund von abgerundeten Humusmengen berechnet.

Die b-Proben

NH_3-N pro ganze Probe berechnet

Tabelle 8 und Diagramm 6 (S. 25) stellen den Ammoniakgehalt der b-Proben dar.

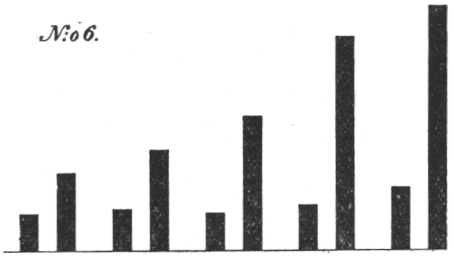
Tabelle 8. Ammoniakgehalt der b-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 8. The ammonia contents of samples b calculated for the entire sample.

Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *NH_3-N mgms per kgm. air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1,1	13	11	3,1	16	13	2,1	14	26	7,1	14	22	4,1	17	29
	2	14	12	2	15	13	2	13	30	2	10	19	2	16	48
	3	15	8	3	16	23	3	16	30	3	13	14	3	11	18
	4	14	9	4	15	12	4	15	15	4	8	19	4	17	39
	19,1	8	4	18,1	12	6	8,1	6	26	14,1	16	25	5,1	11	57
	2	10	4	2	14	8	2	8	32	2	17	29	2	27	75
	3	10	5	3	13	3	3	12	40	3	18	29	3	27	55
	4	—	7	4	12	7	4	15	84	4	16	7	4	16	21
	21,1	14	8	20,1	14	4	13,1	12	27	15,1	17	7	6,1	16	74
	2	13	6	2	14	14	2	15	19	2	16	38	2	21	77
	3	—	4	3	11	11	3	16	19	3	20	33	3	22	66
	4	13	4	4	14	6	4	13	15	4	25	44	4	18	81
	22,1	15	4	28,1	8	37	16,1	27	4	31,1	18	56	12,1	21	19
	2	14	8	2	7	29	2	16	6	2	16	53	2	15	20
	3	11	11	3	7	22	3	21	8	3	14	64	3	12	28
	4	12	5	4	9	35	4	15	3	4	14	53	4	14	19
	23,1	10	6	29,1	6	27	17,1	15	21	35,1	4	91	32,1	16	63
	2	12	7	2	12	27	2	14	23	2	5	52	2	21	86
	3	10	6	3	9	59	3	14	22	3	4	53	3	16	70
	4	12	7	4	11	47	4	15	13	4	4	73	4	16	45
	40,1	—	—	33,1	14	26	36,1	4	58	38,1	2	58	46,1	15	73
	2	—	—	2	12	28	2	4	45	2	2	96	2	9	61
	3	—	—	3	10	30	3	2	53	3	7	96	3	15	73
	4	—	—	4	11	39	4	3	70	4	10	108	4	14	112
	44,1	4	67	34,1	4	40	37,1	4	56	48,1	10	112	47,1	16	93
	2	6	58	2	3	50	2	3	56	2	10	86	2	15	87
	3	4	66	3	—	53	3	2	48	3	8	56	3	7	60
	4	4	60	4	4	74	4	2	45	4	8	67	4	14	68
	45,1	3	49	41,1	—	—	39,1	—	—	50,1	7	107	49,1	26	137
	2	3	58	2	—	—	2	—	—	2	8	67	2	16	107
	3	4	49	3	—	—	3	—	—	3	7	103	3	27	96
	4	4	52	4	—	—	4	—	—	4	15	99	4	28	117
				42,1	—	—	43,1	4	70						
				2	—	—	2	9	74						
				3	—	—	3	3	58						
				4	—	—	4	2	63						
M..		10	21		11	27		10	36		11	57		17	65
R..		±0.60	± 3.34		±0.50	± 2.36		±0.86	± 2.92		±0.74	± 4.01		±0.61	± 3.69

Diagramm

№ 6.



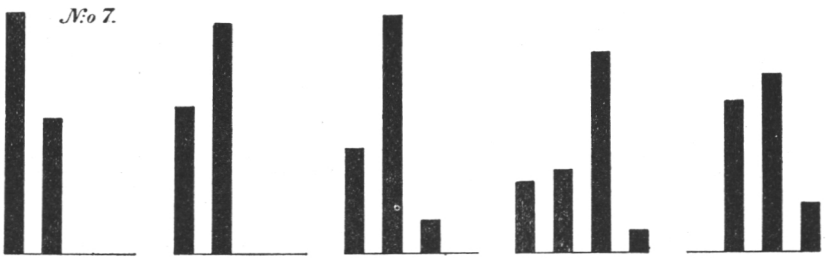
Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*....	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NH_3-N in mg pro kg *mgms per kgm*	10	21	11	27	10	36	11	57	17	65
Anzahl der Proben *Number of samples*	26	28	27	28	32	32	32	32	32	32

Was den Wassergehalt der b-Proben betrifft, so ist er bedeutend geringer und hält sich innerhalb engerer Grenzen als derjenige der a-Proben (vgl. Tabelle 9 S. 26).

Diagramm 7 gibt den Wassergehalt der b-Proben an und geht daraus hervor, dass der Wassergehalt bei Verbesserung des Waldtyps zunimmt und bei CT durchschnittlich nur halb so gross wie in OMaT ist. Hiernach wäre also der Unterschied zwischen den verschiedenen Waldtypen in den b-Proben in dieser Beziehung grösser als in den a-Proben.

Diagramm

№ 7.



H_2O %	—10	11—20	21—30	31+	—10	11—20	21—30	31+	—10	11—20	21—30	31+	—10	11—20	21—30	31+	—10	11—20	21—30	31+
Waldtyp — *Forest type*	CT				VT				MT				OMT				OMaT			
% der Probenanzahl *% of the total samples*	64	36	—	—	39	61	—	—	28	63	9	—	19	22	53	6	—	40	47	13
Anzahl der Proben *Number of samples*..	18	10	0	0	11	17	0	0	9	20	3	0	6	7	17	2	0	13	15	4
Wasser im Mittel *Water average*.... %	10				11				14				21				23			

Diagramm 8 und 9 (S. 26—7) veranschaulichen das Verhältnis des Wassergehalts und des Ammoniakgehalts zu einander, ersteres in den I, letzteres in den II Bestimmungen.

Tabelle 9. Wassergehalt der b-Proben.

Table 9. The moisture contents of samples b.

Waldtyp *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
H_2O in % bei c. + 20° C getrocknet *H_2O weight % dried at about + 20° C*	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%
	1, 1	8	3, 1	12	2, 1	11	7, 1	13	4, 1	30
	2	8	2	9	2	8	2	10	2	32
	3	15	3	17	3	10	3	9	3	29
	4	10	4	6	4	7	4	10	4	31
	19, 1	5	18, 1	8	8, 1	16	14, 1	30	5, 1	15
	2	6	2	6	2	12	2	30	2	16
	3	6	3	5	3	17	3	30	3	18
	4	5	4	7	4	17	4	24	4	16
	21, 1	9	20, 1	6	13, 1	26	15, 1	23	6, 1	29
	2	18	2	14	2	22	2	25	2	28
	3	15	3	9	3	20	3	30	3	32
	4	10	4	11	4	30	4	32	4	28
	22, 1	16	28, 1	15	16, 1	15	31, 1	36	12, 1	24
	2	8	2	11	2	11	2	29	2	23
	3	12	3	14	3	10	3	22	3	26
	4	11	4	12	4	7	4	27	4	21
	23, 1	9	29, 1	12	17, 1	6	35, 1	15	32, 1	16
	2	15	2	13	2	9	2	9	2	30
	3	15	3	14	3	9	3	13	3	17
	4	9	4	16	4	10	4	17	4	17
	40, 1	—	33, 1	9	36, 1	12	38, 1	21	46, 1	20
	2	—	2	5	2	18	2	23	2	17
	3	—	3	6	3	11	3	23	3	24
	4	—	4	12	4	17	4	26	4	21
	44, 1	9	34, 1	13	37, 1	15	48, 1	21	47, 1	20
	2	7	2	11	2	16	2	29	2	21
	3	14	3	18	3	19	3	6	3	14
	4	12	4	18	4	16	4	7	4	18
	45, 1	6	41, 1	—	39, 1	—	50, 1	21	49, 1	22
	2	8	2	—	2	—	2	17	2	19
	3	6	3	—	3	—	3	20	3	31
	4	7	4	—	4	—	4	15	4	28
			42, 1	—	43, 1	15				
			2	—	2	15				
			3	—	3	12				
			4	—	4	16				
M		10		11		14		21		23
R		±0.51		±0.53		±0.65		±1.02		±0.77

Diagramm

No 8.

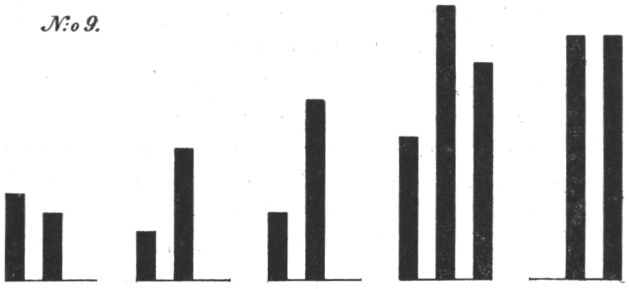


H_2O %	—10	11—20	21+	—10	11—20	21+	—10	11—20	21+	—10	11—20	21+	—10	11—20	21+
Waldtyp — *Forest type* ..	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.* ..	9	11	—	13	9	—	15	8	(13)	9	8	13	—	16	18
Anzahl der Proben *Number of samples*	17	9	0	11	6	0	9	20	3	6	7	19	0	13	19

I Best. — *I Determination.*

Diagramm

№ 9.



H_2O %	— 10	11—20	21+	— 10	11—20	21+	— 10	11—20	21+	— 10	11—20	21+	— 10	11—20	21+
Waldtyp — *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg *mgms per kgm...*	23	18	—	13	35	—	18	48	(20)	38	73	58	—	65	65
Anzahl der Proben *Number of samples....*	18	10	0	11	17	0	9	20	3	6	7	19	0	13	19

II Best. — *II Determination,*

Ein Vergleich zeigt, dass in den I Bestimmungen keinerlei regelmässiges Verhältnis zwischen dem Wassergehalt und dem Ammoniakgehalt existiert und dass auch in den II Bestimmungen dieses Verhältnis nur ziemlich undeutlich ist. Wahrscheinlich verhält es sich so, dass wenn der Wassergehalt bis zu einer gewissen Grenze steigen würde, auch der Ammoniakgehalt der b-Proben in demselben Masse wie in den a-Proben zunehmen würde; da jedoch im allgemeinen der Wassergehalt der b-Proben dermassen niedrig verbleibt, kommt eine derartige Gesetzmässigkeit nicht zum Vorschein. Vergleicht man die Proben der verschiedenen Typen, deren Wassergehalt 11—20 % ist mit einander, so unterscheidet sich das Verhältnis zwischen den verschiedenen Waldtypen von dem obengenannten nur insofern, als der Mittelwert des Oxalis-Myrtillus-Typs um ein geringes (8 mg) grösser als der des Oxalis-Majanthemum-Typs ist. Das Material des ersteren Typs umfasst hierbei jedoch nur 7 Proben. Vergleicht man z. B. solche Proben mit einander, deren Wassergehalt 10—25 % beträgt, so verbleibt das Verhältnis zwischen den einzelnen Waldtypen einigermassen dasselbe wie Diagramm 9 angibt. Man kann daher mit vollem Recht bei einer Berechnung des Mittelwertes der b-Proben sämtliche Proben miteinbeziehen und wären die Mittelwerte also (NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens) wie folgt.

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I....	**10** $\pm$ 0.60	**11** $\pm$ 0.50	**10** $\pm$ 0.86	**11** $\pm$ 0.74	**17** $\pm$ 0.61
II....	**21** $\pm$ 3.34	**27** $\pm$ 2.36	**36** $\pm$ 2.92	**57** $\pm$ 4.01	**65** $\pm$ 3.69

In der I Bestimmung weicht also nur der Oxalis-Majanthemum-Typ auffallender von den anderen ab. In der II Bestimmung tritt ein ausgesprochener Parallelismus zwischen Waldtyp und Ammoniakgehalt zu Tage: je besser der Waldtyp, um so mehr Ammoniak ist vorhanden.

Es muss nun aber ein merkwürdiges Phänomen beachtet werden, das in den Mittelwerten nicht zum Ausdruck kommt; bei einer Prüfung der Tabelle 8, S. 24, bemerkt man, dass in vielen Proben der Ammoniakgehalt während der Aufbewahrungszeit abgenommen hat. Und eine weitere beachtenswerte Tatsache ist, dass die Anzahl derartiger Proben um so grösser ist, je schlechter der Waldtyp ist. Solcher Proben, deren NH_3-N abgenommen hat, gibt es nämlich in den verschiedenen Waldtypen wie folgt:

CT	17	(von	im ganzen	26	Proben)
VT	9	(	»	27	»)
MT	4	(	»	32	»)
OMT	2	(	»	32	»)
OMaT	0	(	»	32	»)

Als weiterer Beleg dafür, dass es sich tatsächlich um ein desto gewöhnlicheres Phänomen handelt, je dürftiger der Standort ist, mag schon in diesem Zusammenhang erwähnt sein, dass auch in den ertragsärmeren Waldtypen als CT, nämlich im Cladina-Typ und in dickmoosigem Typ dieses Phänomen ganz allgemein auftritt. Von den 12 Proben des Cladina-Typs weisen 8 eine Herabminderung des Ammoniaks auf und in dem dickmoosigen Typ hat letzterer in sämtlichen 8 Proben abgenommen.

Die kleineren NH_3-N-Mengen in der II Bestimmung der schlechteren Waldtypen rühren also nicht davon her, dass bei der Aufbewahrung der Ammoniakstickstoff weniger stark zunimmt, sondern davon, dass der Ammoniakgehalt gewisser Proben während der Aufbewahrung abnimmt und zwar um so mehr, je schlechter der Waldtyp ist. Unter den a-Proben hatte der NH_3-N nur in ganz vereinzelten Proben abgenommen und war auch diese Abnahme dermassen gering, dass sie belanglos ist.

Es ist selbstverständlich nicht möglich in diesem Zusammenhang auf eine nähere Erklärung dieses Phänomens einzugehen. Ob es andererorts beobachtet worden ist, ist mir nicht bekannt. Jedenfalls hat es den Anschein, als gäbe es im Boden Organismen, welche den Ammoniak assimilieren oder oxydieren und für deren Leben die Verhältnisse um so günstiger sind je unfruchtbarer der Standort ist, um den es sich handelt.

NH_3-N pro Humus berechnet

Tabelle 10 stellt die Resultate der Glühverlustbestimmungen der b-Proben dar.

Wie aus Tabelle 11 (S. 30) und Diagramm 10 (S. 30) erhellt, lässt sich in bezug auf die b-Proben zwischen den verschiedenen Waldtypen kein ähnlicher gesetzmässiger Zusammenhang bemerken wie in bezug auf die a-Proben (vgl. S. 23). Der hohe Mittelwert des Calluna-Typs beruht übrigens ausschliesslich auf den grossen Ammoniakmengen der Untersuchungsstellen 44 und 45, welche pro Humus berechnet ausserdem auch deshalb so ausserordentlich hoch sind, weil der Humusgehalt der betreffenden Proben obendrein nur sehr gering war.

Tabelle 10. Glühverlust der b-Proben.

Table 10. The loss on ignition of samples b.

Waldtyp *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
Glühverlust in % in lufttrockenem Boden *The loss on ignition % from air-dry soil*	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%	N:r	%
	1,1	4.62	3,1	2.82	2,1	3.55	7,1	6.29	4,1	8.30
	2	4.06	2	2.66	2	2.34	2	9.37	2	9.03
	3	5.23	3	2.47	3	3.65	3	8.30	3	7.62
	4	3.29	4	3.94	4	2.03	4	9.55	4	9.08
	19,1	6.79	18,1	6.03	8,1	7.87	14,1	12.03	5.1	4.97
	2	7.64	2	6.57	2	8.87	2	12.07	2	4.83
	3	9.47	3	5.39	3	9.33	3	10.47	3	5.93
	4	8.33	4	5.76	4	11.08	4	6.14	4	3.82
	21,1	4.52	20,1	4.44	13,1	13.29	15,1	8.55	6,1	7.83
	2	6.08	2	5.07	2	10.07	2	11.28	2	8.04
	3	5.77	3	4.97	3	12.90	3	14.10	3	7.24
	4	5.34	4	4.71	4	13.60	4	12.82	4	8.44
	22,1	3.19	28,1	6.16	16,1	13.32	31,1	14.64	12,1	9.45
	2	2.14	2	4.84	2	12.57	2	9.89	2	6.69
	3	2.74	3	5.52	3	10.20	3	15.03	3	9.28
	4	4.53	4	5.14	4	8.95	4	10.44	4	11.03
	23,1	5.10	29,1	5.09	17,1	5.63	35,1	6.93	32,1	10.91
	2	5.68	2	3.86	2	9.16	2	5.51	2	16.56
	3	5.36	3	5.00	3	8.44	3	9.19	3	15.76
	4	6.35	4	4.88	4	11.36	4	11.36	4	10.76
	40,1	6.50	33,1	6.41	36,1	5.58	38,1	14.96	46,1	5.45
	2	2.99	2	6.66	2	7.70	2	11.60	2	4.75
	3	3.68	3	5.04	3	5.30	3	14.34	3	7.55
	4	5.80	4	4.73	4	6.28	4	9.37	4	7.46
	44,1	1.64	34,1	7.33	37,1	6.79	48,1	7.83	47,1	7.79
	2	1.57	2	5.83	2	6.43	2	14.66	2	8.57
	3	1.92	3	7.25	3	7.30	3	3.51	3	6.67
	4	1.69	4	5.44	4	12.60	4	2.13	4	4.83
	45,1	1.07	41,1	2.63	39,1	2.88	50,1	9.46	49,1	12.31
	2	1.57	2	1.90	2	12.31	2	7.39	2	12.97
	3	0.98	3	2.77	3	3.30	3	10.02	3	12.66
	4	1.40	4	2.20	4	2.70	4	4.84	4	12.21
			42,1	2.60	43,1	1.70				
			2	2.27	2	3.80				
			3	2.10	3	1.94				
			4	1.20	4	2.22				
M.....		4.29		4.49		7.42		9.81		8.81
R.....		± 0.29		± 0.20		± 0.48		± 0.40		± 0.37

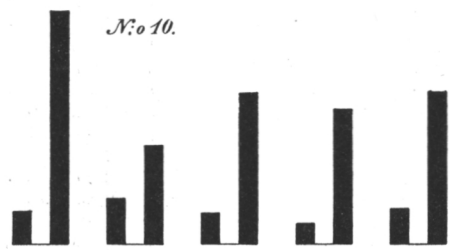
Tabelle 11. Ammoniakgehalt der b-Proben pro Humus berechnet.

Table 11. The ammonia contents of samples b calculated for the humus.

Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenem Humus *NH_3-N mgms per kgm. air-dry Humus*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1, 1	281	238	3, 1	567	461	2, 1	394	732	7, 1	223	350	4, 1	205	349
	2	345	296	2	564	489	2	556	1282	2	107	203	2	177	532
	3	287	153	3	648	931	3	438	822	3	157	169	3	144	236
	4	426	274	4	381	305	4	739	739	4	84	199	4	187	430
	19, 1	118	59	18, 1	199	100	8, 1	76	330	14, 1	133	208	5, 1	221	1147
	2	131	52	2	213	122	2	90	361	2	141	240	2	559	1553
	3	106	53	3	241	56	3	129	429	3	172	277	3	455	927
	4	—	84	4	208	122	4	135	758	4	261	114	4	419	550
	21, 1	310	177	20, 1	315	90	13, 1	90	203	15, 1	199	82	6, 1	204	945
	2	214	99	2	276	276	2	149	189	2	142	337	2	261	958
	3	—	69	3	221	221	3	124	147	3	142	234	3	304	912
	4	243	75	4	297	127	4	96	110	4	195	343	4	213	960
	22, 1	470	125	28, 1	130	601	16, 1	203	30	31, 1	123	383	12, 1	222	201
	2	654	374	2	145	599	2	127	48	2	162	536	2	155	206
	3	401	401	3	127	399	3	206	78	3	93	426	3	129	302
	4	265	110	4	175	681	4	168	34	4	134	508	4	127	172
	23, 1	196	118	29, 1	118	530	17, 1	266	373	35, 1	58	1313	32, 1	147	577
	2	211	123	2	311	699	2	153	251	2	91	944	2	127	519
	3	187	112	3	180	1180	3	166	261	3	44	577	3	102	444
	4	189	110	4	225	963	4	132	114	4	35	643	4	149	418
	40, 1	—	—	33, 1	218	406	36, 1	72	1039	38, 1	13	388	46, 1	275	1339
	2	—	—	2	180	420	2	52	584	2	17	828	2	189	1284
	3	—	—	3	198	595	3	38	1000	3	49	669	3	199	967
	4	—	—	4	233	825	4	48	1115	4	107	1153	4	188	1501
	44, 1	244	4085	34, 1	55	546	37, 1	59	825	48, 1	128	1430	47, 1	205	1194
	2	382	3694	2	51	858	2	47	871	2	68	587	2	175	1015
	3	208	3438	3	—	731	3	27	658	3	228	1595	3	105	1049
	4	237	3550	4	74	1360	4	16	357	4	376	3146	4	290	1388
	45, 1	280	4579	41, 1	—	—	39, 1	—	—	50, 1	74	1131	49, 1	211	1113
	2	191	3694	2	—	—	2	—	—	2	108	907	2	123	825
	3	408	5000	3	—	—	3	—	—	3	70	1028	3	213	758
	4	286	3714	4	—	—	4	—	—	4	310	2045	4	229	958
				42, 1	—	—	43, 1	235	4118						
				2	—	—	2	237	1947						
				3	—	—	3	155	2990						
				4	—	—	4	90	2838						
M . .		280	1245		243	525		172	801		133	719		216	804
R . .		±15.28	±253.2		±17.51	±43.6		±16.88	±94.6		±9.35	±72.2		±10.21	±52.7

Diagramm

№ 10.



Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NH_3-N in mg pro kg Humus *mgms per kg humus*	280	1245	243	525	172	801	133	719	216	804
Anzahl der Proben *Number of samples*	26	28	27	28	32	32	32	32	32	32

NITRATSTICKSTOFF

Die a-Proben

NO_3-N pro ganze Probe berechnet

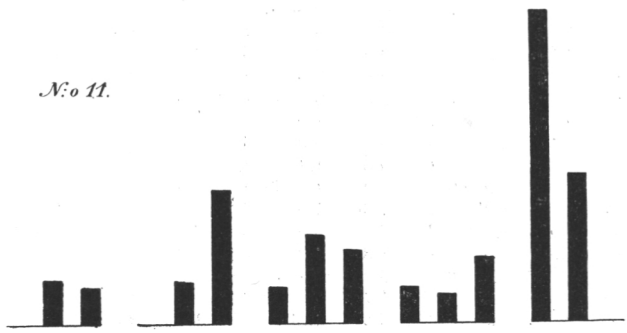
Tabelle 12 (S. 32) stellt die Resultate der Nitratbestimmungen dar in mg pro kg lufttrockenen Bodens.

Zwischen den Waldtypen CT, VT und MT macht sich also kein nennenswerter Unterschied geltend. Sowohl die unmittelbar als auch die nach Ablauf von zwei Monaten ausgeführten Bestimmungen ergeben das einigermassen gleiche Resultat: nur unbedeutend Nitratstickstoff. Im OMT ist der Unterschied zwischen den I und II Bestimmungen schon deutlich wahrnehmbar und im OMaT ist er ungemein gross.

Ebenso wie beim Ammoniakstickstoff, ist es auch hier angebracht die Bedeutung des Wassergehalts einer eingehenderen Prüfung zu unterziehen. Diagramm 11 und 12 (S. 33) geben ein Bild vom gegenseitigen Verhältnis des Wasser- und Nitratstickstoffgehalts, Diagramm 11 in den I, Diagramm 12 in den II Bestimmungen.

Diagramm

No 11.



H_2O %	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+
Waldtyp — *Forest type.*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NO_3-N in mg pro kg *mgms per kgm...*	(0.7)	0.6	0 5	(1.2)	0.6	1.8	0.5	1.2	1 0	0.5	0.4	0.9	4.2	2.0	—
Anzahl der Proben *Number of samples....*	3	12	16	4	20	10	6	22	6	6	20	6	12	19	0

I Best. — *I Determination.*

Tabelle 12. Salpetergehalt der a-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 12. The salpetre contents of samples a calculated for the entire sample.

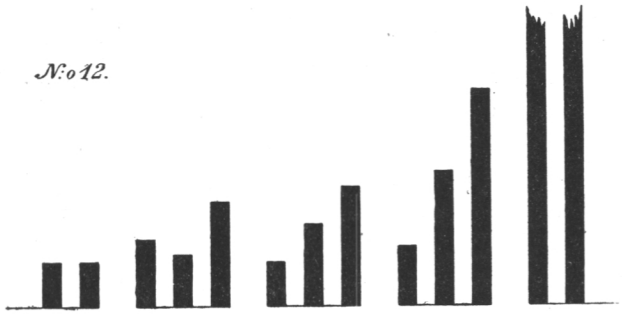
Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *NO_3-N mgms per kgm air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1, 1	0.5	0.6	3, 1	1.2	1.0	2, 1	1.0	0.8	7, 1	0.5	0.5	4, 1	0.7	64.0
	2	0.8	0.8	2	1.6	1.1	2	0.8	0.7	2	0.5	0.5	2	0.5	21.4
	3	0.9	0.8	3	1.1	1.0	3	1.4	0.7	3	0.5	0.5	3	0.5	5.0
	4	0.5	0.6	4	1.0	0.7	4	1.4	1.0	4	0.5	0.5	4	0.5	8.4
	19, 1	0.6	0.5	18, 1	1.5	2.0	8, 1	0.5	0.5	14, 1	0.7	1.0	5, 1	—	7.5
	2	0.8	0.5	2	1.6	1.5	2	0.6	0.5	2	0.7	4.8	2	1.0	29.0
	3	0.7	0.8	3	1.8	1.2	3	0.8	0.5	3	0.7	2.6	3	4.8	119.9
	4	—	0.5	4	—	0.0	4	0.6	0.5	4	0.7	1.1	4	8.9	130.0
	21, 1	0.5	0.5	20, 1	0.7	1.1	13, 1	0.6	0.0	15, 1	0.5	(140.0)	6, 1	0.5	74.0
	2	0.5	0.5	2	0.0	0.8	2	0.7	1.6	2	0.5	2.1	2	0.5	256.0
	3	0.5	0.6	3	0.6	0.8	3	0.6	1.8	3	0.5	0.9	3	1.0	64.0
	4	0.5	0.5	4	0.6	0.7	4	1.1	0.0	4	0.5	2.4	4	0.5	1.0
	22, 1	0.8	2.0	28, 1	0.5	0.6	16, 1	0.5	0.5	31, 1	0.0	1.7	12, 1	0.5	0.0
	2	0.9	1.7	2	0.6	0.8	2	0.5	0.5	2	0.0	1.9	2	0.5	4.6
	3	0.6	1.4	3	0.5	0.8	3	0.5	0.5	3	0.0	2.3	3	0.5	66.9
	4	0.5	1.2	4	0.0	0.7	4	—	0.5	4	0.0	2.5	4	0.5	6.3
	23, 1	0.5	1.1	29, 1	0.5	0.5	17, 1	0.5	0.6	35, 1	0.5	0.0	32, 1	19.4	422.0
	2	0.5	1.3	2	0.5	0.5	2	0.5	0.6	2	0.6	1.3	2	21.8	476.0
	3	0.7	0.7	3	0.5	0.5	3	0.7	0.9	3	0.5	1.8	3	13.2	396.0
	4	0.5	0.5	4	—	0.5	4	—	0.5	4	0.5	1.5	4	4.9	422.0
	40, 1	0.7	1.1	33, 1	0.0	0.0	36, 1	0.9	0.9	38, 1	0.5	1.0	46, 1	0.6	337.0
	2	1.0	1.0	2	0.0	0.0	2	0.6	1.1	2	0.5	1.0	2	0.5	—
	3	0.6	1.3	3	0.0	0.0	3	2.3	1.8	3	0.0	1.1	3	0.6	355.0
	4	0.7	1.5	4	0.0	0.0	4	1.1	2.4	4	0.0	2.7	4	0.7	370.0
	44, 1	0.6	0.0	34, 1	0.9	0.7	37, 1	0.6	1.1	48, 1	1.2	8.0	47, 1	0.5	1.8
	2	0.7	1.1	2	1.0	1.9	2	1.8	1.2	2	1.1	1.7	2	0.6	3.9
	3	0.7	0.7	3	0.6	0.9	3	0.5	1.1	3	1.3	1.9	3	0.5	0.7
	4	0.7	0.7	4	0.5	1.1	4	4.8	1.5	4	1.4	2.0	4	0.7	7.9
	45, 1	0.0	0.9	41, 1	1.2	1.5	39, 1	0.5	1.3	50, 1	0.6	1.3	49, 1	1.0	400.0
	2	0.0	1.2	2	1.3	1.9	2	2.1	1.6	2	0.6	0.8	2	0.8	317.0
	3	0.0	1.1	3	3.7	2.5	3	2.6	1.8	3	0.7	4.6	3	0.8	63.4
	4	0.0	0.9	4	1.8	1.2	4	0.6	1.4	4	0.7	0.9	4	0.9	370.0
				42, 1	2.0	1.1	43, 1	0.7	1.5						
				2	1.7	1.0	2	0.5	1.7						
				3	2.2	1.3	3	1.1	2.5						
				4	2.5	1.1	4	1.3	1.9						
M . .		0.6	0.9		1.0	0.9		1.0	1.1		0.5	1.8 [1])		2.9	154.9
R . .		±0.03	±0.05		±0.10	±0.06		±0.08	±0.07		±0.04	± 0.15		±0.61	±23.95

In den I Bestimmungen ist der Einfluss des Wassergehalts undeutlich, wohingegen er in den II Bestimmungen klar zu Tage tritt: je höher der Wassergehalt, um so mehr Nitratstickstoff. Ebenso wie bei den Ammoniakbestimmungen wählen wir hier zum gegenseitigen

[1]) Ohne N:r 15, 1!

Diagramm

№ 12.



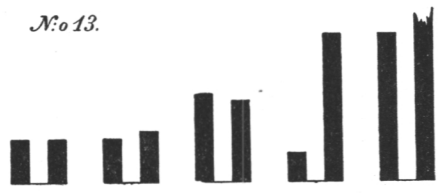
H_2O %	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+	—40	41 60	61+	—40	41—60	61+	—40	41—60	61+
Waldtyp — *Forest type.*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NO_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.*	(0.7)	0.9	0.6	0.9	0.7	1.4	0.6	1.1	1.6	0.8	1.8	2 9	138.3	164.0	
Anzahl der Proben *Number of samples*	3	12	16	5	21	10	8	22	6	5	20	6	11	20	0

II Best. — *II Determination.*

Vergleich diejenigen Proben aus, deren Wassergehalt 41—60 % beträgt. Diagramm 13 stellt die Resultate des Vergleichs anschaulich dar.[1])

Diagramm

№ 13.



Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NO_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.*	0.6	0.9	0.6	0.7	1.2	1.1	0.4	1.8	2.0	164.0
Anzahl der Proben *Number of samples*	12	12	20	21	22	22	20	20	19	20

Die endgültigen Mittelwerte sind also (NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens):

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I...	**0.6** ± 0.03	**0.6** ± 0.11	**1.2** ± 0.13	**0.4** ± 0.05	**2.0** ± 0.37
II...	**0.9** ± 0.10	**0.7** ± 0.06	**1.1** ± 0.10	**1.8** ± 0.17	**164.0** ± 30.42

Diese Mittelwerte weisen darauf hin, dass sich in bezug auf die Bildung des Nitratstickstoffs ein, wenn auch nur geringer Unterschied auch zwischen den Waldtypen CT, VT und MT geltend macht; die

[1]) Die Säle für CT II sollte hier und im Diagr. 13 für CT 41—60 etwas höher sein!

Menge des Nitratstickstoffs nimmt mit der Verbesserung des Standorts zu. Eventuell würde dieser Unterschied deutlicher zum Vorschein kommen, wenn die Proben länger als 2 Monaten aufbewahrt worden wären. Und hätte man die kleinsten Mengen genauer bestimmen müssen, als dies jetzt geschehen ist. Hätte man bei der Kolorimetrierung bei sehr schwacher Farbe grössere Lösungsmengen angewandt, so wären die Bestimmungen wenigstens in gewissem Grade genauer ausgefallen. Und endlich hätte auch das Material umfangreicher sein können.

NO_3-N pro Humus berechnet

Tabelle 13. Salpetergehalt der a-Proben pro Humus berechnet.
Table 13. The salpetre contents of samples a calculated for the humus.

Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Humus *NO_3-N mgms per kgm. air-dry humus*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1, 1	1.0	1.2	3, 1	1.5	1.2	2, 1	1.5	1.2	7, 1	1.1	1.1	4, 1	4.5	415.6
	2	1.4	1.4	2	1.9	1.3	2	1.0	0.9	2	1.6	1.6	2	2.5	108.7
	3	1.6	1.5	3	1.4	1.3	3	2.2	1.1	3	1.4	1.4	3	2.2	22.1
	4	1.1	1.4	4	1.5	1.0	4	1.7	1.2	4	1.2	1.2	4	1.9	32.4
	19, 1	1.3	1.1	18, 1	1.8	2.4	8, 1	0.8	0.8	14, 1	1.6	2.2	5, 1	—	19.4
	2	2.3	1.4	2	2.8	2.7	2	0.9	0.7	2	1.5	10.0	2	2.6	75.8
	3	1.0	1.2	3	2.3	1.5	3	1.1	0.7	3	1.5	5.4	3	11.2	279.8
	4	—	—	4	—	0.0	4	0.9	0.8	4	1.6	2.4	4	71.8	1048.4
	21, 1	1.1	1.1	20, 1	0.9	1.4	13, 1	0.7	0.0	15, 1	1.9	—	6, 1	2.8	416.9
	2	0.8	0.8	2	0.0	1.4	2	0.9	2.0	2	2.1	8.7	2	2.4	1211.0
	3	0.7	0.9	3	1.0	1.3	3	0.8	2.5	3	1.5	2.8	3	2.3	148.1
	4	0.9	0.9	4	1.2	1.4	4	1.4	0.0	4	1.3	6.3	4	3.4	6.9
	22, 1	1.0	2.6	28, 1	0.7	0.8	16, 1	2.3	2.3	31, 1	0.0	5.8	12, 1	2.5	0.0
	2	1.4	2.5	2	1.4	1.8	2	1.5	1.5	2	0.0	10.4	2	2.2	20.5
	3	0.8	1.8	3	0.8	1.2	3	1.6	1.6	3	0.0	8.8	3	1.6	208.4
	4	0.7	1.7	4	0.0	1.2	4	—	1.5	4	0.0	7.1	4	1.8	23.3
	23, 1	1.0	2.3	29, 1	0.7	0.7	17, 1	0.8	1.0	35, 1	0.9	0.0	32, 1	70.4	1531.8
	2	0.8	2.2	2	0.6	0.6	2	1.2	1.4	2	0.8	1.8	2	71.4	1558.1
	3	1.0	1.0	3	0.6	0.6	3	1.3	1.7	3	0.6	2.3	3	48.2	1446.3
	4	0.7	0.7	4	—	0.7	4	—	1.3	4	0.7	2.0	4	16.4	1412.8
	40, 1	0.8	1.3	33, 1	0.0	0.0	36, 1	1.2	1.2	38, 1	1.0	2.1	46, 1	2.3	1286.3
	2	1.3	1.3	2	0.0	0.0	2	1.0	1.8	2	1.0	1.9	2	3.4	—
	3	0.8	1.8	3	0.0	0.0	3	3.4	2.6	3	0.0	1.5	3	2.3	1370.7
	4	0.8	1.8	4	0.0	0.0	4	1.5	3.3	4	0.0	4.6	4	2.5	1326.2
	44, 1	0.7	—	34, 1	1.4	1.1	37, 1	0.8	1.4	48, 1	1.8	12.2	47, 1	3.0	10.8
	2	0.8	1.3	2	1.4	2.7	2	2.2	1.4	2	1.9	3.0	2	2.5	16.1
	3	0.8	0.8	3	0.8	1.3	3	0.6	1.4	3	2.0	2.9	3	2.7	3.8
	4	0.9	0.9	4	0.8	1.7	4	7.1	2.2	4	1.8	2.6	4	2.4	27.4
	45, 1	0.0	1.3	41, 1	1.7	2.1	39, 1	0.9	2.3	50, 1	1.9	4.2	49, 1	2.6	1031.2
	2	0.0	1.7	2	2.1	3.0	2	2.7	2.0	2	2.4	3.2	2	3.4	1366.4
	3	0.0	1.4	3	4.4	3.0	3	5.2	3.6	3	2.2	14.6	3	3.5	277.6
	4	0.0	1.4	4	2.2	1.4	4	0.7	1.7	4	2.2	2.8	4	2.2	917.0
				42, 1	2.6	1.4	43, 1	0.9	2.0						
				2	2.4	1.4	2	1.5	5.2						
				3	2.8	1.6	3	1.3	3.0						
				4	2.9	1.3	4	—							
M..		0.9	1.4		1.3	1.3		1.6	1.7		1.2	4.6		11.4	568.1
R..		±0.05	±0.06		±0.12	±0.08		±0.12	±0.11		±0.10	±0.45		±2.19	± 86.3

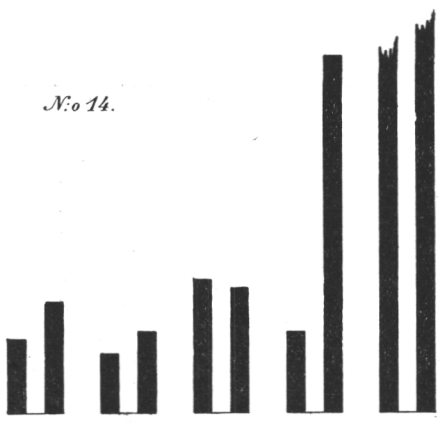
Die Mittelwerte der Proben, deren Wassergehalt 41—60 % beträgt, sind wie folgt (vgl. auch Diagramm 14):

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I...	**1.0** ± 0.05	**0.8** ± 0.10	**1.8** ± 0.19	**1.1** ± 0.13	**6.6** ± 1.45
II...	**1.5** ± 0.13	**1.0** ± 0.10	**1.7** ± 0.17	**4.8** ± 0.58	**564.5** ± 107.6

In den Hauptzügen ist also das Verhältnis der verschiedenen Waldtypen zu einander dasselbe wie bei der Berechnung von NO_3-N pro ganze Probe.

Diagramm

No 14.



Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NO_3-N in mg pro kg Humus *mgms per kgm. humus*	1.0	1.5	0.8	1.0	1.8	1.7	1.1	4.8	6.6	564.5
Anzahl der Proben *Number of samples*	12	12	20	21	22	22	20	20	19	20

Die b-Proben

NO_3-N pro ganze Probe berechnet

Tabelle 14 (S. 36) enthält die Salpetermengen der b-Proben in mg pro kg lufttrockenen Bodens (vgl. auch Diagramm 15, S. 37).

Demnach gibt es also in den Calluna-, Vaccinium- und Myrtillus-Typen überhaupt keinen Nitratstickstoff, in den I ebenso wenig wie in den II Bestimmungen. Auch im Oxalis-Myrtillys-Typ fehlt er gänzlich bei der I Bestimmung, dagegen kommt er in der II Bestimmung schon recht reichlich vor. Erst im Oxalis-Majanthemum-Typ tritt er in geringer Menge in der I Bestimmung auf und in der II Bestimmung

findet er sich noch reichlicher als im Oxalis-Myrtillus-Typ. Also gestaltet sich das Verhältnis zwischen den verschiedenen Waldtypen in den a- und b-Proben ungefähr gleichartig; nur die absoluten Mengen sind in ersteren grösser als in letzteren.

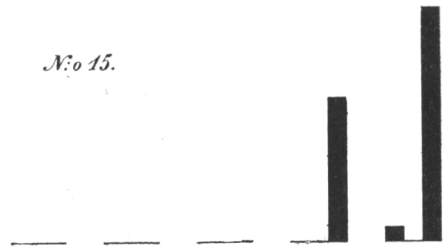
Ebenso wie in den a-Proben so enthalten auch in den b-Proben die wasserhaltigeren Proben mehr Salpeter.

Tabelle 14. Salpetergehalt der b-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 14. The salpetre contents of samples b calculated for the entire sample.

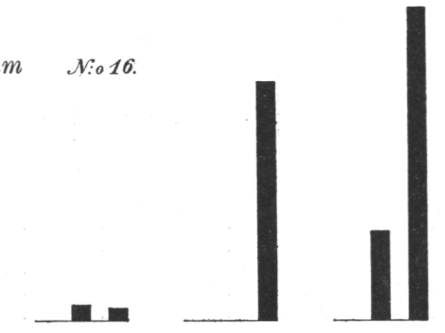
Waldtyp *Forest type*	CT			VT			MT			OMT			OMaT		
NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *NO_3-N mgms per kgm. air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	1,1	0.0	0.0	3,1	0.0	0.0	2,1	0.0	0.0	7,1	0.0	0.0	4,1	0.5	40.0
	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	0.5	40.0
	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	0.5	36.0
	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	0.7	36.0
	19,1	»	»	18,1	»	0.5	8,1	»	»	14,1	0.5	35.2	5,1	0.6	12.8
	2	»	»	2	»	0.0	2	»	»	2	0.0	0.0	2	0.5	2.2
	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	»	15.2	3	0.5	0.5
	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	—	22.0	4	2.3	18.0
	21,1	»	»	20,1	»	»	13,1	»	»	15,1	0.0	80.0	6,1	0.5	5.8
	2	»	»	2	»	0.5	2	»	»	2	»	4.0	2	0.0	62.0
	3	»	»	3	»	0.0	3	»	»	3	»	2.0	3	0.0	14.0
	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	»	36.0	4	0.5	1.4
	22,1	»	»	28,1	»	»	16,1	»	»	31,1	»	12.7	12,1	0.0	28.6
	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	»	2.0	2	0.0	4.0
	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	»	0.0	3	0.0	6.2
	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	»	30.8	4	0.0	1.7
	23,1	»	»	29,1	»	»	17,1	»	»	35,1	»	0.0	32,1	1.2	6.9
	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	»	1.7	2	8.0	24.6
	3	»	»	3	—	»	3	»	»	3	»	0.0	3	1.6	13.8
	4	»	»	4	—	»	4	»	0.5	4	»	»	4	1.3	1.7
	40,1	»	»	33,1	0.0	»	36,1	»	0.0	38,1	»	»	46,1	0.5	0.6
	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	0.5	1.2
	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	0.5	1.3
	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	»	3.0	4	0.5	1.3
	44,1	»	»	34,1	»	»	37,1	»	»	48,1	»	0.0	47,1	0.5	1.3
	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	»	»	2	0.5	0.6
	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	»	»	3	0.5	0.0
	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	»	»	4	0.5	9.5
	45,1	»	»	41,1	»	»	39,1	»	0.5	50,1	»	0.5	49,1	0.7	9.2
	2	»	»	2	»	»	2	»	0.5	2	»	0.0	2	1.3	10.6
	3	»	»	3	»	»	3	0.5	0.5	3	»	»	3	0.0	1.1
	4	»	»	4	»	»	4	0.0	0.5	4	»	»	4	»	3.7
				42,1	»	»	43,1	»	0.0						
				2	»	»	2	»	»						
				3	»	»	3	»	»						
				4	»	»	4	»	»						
M..		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.1		0.0	7.8		0.8	12.4
R..												±1.69		±0.10	±1.80

Diagramm No 15.



Best. — *Determination*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Waldtyp — *Forest type*	CT		VT		MT		OMT		OMaT	
NO_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	7.8	0.8	12.4
Anzahl der Proben *Number of samples*	32	32	34	36	36	36	31	32	32	32

Diagramm No 16.



H_2O %	—10	11—20	24+	—10	11—20	21+	—10	11—20	21+
Waldtyp — *Forest type*.....	OMaT			OMT			OMaT		
Best. — *Determination*	I			II			II		
NO_3-N in mg pro kg *mgms per kgm.*	—	0.9	0.7	0.0	0.0	12.8	—	4.8	16.7
Anzahl der Proben *Number of samples*	0	13	19	6	7	19	0	13	19

Diagramm 16 beleuchtet diesen Umstand. Doch übt der Wassergehalt der Proben keinen nennenswerten Einfluss auf das Verhältnis zwischen den verschiedenen Waldtypen aus. Die endgültigen Mittelwerte wären also:

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
I	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.8** $\pm$ 0.10
II	**0.0**	**0.0**	**0.1**	**7.8** $\pm$ 1.69	**12.4** $\pm$ 1.80

Betreffs der erhaltenen Werte verdient noch erwähnt zu werden, dass die Werte 0.0 nicht unbedingt ein absolutes Fehlen des Nitratstickstoffs zu bedeuten brauchen. In vielen 0.0-Fällen gab es schwache Spuren desselben.

Die NO_3-N-Menge der b-Proben wurde nicht pro Humus berechnet.

GESAMTSTICKSTOFF

Die a-Proben

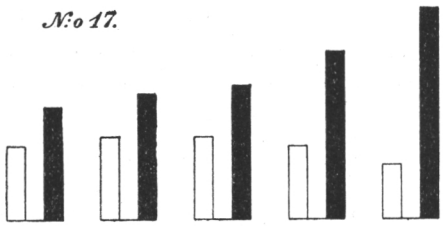
Tabelle 15 und Diagramm 17 (S. 39) stellen die Ergebnisse der Gesamtstickstoffbestimmungen der a-Proben dar.

Tabelle 15. Gesamtstickstoffgehalt der a-Proben.
Table 15. The amount of total nitrogen of samples a.

CT			VT			MT			OMT			OMaT		
	Gesamt *Total* — N			Gesamt *Total* — N			Gesamt *Total* — N			Gesamt *Total* — N			Gesamt *Total* — N	
N:r	in g pro kg *gms per kgm.*	in g pro kg Humus *gms per kgm. humus*	N:r	in g pro kg *gms per kgm.*	in g pro kg Humus *gms per kgm. humus*	N:r	in g pro kg *gms per kgm.*	in g pro kg Humus *gms per kgm. humus*	N:r	in g pro kg *gms per kgm.*	in g pro kg Humus *gms per kgm. humus*	N:r	in g pro kg *gms per kgm.*	in g pro kg Humus *gms per kgm. humus*
1, 1	8.68	16.92	3, 1	12.51	15.27	2, 1	13.06	19.35	7, 1	9.17	20.29	4, 1	3.89	25.26
2	11.39	19.74	2	12.02	14.43	2	13.20	16.76	2	7.93	25.34	2	4.86	24.67
3	10.92	19.82	3	10.29	12.96	3	10.64	16.92	3	7.21	20.31	3	5.69	25.18
4	7.56	17.14	4	9.59	14.02	4	12.67	15.55	4	8.76	20.18	4	5.97	23.05
19, 1	7.93	17.43	18, 1	12.51	14.98	8, 1	11.11	17.98	14, 1	8.97	20.29	5, 1	9.73	25.21
2	6.90	19.77	2	10.96	19.43	2	10.90	16.32	2	8.73	18.34	2	10.07	26.36
3	10.29	15.09	3	13.37	16.73	3	13.02	17.62	3	10.29	21.53	3	11.46	26.71
4	10.64	13.91	4	5.46	19.09	4	13.72	20.60	4	9.59	21.26	4	5.00	40.32
21, 1	8.62	18.78	20, 1	13.38	16.98	13, 1	13.73	17.01	15, 1	7.75	29.81	6, 1	5.21	29.27
2	10.69	16.65	2	11.52	20.32	2	13.59	17.36	2	7.97	32.93	2	6.95	32.94
3	11.97	16.98	3	10.29	16.31	3	12.85	17.79	3	7.56	23.26	3	10.77	24.93
4	9.24	16.47	4	8.19	16.82	4	13.90	17.42	4	8.55	22.38	4	4.65	32.07
22, 1	11.52	14.88	28, 1	8.55	11.12	16, 1	5.07	23.80	31, 1	7.29	24.71	12, 1	5.21	26.18
2	8.28	12.41	2	11.79	27.23	2	7.59	22.13	2	4.27	23.33	2	5.63	25.13
3	9.59	12.57	3	10.81	16.48	3	7.21	22.82	3	6.95	26.53	3	7.88	24.55
4	9.24	12.71	4	8.89	15.46	4	6.51	19.04	4	10.07	28.69	4	6.10	22.51
23, 1	7.51	15.52	29, 1	11.66	16.45	17, 1	12.51	20.58	35, 1	10.14	18.37	32, 1	7.45	26.99
2	8.68	14.61	2	10.97	13.35	2	9.38	22.44	2	13.04	17.81	2	9.08	29.67
3	10.64	15.35	3	12.78	16.18	3	11.27	21.30	3	14.00	17.97	3	8.68	31.68
4	9.24	12.35	4	11.60	17.01	4	9.73	24.57	4	12.67	17.10	4	10.42	34.85
40, 1	9.93	11.35	33, 1	10.69	20.60	36, 1	11.86	15.58	38, 1	9.79	20.23	46, 1	7.83	29.89
2	9.38	12.07	2	7.29	21.83	2	10.00	16.69	2	10.69	20.60	2	3.97	27.19
3	10.42	14.27	3	12.85	17.68	3	9.73	14.31	3	12.60	17.21	3	7.91	30.54
4	9.59	11.39	4	7.85	19.97	4	11.62	15.83	4	11.97	20.43	4	9.01	32.29
44, 1	12.28	14.60	34, 1	11.66	18.19	37, 1	12.51	15.70	48, 1	11.59	17.69	47, 1	3.83	22.93
2	12.21	14.45	2	11.52	16.48	2	12.85	15.43	2	11.45	20.16	2	3.89	16.07
3	12.16	14.21	3	13.65	17.77	3	11.62	15.05	3	12.67	19.61	3	5.07	27.55
4	11.12	14.09	4	12.32	18.58	4	11.62	17.19	4	14.35	18.33	4	8.20	28.37
45, 1	10.42	14.59	41, 1	11.66	16.07	39, 1	9.03	16.27	50, 1	6.90	22.33	49, 1	13.80	35.57
2	8.69	12.02	2	11.63	18.64	2	12.49	15.81	2	8.28	33.25	2	6.95	30.00
3	10.77	14.19	3	10.99	13.08	3	12.09	24.08	3	9.24	29.33	3	6.55	28.73
4	7.99	12.18	4	12.11	14.63	4	7.36	9.08	4	8.19	25.28	4	11.20	27.72
			42, 1	10.97	14.01	43, 1	12.26	16.22						
			2	11.11	15.69	2	6.48	19.94						
			3	10.77	13.58	3	11.97	14.17						
			4	10.42	12.22	4	—	—						
M..	9.83	14.95		10.96	16.66		11.00	17.96		9.64	22.34		7.28	27.95
R..	±0.191	±0.296		±0.186	±0.320		±0.277	±0.373		±0.287	±0.538		±0.325	±0.521

Diagramm

No 17.



Waldtyp — *Forest type*.....	CT	VT	MT	OMT	OMaT
Gesamt—N in mg pro kg *Total—N mgms per kgm.*..	9.83 14.95	10.96 16.66	11.00 17.96	9.64 22.34	7.28 27.95
Anzahl der Proben *Number of samples*.....	32	36	35	32	32

Die linke Säule = pro ganze Probe berechnet
„ rechte „ = „ Humus „
left column = calculated for the entire sample
right » = » » humus

Die pro ganze Probe berechnete Stickstoffmenge hängt in hohem Grade, wenn auch nicht entscheidend vom Humusgehalt des Bodens ab. Bei einer Berechnung des Stickstoffs pro Humus kommt man zu dem Ergebnis, dass der Humus um so stickstoffreicher ist, je besser der Waldtyp ist.

Der Gesamtstickstoffgehalt der b-Proben wurde nicht bestimmt.

GESAMTER MOBILISIERTER STICKSTOFF

(NH_3-N und NO_3-N.)

Folgende Tabelle enthält die zusammengerechneten Mengen des Ammoniak- und Nitratstickstoffs in verschiedenen Waldtypen.

Tabelle 16. Gesamtmenge des mobilisierten Stikstoffs.
Table 16. Total mobilized nitrogen.

Waldtyp — *Forest type*			NH_3- und NO_3-N in mg pro kg *NH_3- and NO_3-N mgms per kgm.*	CT	VT	MT	OMT	OMaT
a-Proben *Samples a*	Pro ganze Probe berechnet *For the entire sample calculated*	I		21.6	36.6	46.2	41.4	42.0
		II		103.6	127.7	217.1	280.0	354.0
	Pro Humus berechnet *For the humus calculated*	I		33.0	55.8	68.8	108.1	154.1
		II		160.5	201.1	326.7	640.8	1236.8
b-Proben *Samples b*	Pro ganze Probe berechnet *For the entire sample calculated*	I		10.0	11.0	10.0	12.0	17.8
		II		21.0	27.0	38.1	64.7	77.4

Die Menge des gesamten mobilisierten Stickstoffs ist im Vergleich zur Menge des Gesamtstickstoffs nur sehr gering. Die Menge des Ammoniakstickstoffs und Nitratstickstoffs der a-Proben in % des Gesamtstickstoffs ausgedrückt ist wie folgt:

The amount of mobilized nitrogen in percentage of the total nitrogen

Waldtyp — *Forest type* ..		CT	VT	MT	OMT	OMaT	
Pro ganze Probe — *Calculated for the entire sample*	I	0.220	0.333	0.420	0.429	0.577	%
	II	1.054	1.162	1.974	2.905	4.863	»
Pro Humus — *Calculated for the humus*	I	0.220	0.335	0.383	0.484	0.551	»
	II	1.074	1.207	1.819	2.868	4.425	»

WALDTYPEN: CIT, HMT, FT, AT

Aus diesen Waldtypen gibt es so wenig Material, dass sich auf Grund desselben nichts Bestimmtes über das Vorkommen und die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen sagen lassen dürfte. Jedoch weisen auch die untenstehenden, tabellenartig angegebenen Hauptresultate darauf hin, dass der Boden um so mehr Stickstoffnahrung erbietet, je besser der Waldtyp ist.

Die a-Proben

Tabelle 17. Ammoniakgehalt der a-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 17. The ammonia contents of samples a calculated for the entire sample.

Waldtyp *Forest type*	CIT			HMT			FT			AT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *NH_3-N mgms per kgm. air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	33	61	24, 1	36	67	30, 1	30	109	26, 1	27	98
	2	47	58	2	18	129	2	22	130	2	82	122
	3	51	99	3	9	49	3	86	227	3	53	74
	4	30	16	4	33	20	4	33	147	4	58	61
	10, 1	23	53	25, 1	36	66				27, 1	67	186
	2	21	53	2	40	44				2	33	122
	3	21	13	3	66	249				3	16	173
	4	40	23	4	41	8				4	56	95
	11, 1	30	5									
	2	19	3									
	3	15	7									
	4	24	7									
M		30	33		35	79		43	153		49	116
R		±2.3	±6.7		±3.5	±3.2		±10.6	±17.9		±5.7	±11.0

Tabelle 18. Ammoniakgehalt der a-Proben pro Humus berechnet.

Table 18. The ammonia contents of samples a calculated for the humus.

Waldtyp *Forest type*	ClT			HMT			FT			AT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Humus' *NH_3-N mgms per kgm. air-dry humus*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	41	75	24, 1	60	111	30, 1	52	189	26, 1	82	299
	2	63	77	2	53	382	2	41	244	2	156	232
	3	62	121	3	37	204	3	141	373	3	137	192
	4	53	28	4	67	41	4	102	454	4	137	144
	10, 1	41	94	25, 1	48	88				27, 1	95	263
	2	74	187	2	50	55				2	77	286
	3	44	27	3	88	333				3	28	301
	4	70	40	4	55	11				4	138	235
	11, 1	59	10									
	2	37	6									
	3	26	12									
	4	55	16									
M		52	58		57	153		84	315		106	244
R		±3.0	±11.3		±3.4	±32.7		±18.3	±48.1		±11.0	±13.8

Tabelle 19. Salpetergehalt der a-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 19. The salpetre contents of samples a calculated for the entire sample.

Waldtyp *Forest type*	ClT			HMT			FT			AT		
NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *NO_3-N mgms per kgm. air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	0.0	0.0	24, 1	0.5	0.9	30, 1	0.0	30.1	26, 1	28.2	317.0
	2	0.0	0.5	2	0.7	1.1	2	0.0	6.3	2	6.0	396.0
	3	0.0	0.5	3	0.5	0.8	3	0.0	39.6	3	0.0	376.0
	4	0.0	0.0	4	0.5	0.0	4	0.0	26.4	4	1.8	396.0
	10, 1	0.0	0.0	25, 1	0.5	0.6				27, 1	28.6	286.0
	2	0.0	0.0	2	0.7	0.8				2	18.5	300.0
	3	0.0	0.0	3	0.5	0.7				3	26.8	372.0
	4	0.0	0.5	4	0.5	0.0				4	25.8	358.0
	11, 1	0.0	0.0									
	2	0.0	0.0									
	3	0.0	0.0									
	4	0.0	0.0									
M		0.0	0.0		0.6	0.6		0.0	25.6		17.0	350.1
R					±0.03	±0.01			±4.7		±3.0	±11.8

Tabelle 20. Salpetergehalt der a-Proben pro Humus berechnet.

Table 20. The salpetre contents of samples a calculated for the humus.

Waldtyp *Forest type*	ClT			HMT			FT			AT		
NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Humus, *NO_3-N mgms per kgm. air-dry humus*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	0.0	0.0	24, 1	0.8	1.5	30, 1	0.0	52.1	26, 1	85.9	965.6
	2	0.0	0.7	2	2.1	3.3	2	0.0	11.8	2	11.4	752.4
	3	0.0	0.6	3	2.1	3.3	3	0.0	65.0	3	0.0	974.3
	4	0.0	0.0	4	1.0	0.0	4	0.0	81.5	4	4.3	937.5
	10, 1	0.0	0.0	25, 1	0.7	0.8				27, 1	40.5	404.6
	2	0.0	0.0	2	0.9	1.0				2	43.3	702.6
	3	0.0	0.0	3	0.7	0.9				3	46.6	646.7
	4	0.0	0.9	4	0.7	0.0				4	63.7	884.4
	11, 1	0.0	0.0									
	2	0.0	0.0									
	3	0.0	0.0									
	4	0.0	0.0									
M		0.0	(0.2)		1.1	1.4		0.0	52.6		37.0	783.5
R					±0.15	±0.33			±10.09		±7.60	±50.14

Die b-Proben

Tabelle 21. Ammoniakgehalt der b-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 21. The ammonia contents of samples b calculated for the entire sample.

Waldtyp *Forest type*	ClT			HMT			FT			AT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens *NH_3-N mgms per kgm. air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	12	20	24, 1	12	10	30, 1	18	43	26, 1	16	64
	2	14	25	2	11	6	2	16	26	2	15	63
	3	13	19	3	11	5	3	19	63	3	16	41
	4	13	20	4	12	8	4	16	69	4	19	41
	10, 1	15	12	25, 1	11	4				27, 1	18	78
	2	12	10	2	12	3				2	20	114
	3	22	11	3	12	7				3	21	53
	4	25	15	4	11	6				4	27	88
	11, 1	30	12									
	2	21	5									
	3	23	5									
	4	24	13									
M		19	14		12	6		17	50		19	68
R		±1.4	±1.5		±0.2	±0.5		±0.6	±7.7		±0.9	±6.2

Tabelle 22. Ammoniakgehalt der b-Proben pro Humus berechnet.

Table 22. The ammonia contents of samples b calculated for the humus.

Waldtyp *Forest type*	CIT			HMT			FT			AT		
NH_3-N in mg pro kg lufttrockenen Humus NH_3-N *mgms per kgm. air-dry humus*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	463	772	24, 1	896	746	30, 1	152	363	26, 1	164	657
	2	611	1092	2	331	181	2	118	191	2	138	581
	3	818	1195	3	285	130	3	112	371	3	126	323
	4	823	1266	4	415	277	4	109	471	4	152	328
	10, 1	497	397	25, 1	292	106				27, 1	138	596
	2	706	588	2	682	170				2	82	465
	3	1333	667	3	283	165				3	134	337
	4	—	—	4	696	380				4	131	428
	11, 1	1961	784									
	2	1780	424									
	3	1411	307									
	4	1482	803									
M		1080	754		485	269		123	349		133	464
R		±124.7	±67.5		±65.4	±47.4		±7.2	±38.7		±4.8	±35.3

Tabelle 23. Salpetergehalt der b-Proben pro ganze Probe berechnet.

Table 23. The salpetre contents of samples b calculated for the entire sample.

Waldtyp *Forest type*	CIT			HMT			FT			AT		
NO_3-N in mg pro kg lufttrockenen Bodens NO_3-N *mgms per kgm. air-dry soil*	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II	N:r	I	II
	9, 1	0.0	0.0	24, 1	0.0	0.0	30, 1	0.0	7.7	26, 1	12.1	105.6
	2	0.0	0.0	2	0.0	0.0	2	0.0	2.3	2	3.2	105.6
	3	0.0	0.0	3	0.0	0.0	3	3.3	103.6	3	0.4	114.4
	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0	4	0.5	16.5	4	0.5	123.2
	10, 1	0.0	0.0	25, 1	0.0	0.0				27, 1	13.3	79.2
	2	0.0	0.0	2	0.0	0.0				2	3.7	209.0
	3	0.0	0.0	3	0.0	0.0				3	15.9	176.0
	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0				4	17.8	198.0
	11, 1	0.0	0.0									
	2	0.0	0.0									
	3	0.0	0.0									
	4	0.0	0.0									
M		0.0	0.0		0.0	0.0		1.0	32.5		8.4	138.9
R								±0.6	±17.35		±2.04	±13.30

Tabelle 24. Gesamtstickstoffgehalt der a-Proben.

Table 24. The amount of total nitrogen of samples a.

Waldtyp *Forest type*	ClT			HMT			FT			AT		
Gesamt — N in g pro kg *Total — N gms per kgm.*	N:r	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm.*	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm. humus*	N:r	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm.*	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm. humus*	N:r	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm.*	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm. humus*	N:r	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm.*	Gesamt — N *Total* in g pro kg *gms per kgm. humus*
	9, 1	8.14	10.05	24, 1	10.28	17.04	30, 1	8.34	14.44	26, 1	13.04	39.72
	2	9.47	12.60	2	6.43	19.02	2	9.28	17.40	2	18.07	34.33
	3	11.88	14.56	3	7.15	29.73	3	14.94	24.54	3	12.30	31.87
	4	10.92	19.44	4	5.39	10.98	4	8.75	27.02	4	13.96	33.05
	10, 1	7.38	13.11	25, 1	11.59	15.42				27, 1	21.75	30.77
	2	9.86	34.78	2	14.62	18.44				2	15.15	35.48
	3	7.70	16.28	3	10.85	14.49				3	20.43	35.52
	4	7.70	13.46	4	12.74	17.08				4	15.71	38.81
	11, 1	8.00	15.74									
	2	7.79	15.00									
	3	9.38	15.99									
	4	8.54	19.41									
M..		8.90	16.70		9.88	17.78		10.33	20.85		16.30	34.94
R..		± 0.30	± 1.00		± 0.85	± 1.11		± 1.13	± 2.41		± 0.91	± 0.78

Es sei noch erwähnt, dass die p_H der Humusschicht der obengenannten Waldtypen folgende ist:

Waldtyp — *Forest typ*	ClT	HMT	FT	AT
p_H	**3.6**	**4.4**	**4.6**	**5.0**

Rückschau und Ausblick

Hauptergebnisse der Untersuchungen. — Zweck dieser Untersuchungen war darzulegen, inwiefern das Vorkommen und die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden von der Bonität des Standorts abhängig sind. Zur Charakterisierung der Standortsbonitäten wurden CAJANDER's Waldtypen benutzt. Die Untersuchungen ergaben den Sachverhalt, dass

> je besser der Waldtyp ist, desto höher ist der Stickstoffgehalt des Bodens und ein um so grösserer Teil des Gesamtstickstoffs tritt in mineralisierter Form auf.

Ein Vergleich mit den Resultaten anderer Forscher. — Bei Untersuchungen andererorts sind zur Bonitierung der Standorte nicht die Waldtypen CAJANDER's benutzt worden und ist die Ertragsfähigkeit der Standorte auch nicht in irgend einer anderer Weise näher bestimmt worden. Daher fehlt eine Basis, auf welcher sich ein Vergleich der vorliegenden Untersuchungsresultate mit denjenigen anderer Forscher anstellen liesse.

So viel ist jedoch sicher, dass in bezug auf Vorkommen und Produktion des Nitratstickstoffs die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen in der Hauptsache mit den schon früher von VOGEL v. FALCKENSTEIN, HESSELMAN u. a. (am Anfang dieser Arbeit genannten) Forschern erlangten im Einklang stehen. Die Menge des Gesamtstickstoffs schwankt zwischen 1.5—3.0 % (pro Humus berechnet). Nahezu dasselbe Ergebnis erreichte u. a. HESSELMAN. MÜLLER erhält als Stickstoffgehalt des Heiderohhumus in Dänemark durchschnittlich etwa 2 %. Desgleichen weisen die Untersuchungen HESSELMAN's und MÜLLER's darauf hin, dass der Humus der fruchtbareren Standorte stickstoffreicher ist. Unsere eignen Resultate deuten zweifellos darauf hin, dass der Stickstoffgehalt des Humus' gradweise mit der Verbesserung der Standortsbeschaffenheit Hand in Hand geht.

Hinsichtlich der gegenseitigen Beziehungen zwischen Ammonisationsfähigkeit und Reaktion des Bodens legen die Untersuchungen dar, dass um so mehr Ammoniak entwickelt wird je höher die p_H ist. Die Ammoniakmengen in den II Bestimmungen und die entsprechenden (schon früher bestimmten) p_H-Werte sind:

Waldtyp	NH_3-N in mg pro kg		p_H
	Boden	Humus	des Humus'
CT	103	159	4.2
VT	128	200	4.6
MT	216	325	4.8
OMT	277	636	5.2
OMaT	190	698	5.0

Hier wären also die Untersuchungsresultate denjenigen von Olsen, Clarke u. a. (vgl. weiter oben) entgegengesetzt. Doch muss bemerkt werden, dass das Material der genannten Forscher bedeutend kleiner und begrenzter als unseres war. Für unsere Resultate spricht ausserdem, dass die Ammonisation als bakteriologischer Prozess um so schwächer und langsamer sein dürfte, je saurer der Boden ist.

Was nun das Verhältnis zwischen Reaktion und Nitrifikationsfähigkeit betrifft, so lässt sich ein solches allerdings nachweisen, wenn es auch nicht dasselbe wie in bezug auf die Ammonisationfähigkeit ist. Das Nitrifikationsvermögen wächst ja allerdings im allgemeinen in demselben Masse wie der p_H-Wert, doch muss beachtet werden, dass letzterer ziemlich gleichmässig steigt, während der Unterschied in der Nitrifikationsfähigkeit zwischen den Waldtypen CT, VT und MT nicht gross ist, OMT einen vermittelnden Übergang bildet, und in OMaT, im Vergleich zu den anderen Typen, sehr viel grösser ist.

Im allgemeinen kamen die anderen Forscher zu dem Schluss, dass dem Vorkommen und den Umsetzungen der Stickstoffverbindungen eine grosse pflanzenbiologische und waldbauliche Bedeutung zukommt. Eine Bewertung unserer Resultate von diesem Standpunkt aus wäre noch verfrüht. Handelt es sich ja doch hier um eine spezielle biochemische Eigenschaft des Bodens, die in gewissen Fällen allerdings einen entscheidenden Einfluss haben kann, die jedoch in anderen Fällen wiederum augenscheinlich mehr oder weniger bedeutungslos sein dürfte, je nachdem in welcher Weise die anderen Wachstumsfaktoren vertreten sind.

Ob die Nitrifikation eine so generelle Rolle bei der Verjüngung des Waldes und in anderen Hinsichten spielt, wie besonders Hesselman ihr zuschreibt, ist noch keineswegs sicher. Unsere Ergebnisse

ebenso wie auch diejenigen von anderen Forschern legen dar, dass die Bäume sowie andere Pflanzen in unseren gewöhnlichen Heidewäldern den Stickstoff nicht in Form von Nitratstickstoff aufnehmen können. Wenn also der Nitratstickstoff nicht für die älteren Bäume u. a. Pflanzen unumgänglich ist, so ist nicht einzusehen, weshalb er den jungen Baumpflanzen unbedingt nötig wäre. Es mag auch noch erwähnt werden, dass der Nitrifikationsprozess nach PRJANISCHNIKOV[1]) vom Standpunkte der höheren Pflanzen aus, keine direkte Bedeutung hat; die Pflanzen können sehr gut den Ammoniak benutzen, der Nitrifikationsprozess ist nur aus dem Grunde nötig, dass sonst die Konzentration des Ammoniaks zu hoch steigen würde. Unsere Resultate zeigen in der Tat, dass wenn der Ammoniakgehalt ein gewisses Maximum erreicht hat, ein Teil desselben zu Nitratstickstoff oxydiert wird.

Eine Verwendung des Gesamtstickstoffs, der Ammonisations- oder Nitrifikationsfähigkeit als Bonitierungsfaktor ist vorläufig noch nicht möglich. Das einzige, was augenblicklich in Frage kommen dürfte, wäre eine Scheidung der Heide- und Hainwälder (wenigstens OMaT) von einander auf Grund ihrer verschiedenen Nitrifikationsfähigkeit, also eine Einteilung der Böden in zwei grosse Klassen: in nitrifizierende und nicht-nitrifizierende, wie u. a. HESSELMAN es getan hat.

Über die Bedeutung der bisher auf der Basis der Waldtypen ausgeführten Bodenuntersuchungen. — Die bisherigen, den Boden der verschiedenen Waldtypen betreffenden Untersuchungen sind vorzugsweise orientierender Art gewesen. Da die Schwankungen in der Bonität von Standorten in gleichartigen klimatologischen Verhältnissen auf Verschiedenheiten in den Eigenschaften des Bodens beruhen müssen, ist man anfangs bemüht gewesen, in grossen Zügen Aufhellung darüber zu gewinnen, welche Eigenschaften hier in erster Linie in Betracht kommen können, und wählte man zu diesem Zweck einige der wichtigsten, auf das Pflanzenleben einwirkende Faktoren zur Untersuchung aus. Das wichtigste Ergebnis der derart angestellten Untersuchungen war, dass die verschiedenen Waldtypen in bezug auf ihren Boden sich in vielen verschiedenen Beziehungen von einander unterscheiden. Gibt man dem Myrtillus-Typ den Wert 100, so verhalten sich z. B. der Kalk- und Stickstoffgehalt (nach VALMARI[2]) sowie die p_H und der entsprechende Zuwachs in den verschiedenen Waldtypen folgendermassen.

---

[1]) D. N. PRJANISCHNIKOW, Zur physiologischen Charakteristik von Ammoniumnitrat. Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A., IV (1925). 242—50.

[2]) Vgl. oben S. 9.
Die ursprünglichen Zahlen für CaO und N sind kgm pro ha in der obersten, 20 cm starken Bodenschicht.

Waldtyp	Laufend-jährlicher Zuwachs der Kiefer (Alter 75 J.)	Laufend-jährlicher Zuwachs der Birke (Alter 60 J.)	CaO	N	pH
CIT	27	—	36	34	75
CT	52	—	54	64	87
VT	83	83	79	71	96
MT	100	100	100	100	100
OMT ...	115	117	117	137	109
OMaT ..	—	185	140	223	104

Auf Grund der bisher erzielten Resultate kann noch nicht bestimmt werden, welche Eigenschaften oder was für eine Konstellation von verschiedenen Eigenschaften des Bodens die Ertragsfähigkeit des Standorts bestimmt. Keine der bisher untersuchten Bodeneigenschaften kann als Bonitierungsfaktor verwandt werden; trotzdem die für verschiedene Waldtypen erhaltenen Mittelwerte deutlich von einander abweichen, machen sich in den einzelnen Beobachtungsreihen recht grosse Ausnahmen in ein und demselben Waldtyp geltend. Und können die meisten der verschiedenen Eigenschaften deshalb nicht mit einander verglichen werden, weil die Bestimmungen zum grössten Teil an verschiedenen Proben gemacht wurden. Nichtsdestoweniger sind die erzielten Ergebnisse von grossem Wert, denn sie geben den Weg an, den man bei fortgesetzten Untersuchungen betreten kann.

Erstens sollte aus jedem zu untersuchenden Bestand eine grösstmögliche Anzahl von Proben genommen werden und sollten die zu untersuchenden Bestände so typische Vertreter ihrer Klasse als möglich sein. Zweitens sollte von jeder einzelnen Probe eine möglichst vielseitige Analyse gemacht werden. Ob man auf diese Weise mit Hilfe der jetzigen Analysenmethoden und der Kenntnis des Pflanzenlebens, die uns heutzutage zu Gebote steht, den Zweck erreichen wird, ist selbstverständlich noch nicht sicher, doch dürfte es keineswegs ein Ding der Unmöglichkeit sein.

Beilagen 1 und 2

Beilage 1. Kurze Beschreibung

1 N:r	2 Ortsname u. a.	3 Zeit der Proben-entnahme	4 Waldtyp	5 Bodenvegetation (Hauptarten)
1	Versuchsgebiet von **Ruotsinkylä**	14. VI.	CT	*Cladina 1, Hylocom. pariet. 4,* Gräser 3, *Vacc. vitis idaea 3, Calluna 5.*
2	Versuchsgebiet von **Ruotsinkylä**	14. VI.	MT	*Hylocom. prol. 4—5, H. pariet. 2, Majanthemum, Oxalis* u. *Pyrola 2—3, Myrtillus 4, Vacc. vitis idaea 1—2.*
3	Versuchsgebiet von **Ruotsinkylä**	15. VI.	VT	*Hylocom. pariet 5, Melampyrum* u. *Linnaea 2, Myrtillus 1—2, Vacc. vitis idaea 4.*
4	Versuchsgebiet von **Raivola**	27. VI.	OMaT	*Bryum 2,* Gräser 2, *Majanthemum, Solidago, Veronica* u. *Phegopteris 2—3, Oxalis 5.*
5	Versuchsgebiet von **Raivola**	27. VI.	OMaT	Im allgemeinen wie im vorigen.
6	Versuchsgebiet von **Raivola**	27. VI.	OMaT	Im allgemeinen wie N:o 4: Gräser jedoch reichlicher vorhanden.
7	Versuchsgebiet von **Ruotsinkylä**	5. VII.	OMT	*Hylocom. pariet. 3, Anemone nemorosa, Majanthemum* u. *Rubus 1—2, Oxalis 4, Myrtillus 2.*
8	Versuchsgebiet von **Ruotsinkylä**	5. VII.	MT	*Hylocom. pariet. 5, Anemone nemorosa,* u. *Oxalis 1—2, Majanthemum 3, Myrtillus 2—3.*
9	Staatsgut von Kokki, **Kokemäki.**	11. VII.	ClT	*Cladina 5, Hylocom. pariet 2, Vacc. vitis idaea 4, Calluna 2.*
10	**Harjavalta,** nahe am Bahnhof.	11. VII.	ClT	Wie im vorigen; *Hylocomium* jedoch weniger.
11	**Harjavalta,** nahe am Bahnhof.	11. VII.	ClT	Wie im vorigen.
12	**Orimattila,** Mallusjoki.	19. VII.	OMaT	Sehr artenreich. *Hylocom. triquetr. 4, Geranium, Oxalis, Pyrola, Vicia, Fragaria* u. *Anemone nemor. 2—3, Oxalis* u. *Myrtillus 3.*
13	**Orimattila,** Mallusjoki.	20. VII.	MT	*Hylocom. pariet. 3, H. prolif. 2, Hypnum 3, Majanthemum 3, Myrtillus 2—3.* Stellenweise nur *Hylocomia.*
14	**Orimattila,** Mallusjoki.	20. VII.	OMT	*Hylocom. pariet 5, H. prolif. 2—3, Majanthemum 3, Pyrola sec., Fragaria* u. *Anemone nemor. 2—3, Oxalis 4, Myrtillus 2—3.*
15	**Orimattila,** Mallusjoki.	20. VII.	OMT	*Hylocom. pariet. 3—4, H. triquetr. 3 Alchemilla, Rubus, Pyrola, Anemone nemor.* u. *Trientalis 2, Oxalis 2—3, Myrtillus 4.*

der untersuchten Bestände.

6 Bestand	7 Boden	8 N:r
Kiefer, Alter 80—90 J., Dichte 0.7. Wald im Naturzustand, kein Jungwuchs.	Sand, c. 50 cm tief lose Gruserde. Podsolierung schwach. Humus ½—1 cm.	1
Fichte, Alter c. 80 J., Dichte 1.0.	Feinsand. Stellenweise etwas anmoorig. Podsolierung schwach. Humus 3—4 cm, typischer Rohhumus.	2
Fichte, Alter c. 80 J., mit Kiefer untermischt; die grössten Kiefer gefällt.	Grobsand. Podsolierung deutlich. Rohhumus 2—3 cm, Bleicherde c. ½ cm.	3
Fichten-Kiefern-Mischwald, Alter c. 100 J., Dichte 1.0, im Naturzustand.	Fein-mo. Humus ist Mull mit krümeliger Struktur. Keine Podsolierung zu bemerken.	4
Lärche, Alter c. 185 J., Kulturbestand, mit Fichtenunterwuchs.	Feinsand. Podsolierung schwach, aber deutlich. Dünne Rohhumusschicht, einige mm Bleicherde.	5
Wie im vorigen; die Fichten jedoch im Jahre 1924 abgeholzt.	Im allgemeinen wie im vorigen; die Podsolierung jedoch nicht so deutlich.	6
Birke, Alter 50—60 J., mit etwas Kiefer untermischt, kürzlich schwach durchgeforstet.	Dichte Gruserde. Wenig Humus, rohhumusartig, keine Bleicherde.	7
Fichte, Alter c. 100 J., Dichte 0.9; einige Bäume gefällt.	Dichte Gruserde, Podsolierung schwach. Rohhumus 3—5 cm.	8
Kiefer, Alter c. 100 J., Dichte 0.8—1.0; schwach durchgeforstet.	Grobsand. Podsolierung schwach. Lockerer Rohhumus 2—3 cm.	9
Kiefer, Alter 60—70 J., Dichte 0.8—1.0.	Wie im vorigen; jedoch weniger Humus.	10
Wie im vorigen.	Wie im vorigen.	11
Fichten-Birken-Kiefern-Mischwald, Alter 50—80 J., Dichte 0.6—0.8.	Ton-Grus. Mullartiger Humus. Keine Podsolierung zu bemerken.	12
Fichte mit Kiefer untermischt, Alter 80—100 J., Dichte 1.0; die grössten Bäume vor c. 30 J. gefällt.	Dichte Gruserde. Podsolierung schwach. Rohhumus 3—4 cm.	13
Wie im vorigen; der Bestand jedoch undichter.	Wie in N:o 12.	14
Kiefer, Alter c. 70 J., Dichte 0.5—0.7, mit Fichten- und Erlenunterwald. Die grössten Bäume vor 1 J. obgeholzt.	Dichte Gruserde. Sonst wie in N:o 12.	15

1 N:r	2 Ortsname u. a	3 Zeit der Proben-entnahme	4 Waldtyp	5 Bodenvegetation (Hauptarten)
16	Revier von **Evo**	26. VII.	MT	*Hylocom. pariet. 2, H. prolif. 4, H. triquetr. 2, Majanthemum, Anemone hep.* u. *Oxalis 2, Myrtillus 3.*
17	Revier von **Evo**	26. VII.	MT	*Hylocom. pariet.* u. *prolif. 3—4, Majanthemum, Rubus* u. *Fragaria 2—3, Vacc. vitis idaea* u. *Myrtillus 4.*
18	Revier von **Evo**	26. VII.	VT	*Hylocom. pariet. 5, Vacc. vitis idaea 5, Calluna 2—3,* Überhaupt nur wenige Arten.
19	Revier von **Evo**	26. VII.	CT	Im allgemeinen wie im vorigen; *Calluna* jedoch reichlicher *(5).*
20	Versuchsgebiet von **Raivola,**	5. VIII.	VT	*Hylocom. pariet. 5,* Gräser *3, Myrtillus 1—2, Vacc. vitis idaea 5, Calluna 1—2.*
21	Versuchsgebiet von **Raivola,** Ikolajärvi.	5. VIII.	CT	*Cladina* u. *Hylocom. pariet. 3, Vacc. vitis idaea 3, Calluna 4—5.*
22	**Perkjärvi,** nahe am Bahnhof.	6. VIII.	CT	Wie im vorigen.
23	**Perkjärvi,** nahe am Bahnhof.	6. VIII.	CT	Wie im vorigen.
24	Versuchsgebiet von **Kivalo**	8. VIII.	HMT	*Hylocom. prolif.* u. *pariet. 5, Myrtillus 4—5, Vacc. vitis idaea 3, Melampyrum silvaticum 2, Linnaea 1—2, Aera flexuosa 2.*
25	Versuchsgebiet von **Kivalo**	8. VIII.	HMT	Im allgemeinen wie im vorigen.
26	**Sortavala,** Kirjavalahti.	22. VIII.	AT	*Phegopteris* u. *Aconitum 3, Pyrola, Fragaria* u. *Rubus 2, Oxalis 3;* überhaupt sehr viele Arten.
27	**Sortavala,** Kirjavalahti.	22. VIII.	AT	Im allgemeinen wie im vorigen; *Aconitum* jedoch weniger *(1—2).*
28	Versuchsgebiet von **Raivola,** Veikkola.	23. VIII.	VT	*Hylocom. par. 5, Vacc. vitis idaea 4—5, Calluna 2.*
29	Versuchsgebiet von **Raivola,** Veikkola.	23. VIII.	VT	Wie im vorigen.
30	Wald der Stadt **Heinola**	30. VIII.	FT	Gräser *(Calamagrostis* u. a.*)* 5, *Aspidium, Angelica, Campanula, Geranium, Rubus id., Equisetum, Fragaria* u. *Spiraea 2—3, Oxalis 3.*
31	Wald der Stadt **Heinola**	30. VIII.	OMT	*Hylocom. pariet.* u. *prolif. 3, Rubus sax. Fragaria, Solidago* u. *Oxalis 2, Myrtillus 4.*
32	Wald der Stadt **Heinola**	30. VIII.	OMaT	Spärliches Moos, *Fragaria, Rubus sax., Anemone hepat.* u. *Myrtillus 2—3, Oxalis 4.*

6 Bestand	7 Boden	8 N:r
Fichte mit Birke u. Kiefer untermischt, Alter 80—90 J., Dichte 0.8.	Dichte Gruserde. Humus rohhumusartig 1—2 cm, keine Bleicherde.	16
Wie im vorigen.	Wie im vorigen; die Humusschicht jedoch etwas dicker.	17
Kiefer, Alter 80—90 J., Dichte 1.0, mit c. 10 m hohem Fichtenunterwald.	Lose Gruserde. Podsolierung schwach. Rohhumus 3—4 cm.	18
Kiefer, Alter 50 J., Dichte 1.0.	Wie im vorigen.	19
Kiefer, Alter c. 50 J., Dichte 0.8.	Grobsand. Podsolierung schwach. Rohhumus 4—5 cm.	20
Kiefer, Alter c. 60 J., Dichte 0.7—0.8.	Sand. Rohhumus ½—1 cm, graue Bleicherde ½—1 cm.	21
Kiefer, Alter c. 70—80 J., Dichte 0.8—1.0.	Sand. Rohhumus 1—2 cm, graue Bleicherde 2—3 cm.	22
Wie im vorigen.	Wie im vorigen.	23
Fichte, Alter c. 200 J., Dichte 0.7—0.8.	Dichte Gruserde, Podsolierung recht stark.	24
Fichte, Alter c. 220 J. Dichte 0.5—0.6.	Wie im vorigen.	25
Mischwald aus Birke, Erle und Espe, mittelaltrig, Dichte 0.8.	Dichte Gruserde. Humus mehr rohhumus- als mullartig. Keine Podsolierung zu bemerken.	26
Mischwald aus Birke und Erle, jung, Dichte 0.8—1.0.	Dichte Gruserde (sehr steinig). Humus typischer Mull. Keine Podsolierung zu bemerken.	27
Kiefer, Alter c. 70 J., Dichte 0.8.	Lose Gruserde. Podsolierung shwach. Rohhumus 3—4 cm.	28
Kiefer, Alter c. 100 J., Dichte 1.0.	Sand. Rohhumus 3—4 cm, graue Bleicherde 1—2 cm.	29
Birke, mittelaltrig, Dichte 0.7.	Dichte Gruserde, etwas anmoorig. Lockerer, krümeliger Humus 6—8 cm. Keine Podsolierung zu bemerken.	30
Birke, mit Kiefer untermischt, Alter c. 60 J., Dichte 1.0.	Dichte Gruserde. Humus mullartig, krümelig, 3—4 cm. Keine Podsolierung zu bemerken.	31
Junger Lindenbestand, dazwischen Birke, Espe u. Erle, Dichte 1.0.	Wie im vorigen; Humus jedoch ausgeprägter Mull.	32

1 N:r	2 Ortsname u. a.	3 Zeit der Proben-entnahme	4 Waldtyp	5 Bodenvegetation (Hauptarten)
33	Wald der Stadt **Heinola**	31. VIII.	VT	*Hylocom. pariet. 5, Vacc. vitis idaea 5, Arctostaphylos* u. *Calluna 2.*
34	Versuchsgebiet von **Vesijako**	11. IX.	VT	*Hylocom. pariet. 5, Nephroma, Linnaea* u. *Myrtillus 2, Vacc. vitis idaea 5, Calluna 3*
35	Versuchsgebiet von **Vesijako**	11. IX.	MT	*Hylocom. pariet. 5, H. prolif.* u. *triquetr. 1—2, Majanthemum, Linnaea* u. *Trientalis 2, Oxalis 2, Myrtillus 4.*
36	Versuchsgebiet von **Vesijako**	11. IX.	MT	*Hylocom. prolif. 5, H. pariet.* u. *christa castr. 2, Myrtillus 2.*
37	Versuchsgebiet von **Vesijako**	11. IX.	MT	Wie im vorigen; nur *Myrtillus* reichlicher *(4—5).*
38	Versuchsgebiet von **Vesijako**	11. IX.	OMT	*Hylocom. pariet* u. *prolif. 4, H. triquetr.* u. *christa castr. 1—2, Trientalis, Majanthemum* u. *Vacc. vitis idaea 2, Oxalis* u. *Myrtillus 4.*
39	Revier von **Tuomarniemi**	25. IX.	MT	*Hylocom. pariet 4, H. prol. 3, Myrtillus 5, Vaccinium 2—3.*
40	Revier von **Tuomarniemi**	25. IX.	CT	*Hylocom. pariet. 2, Cladina 4, Vaccinium 3—4, Calluna 4.*
41	Revier von **Tuomarniemi**	25. IX.	VT	*Hylocom. pariet.* u. *prolif. 4, Myrtillus 2—3, Vacc. vitis idaea 4.*
42	Revier von **Tuomarniemi**	25. IX.	VT	*Hylocom, pariet.* u. *prolif. 3—4, Vacc. vitis idaea 4—5, Calluna 2.*
43	Revier von **Tuomarniemi**	25. IX.	MT	*Hylocom. prolif. 5, H. pariet. 3, Myrtillus 5, Vacc. vitis idaea 2.*
44	**Lappvik,** nahe am Bahnhof.	10. X.	CT	*Cladina 3, Hylocom. pariet. 3, Vacc. vitis idaea 3, Calluna 5.*
45	**Lappvik,** nahe am Bahnhof.	10. X.	CT	Im allgemeinen wie im vorigen; jedoch etwas reichlicher *Cladina* u. weniger *Hylocom.*
46	**Bromarf,** Framnäs.	16. X.	OMaT	*Rubus sax. 3, Veronica* u. *Myrtillus 2,* Farngewächse *2, Anemone hepatica 4—5.*
47	**Bromarf,** Framnäs.	16. X.	OMaT	Im allgemeinen wie im vorigen; ausserdem *Oxalis 3—4.*
48	**Bromarf,** Framnäs.	17. X.	OMT	*Hylocom. prolif. 5, Pyrola sec. u. Oxalis 2—3, Myrtillus 4—5.*
49	**Bromarf,** Framnäs.	17. X.	OMaT	Im allgemeinen wie N:o 46.
50	**Bromarf,** Framnäs.	17. X.	OMT	*Hylocom. prolif. 2—3, H. triquetr. 4, Anemone hepat.* u. *Vacc. vitis idaea 2, Oxalis 3—4, Myrtillus 4.*

6 Bestand	7 Boden	8 N:r
Kiefer, Alter, 70—80 J., Dichte 0.7, vor einigen Jahren ziemlich stark durchgeforstet.	Sand. Rohhumus, lockerer, 1—2 cm. Podsolierung ganz schwach.	33
Kiefer, Alter c. 80 J., Dichte 0.8.	Lose Gruserde. Rohhumus 2—3 cm. Podsolierung schwach.	34
Fichte, Alter 95 J., Dichte 1.0, mit etwas Kiefer untermischt.	Dichte Gruserde. Rohhumus 3—4 cm. Keine Podsolierung zu bemerken.	35
Wie im vorigen.	Wie im vorigen; Podsolierung ganz schwach.	36
Wie im vorigen.	Wie im vorigen.	37
Wie im vorigen; nur eine etwas undichtere Stelle.	Wie im vorigen; jedoch besserer Humus.	38
Fichte, ungleichaltrig, die ältesten Bäume c. 150 J., Dichte 1.0.	Dichte Gruserde. Rohhumus 3—5 cm, Bleicherde 5—6 cm. Podsolierung ziemlich stark.	39
Kiefer, Alter, Dichte 0.8.	Grobsand, Rohhumus 3—4 cm. Bleicherde 2—3 cm. Podsolierung mittelmässig.	40
Kiefer, Alter, Dichte 1.0.	Dichte Gruserde. Rohhumus 3—4 cm, Bleicherde 4—5 cm. Podsolierung ziemlich stark.	41
Kiefer, Alter c. 80 J., Dichte 0.9.	Lose Gruserde. Lockerer Rohhumus 2—3 cm, Bleicherde 5—6 cm. Podsolierung stark.	42
Ungleichaltriger Fichtenbestand, die ältesten Bäume c. 150 J., Dichte 1.0.	Dichte Gruserde. Rohhumus 2—4 cm, Bleicherde 4—8 cm. Podsolierung recht stark.	43
Kiefer, Alter c. 80 J., Dichte 1.0.	Sand. Lockerer Rohhumus 4—5 cm, graue Bleicherde 4—5 cm. Podsolierung ziemlich schwach.	44
Kiefer, Alter c. 80 J., Dichte 0.7.	Wie im vorigen.	45
Junger Haselstrauchbestand, mit einigen alten Fichten u, Kiefern.	Dichte Gruserde. Humus lockerer, krümeliger Mull. Keine Podsolierung zu bemerken.	46
Wie im vorigen, jedoch keine Fichten oder Kiefern.	Wie im vorigen.	47
Fichten-Birken-Mischwald, Alter 70—80 J., Dichte 1.0.	Dichte Gruserde. Humus rohhumusartig, 3—4 cm. Keine Podsolierung zu bemerken.	48
Alte Eichen mit Haselstrauch-Unterbestand.	Wie in N:o 46.	49
Wie N:o 48.	Wie in N:o 48. Humus jedoch etwas mullartig.	50

Beilage 2. Regenmengen zur Zeit der Entnahme der Proben nach Beobachtungen der nächsten meteorologischen Stationen [1]).

(Die Entnahmetage der Proben sind unterstrichen.)

Beobachtungsstelle	Orimattila		Tikkurila			Kokemäki, Riste		Hollola		Uusikirkko (V. l.), Halila	Sortavala	Valkjärvi, Nurmijärvi	Heinola	Ätsäri, Tuomarniemi	Finnby	
	Regenmenge in mm.															
Mon. / Tag	VI	VII	V	VI	VII	VI	VII	VII	VII	VIII	VIII	VIII	VIII	IX	IX	X
1	—	—	7.1	—	—	—	—	—	—	13.4	1.2	—	1.6	16.5	8.9	—
2	—	—	—	—	10.0	—	—	—	0.2	8.5	9.7	2.0	12.3	2.1	2.2	4.2
3	—	—	—	—	—	—	—	0.4	—	0.1	1.8	—	—	4.4	2.7	4.8
4	7.0	—	4.0	5.8	1.0	—	—	—	—	7.5	16.8	—	26.4	0.3	1.0	3.4
5	—	—	—	—	—	—	0.2	—	—	14.0	10.0	1.4	9.7	1.8	9.6	0.4
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.6	0.6	0.1	2.7	0.2	13.6	9.4
7	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	0.1	0.3	—	0.2	3.7	5.0	0.1
8	—	—	6.1	—	0.4	—	1.6	—	—	—	—	—	—	1.6	0.1	0.2
9	—	—	1.9	—	8.5	—	8.0	8.2	2.8	—	—	—	—	0.1	0.1	1.6
10	—	4.0	—	—	0.6	—	0.6	0.4	3.0	—	—	—	—	1.5	0.2	1.0
11	11.0	—	1.6	—	—	7.5	1.2	—	—	—	—	—	—	—	4.0	0.5
12	4.0	—	—	17.6	—	—	—	6.8	6.0	—	—	—	—	—	0.1	0.3
13	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	0.7	3.3	—	1.4	0.1	0.1	5.4
14	4.3	—	—	12.1	—	13.4	—	—	—	—	—	4.7	0.1	—	—	1.7
15	—	7.0	—	2.8	—	0.6	—	0.1	—	9.1	10.4	—	6.1	—	—	0.5
16	0.8	5.0	—	0.1	1.2	—	—	1.1	0.6	3.6	2.0	—	—	—	—	0.5
17	2.2	—	—	3.9	19.2	11.2	18.0	—	2.5	—	—	—	1.9	—	—	—
18	9.0	6.0	—	1.2	2.8	—	—	3.2	0.4	5.1	7.5	1.0	2.0	—	—	—
19	17.0	0.5	—	11.9	0.2	—	0.5	—	0.4	1.2	5.4	0.8	11.1	—	0.1	—
20	0.5	—	0.6	2.5	3.4	1.5	—	—	—	11.0	15.4	1.3	7.0	—	0.8	—
21	8.0	—	4.6	—	0.1	4.8	—	—	—	0.3	—	—	—	4.0	21.7	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—
23	—	—	—	—	—	1.4	—	—	—	—	—	—	—	11.0	12.6	3.1
24	6.4	—	—	6.0	—	23.4	—	—	—	—	—	—	—	1.1	9.0	3.5
25	4.0	1.0	—	5.9	—	1.2	—	—	1.3	—	—	—	—	0.1	13.0	12.0
26	16.0	—	6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	3.2	1.7
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.9	—	—	—	—	—	4.3
28	—	—	—	—	5.8	—	—	0.4	—	7.9	8.8	1.0	0.1	0.2	—	7.1
29	—	—	—	—	44.2	—	1.2	21.8	18.0	5.8	3.3	—	9.2	6.4	11.2	4.3
30	—	—	0.8	—	—	—	—	—	1.2	2.7	0.6	0.6	0.3	0.2	—	0.3
31	—	—	—	—	0.6	—	19.8	2.7	18.1	—	0.4	—	—	—	—	—
	90.2	23.5	32.7	71.4	98.0	65.0	51.1	45.1	54.5	96.5	97.5	12.9	92.1	55.4	119.3	70.3
Probe N:r		12—15		1—3	7—8		9—11	16—19		20—23	26—27	28—29	30—33	39—43		44—45 / 46—50

[1]) Die Angaben erhielt ich durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. W. W. Korhonen von der Meteorologischen Centralanstalt. In Ermangelung von Beobachtungsstationen konnten nicht alle Proben in der Zusammenstellung Platz finden.

The Decomposition of Nitrogenous Compounds in Woodland Soils

Summary

Former investigations on the changes of nitrogenous compounds in woodland soils have referred to nitrate nitrogen and nitrification. The investigations that have been made abundantly especially in the Scandinavian countries, have demonstrated that nitrification is a very important plant-ecological factor. According to VOGEL v. FALCKENSTEIN,[1]) HESSELMAN[2]) and others the meaning of nitrification from the view-point of silviculture is also of a dominantly fundamental kind. The purpose of the writer's investigations, now completed, has been to study how the appearance and changes of nitrogen in woodland soils depend on the quality-class of the locality. CAJANDER's forest types have been used to characterize the quality-classes.[3])

Method of investigation. — Fifty stands in all were investigated from nine different forest types. Samples were taken from four separate places on each stand at a distance of 5—10 meters from each other. Two samples were taken from each place, one from the humus layer and the other from the mineral soil beneath (at 0—5 cm. depth). The humus samples are designated as samples **a** in the text, and the mineral samples as samples **b**. (For the divison of the samples into different forest types compare p. 10—11). Ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, total nitrogen and moisture were determined immediately in the samples, and after a storage of two months ammonia nitrogen and nitrate again were determined. The determinations made immediately were marked **I**, and those made after storage are marked **II**. Ammonia was determined by successive extracting with N/2 KCl, according to BENGTSSON.[4]) The colorimetric determinations were made with the new OSTWALD-HAHN colorimeter (without standard solutions). In the nitrate determination the well-known difenylaminsulphuric acid method was used. Total nitrogen was determined according to KJELDAHL-JODLBAUER.

---

[1]) Comp. p. 5.

[2]) — » — p. 6.

[3]) For the meaning and nature of CAJANDER's forest types, used in the quality classification of forest soils in Finland, I refer to the recent publication: A. K. CAJANDER, Metsätyyppiteoria, Acta Forestalia Fennica, Vol. 29, 1925. The English translation, "The Theory of Forest Types", will appear in the same series, and at present is in print. Compare also: YRJÖ ILVESSALO, The Forests of Finland, Comm. ex. instit. quest. forest. Finl. editae. Vol. 9, 1924. Cladina type is the poorest producing, the yield then follows in order: Calluna type, Vaccinium (= Vaccinium vitis idaea) type, Myrtillus (= Myrtillus nigra) type, Oxalis-Myrtillus type, Oxalis-Majanthemum type.

[4]) Comp. p. 11.

The results of the investigation. — The main result of the investigation is, that the nitrogen contents are proportionately larger as the forest type is better growing, and as much larger amounts of total nitrogen is in the mineralized form.

The results are given in the tables and diagrams (with English texts) of which we here may especially refer to:

Forest types: CT, VT, MT, OMT, OMaT

Ammonia nitrogen

Samples a

Table 1 (p. 16) The ammonia contents of samples a calculated for the entire sample.

Diagram 4 (p. 19) The ammonia contents of samples a for the entire sample when the moisture content of the soil is 41—60 %.

Table 7 (p. 23) The ammonia contents of samples a calculated for the humus.

Diagram 5 (p. 22) The ammonia contents of samples a calculated for the humus when the moisture content of the soil is 41—60 %.

Samples b

Table 8 (p. 24) The ammonia contents of samples b calculated for the entire sample.

Diagram 6 (p. 25) The ammonia contents of samples b calculated for the entire sample.

Table 11 (p. 30) The ammonia contents of samples b calculated for the humus.

Diagram 10 (p. 31) The ammonia contents of samples b calculated for the humus.

Nitrate nitrogen

Samples a

Table 12 (p. 32) The salpetre contents of samples a calculated for the entire sample.

Diagram 13 (p. 33) The salpetre contents of samples a calculated for the entire sample when the moisture content of the soil is 41—60 %.

Table 13 (p. 34) The salpetre contents of samples a calculated for the humus.

Diagram 14 (p. 35) The salpetre contents of samples a calculated for the humus, when the moisture content of the soil is 41—60 %.

Samples b

Table 14 (p. 36) The salpetre contents of samples b calculated for the entire sample.

Diagram 15 (p. 37) The salpetre contents of samples b calculated for the entire cample.

Total nitrogen

Table 15 (p. 38) The amount of total nitrogen of samples a calculated for the entire sample and for the humus.
Comp. also diagram 17 (pag. 39)

Total mobilized nitrogen

Comp. table 16 (pag. 39)
The amount of mobilized nitrogen in percentage of the total nitrogen. Comp. p. 40.

The investigation material is so small for other forest types (ClT, HMT, FT and AT), that from them no certain conclusion can be given regarding the appearance and changes of nitrogen. The main results are given in tables 17—27.

Comparisons with results of other investigators. — In investigations made elsewhere the localities have not been characterized by the use of CAJANDER's forest types, and neither have the quality-classes, i. e. bonitates, been defined more accurately in any other way. Thus there is no basis for making comparisons between the results of the present investigation and those of other investigators.

So much, however, is manifest, that the results of the investigation on the appearance and forming of nitrate nitrogen mainly are the same as those which VOGEL v. FALCKENSTEIN, HESSELMAN, and other investigators (mentioned in the preface of this report) have formerly reached.

The quantity of total nitrogen varies from 1.8 to 3.0 % (calculated for the humus). Almost the same mean values have been reached by HESSELMAN. MÜLLER[1]) has obtained a mean value of about 2 % for the nitrogen contents of raw humus on the heaths of Denmark. The results of HESSELMAN and MÜLLER also have implied that the humus of better localities is richer in nitrogen. The results of our investigation shows that the nitrogen contents increase in the degree that the quality of the locality improves.

With regard to the relation between the soil's ammonia production and reaction, investigations disclose that so much more ammonia is formed as p_H is larger. The ammonia contents in the II determination of samples a and corresponding (formerly determined) values of p_H are the following:

Forest type	NH_3N in mgms per air-dried soil	NH_3N in mgms per air-dried humus	p_H of humus[2])
CT	103	159	4.2
VT	128	200	4.6
MT	216	325	4.8
OMT	277	636	5.2
OMaT	190	698	5.0

The results of the investigation therefore in this respect are contrary to what OLSEN[3]), CLARKE[4]) KVAPIL and NEMEC[5]) and others have reached. The

[1]) Comp. p. 6.
[2]) V. T. AALTONEN, Über den Aziditätsgrad (p_H) des Waldbodens. Comm. ex inst. quaest. forest. finl. edit. 9 (1925).
[3]) Comp. p. 7.
[4]) — » — p. 7.
[5]) — » — p. 8.

investigation material of those mentioned, however, has been less and more limited than ours. The fact that ammonification as a bacteriological process must be presumed so much weaker and slower as the soil is acid also speaks for our results.

With reference to the relation between reaction and nitrate production, such a relation is to be observed to be sure, but not in the same manner as with reference to ammonia production. Although the nitrate production generally grows at the value of p_H, the fact to be noted however is that the value of p_H rises comparatively evenly while there is no great difference in the nitrate production of forest types CT, VT and MT, (and OMT being an intermediary degree) the nitrate contents of OMaT, compared to the others, is very much larger.

Other investigators have come to the conclusion that the appearance and changes of nitrogen in forest soils has an important plant-biological and silvicultural meaning. The drawing of conclusions from our own investigation in this respect is premature as yet. There is in question here a certain special biochemical property of the soil, which in some instances may be decisive, but in other instances apparently more or less unimportant, depending on how other growth factors are represented.

It is still uncertain whether nitrification has such a dominant meaning in the regeneration of forests and in other ways as especially HESSELMAN reasons. Our, as well as the investigations of others show that the trees of ordinary heath forests and other plants do not receive nitrogen in the form of nitrate nitrogen. As nitrate nitrogen therefore is not essential to older trees, it is difficult to understand why seedlings would require it. It may be further mentioned that according to PRJANISCHNIKOW[1]), for instance, nitrification process have no direct meaning from the view-point of the life of higher plants. Plants can use ammonia very well; nitrification is important only for the reason that otherwise the ammonia concentration would rise too high. In fact, our own results show that when the amount of ammonia grows above a certain maximum, part of it oxidizes into nitrate nitrogen.

The use of total nitrogen, ammonia production, or nitrate production as factors of quality-classes, for the present at least, seems impossible. The only thing that can be considered at the present time is the separation of heath (moss) forests from grass-herb forests (at least OMaT) by the differences in their nitrate production, thus classifying them into two large groups: nitrificative and non-nitrificative, as HESSELMAN has done, for instance.

The significance of the soil investigations thus far made on the basis of forest types. — The investigations pertaining to the soils of different forest types up to the present have been of an orientative kind. Because the variations in the quality-classes of localities in the same climatic conditions must be caused by variations of soil characteristics, at first an attempt has been made to find out along general lines what soil characteristics are concerned in the question, and a few of the most important factors, influential in the life of the plants, have been chosen for study. The most important result of these studies has been, that it has been possible to demonstrate that the soils of different forest types differ in several ways from each other. When the Myrtillus type was given a value of 100, the lime and nitrogen contents, for instance, (according to VALMARI[2]) and p_H and the corresponding growth for different forest types was the following:

[1]) Comp. p. 47.
[2]) — » — p. 9.

Forest type	Current annual increment		CaO	N	p_H
	Pine (Age 75 years)	Birch (Age 60 years)			
ClT	27	—	36	34	75
CT	52	—	54	64	87
VT	83	83	79	71	96
MT	100	100	100	100	100
OMT	115	117	117	137	109
OMaT	—	185	140	223	104

It cannot yet be stated on the basis of the present results what soil characteristics or what combination of characteristics determine the productivity of the locality. None of the soil characteristics thus far studied can be used as a quality-class factor: regardless of the fact that the mean values obtained for the different forest types differ conspicuously from each other, in individual observation series there is a rather large amount of exceptions in the same forest type. And many different characteristics cannot be taken for comparison with each other because the determinations for the most part are made from separate samples. The results obtained nevertheless are very valuable, for they show the path to be followed in future investigations.

Firstly, the largest possible number of samples should be taken from each stand under investigation, and the stands under investigation should be as typical representatives of their class as possible. Secondly, as many-sided analysis as possible should be made from each sample. Whether the desired goal can be reached by this method with the aid of present analytical methods and the knowledge which exists of plant life at present, naturally still is uncertain; but it necessarily need not be impossible.