

MTT RAPORTTI 134

Saksan malli uusiutuvan energian ja hajautettujen järjestelmien edistäjänä – kirjallisuusselvitys kehityksen ajureista ja haasteista

Laura Koistinen, Pasi Rikkinen ja Saija Rasi



**Saksan malli uusiutuvan
energian ja hajautettujen
järjestelmien edistäjänä**

**– kirjallisuusselvitys kehityksen
ajureista ja haasteista**

Laura Koistinen, Pasi Rikkonen ja Saija Rasi

ISBN: 978-952-487-518-9

ISSN 1798-6419

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-518-9>

www-osoite: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti134.pdf>

Copyright: MTT

Kirjoittajat: Laura Koistinen, Pasi Rikkonen, Saija Rasi

Julkaisija ja kustantaja: MTT, 31600 Jokioinen

Julkaisuvuosi: 2014

Kannen kuva: Microsoft office, Fotolia

Saksan malli uusiutuvan energian ja hajautettujen järjestelmien edistäjänä

-kirjallisuusselvitys kehityksen ajureista ja haasteista

Laura Koistinen¹⁾, Pasi Rikkinen²⁾ ja Saija Rasi³⁾

¹⁾ MTT, Taloustutkimus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾ MTT, Taloustutkimus, Lönnrotinkatu 5, 50600 Mikkeli, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³⁾ MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Planta, Tietotie, 31600 Jokioinen

Tiivistelmä

Saksassa 1990-luvulla päätetty uusiutuvan energian edistämispolitiikka on saanut johdatettua uusiutuvien energialähteiden käytön huomattavalle kasvukäyrälle. Tässä selvityksessä läpikäydyn kirjallisuuden mukaan kasvihuonekaasupäästöt Saksassa ovat vähentyneet 25,5 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2012. Päästövähennysten saavuttamisessa on uusiutuvan energian tuotannon vahva lisäys ollut merkittävässä roolissa. Kehityksestä huolimatta Saksa on edelleen riippuvainen ydinvoimasta ja fossiilisesta polttoaineesta sillä vaikka absoluuttisesti tarkastellen uusiutuvan energian kasvuvauhti on ollut vahvaa, uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta on vain 12 % luokkaa. Vallitseva näkemys kuitenkin on, että Saksan odotukset uusiutuvan energian lisäämisestä tullaan saavuttamaan ja ylittämäänkin, jos nykyistä toimintaympäristöä kehitetään suotuisaan suuntaan. Keskeisiä tekijöitä ovat uusiutuvan energian integrointi markkina- ja kokonaisjärjestelmään, sähköverkkojen ja sähkövarastointikapasiteetin kasvattaminen, voimaloiden joustavuus ja kuorman optimoinnin hallinta. Riskinä hajautetun energian tuotannon lisäämisessä pidetään, että Saksa kasvattaa riippuvuuttaan hiilestä reservikapasiteettina. Tämä näkyy siinä, että lyhyen tähtäimen investointeja tehdään enemmän hiilivoimaloihin kuin kaasuvoimaloihin. Tärkeintä saksalaisille on kuitenkin energiantarjonnan turvaaminen ja kohtuullisista kustannuksista huolehtiminen.

Saksan hajautunut markkinarakenne ja poliittisen päätöksenteon hajautuminen ympäristö- ja talousministeriöille ja osavaltioille on jossain määrin tehokkaan uudistusten läpiviennin hidaste. Esteiksi energiajärjestelmän muutokselle nähdään epäselvä ja epäluotettava poliittinen sääntely-ympäristö, julkisen hyväksynnän puute tarpeellisille keinoille sekä verkkojen laajentamisen hitaus. Kunnallisten liikelaitosten aktiivisuus ja kansalaisomisteiset energiaosuuskunnat luovat kuitenkin dynaamisuutta energiauudistuksen toimintaympäristöön. Mm. kansalaisten aloitteellisuus on johtanut vakaan teknologisen perustan syntyymiseen. Kunnallisten toimijoiden vahvistuva asema tarjoaa mahdollisuuksia yhdistää nykyistä enemmän poliittisia sekä alueellisiin tarpeisiin ja erityispiirteisiin liittyviä tavoitteita energiayhtiöiden omaan taloudelliseen toimintalogiikkaan. Kunnalliset energiayhtiöt ovat kykeneviä huomioimaan paikallisten yhteisöjen alueelliset tarpeet puhtaasti taloudellisten tarkoituserien ohella.

Muihin Euroopan unionin maihin verrattuna sähkön hinta Saksassa on keskimääräistä korkeampi. Korkea energian hinta on herättänyt viime aikoina keskustelua ja tuonut epäluottamusta uusiutuvaa energiaa kohtaan. Korkeat tuet ovat edistäneet Saksan uusiutuvan energian tuotantoa ja kehitystyötä, mutta myös muut maat ovat päässeet hyödyntämään Saksan teknologista kehitystä esimerkiksi koskien aurinkosähköjärjestelmiä. Myös kohonneet energiakustannukset teollisuudessa ovat heikentäneet Saksan kansainvälistä kilpailukykyä. Korkeaa energianhintaa on kuitenkin kompensoitu teollisuudelle mm. kohdennetuilla hin- ta- ja verohelpotuksilla.

Saksassa uusiutuvan energian tuet on kohdennettu Suomea laajemmin eri tuotantomuotojen (aurinkovoiman, tuulivoiman, bioenergian, vesivoiman ja maalämmön) markkinoille tulon edistämiseen. Vakaata investointitoimintaympäristöä on edesautettu pitkäaikaisella uusiutuvan energian tukiohjelmalla, jossa on määritelty tuen taso ja kapasiteetin nousun aiheuttama tuen alenema ohjelman aikana. Saksassa pääsääntöinen tukimuoto on syöttötariffi, jota tukee osaltaan syöttöpremio. Takuuhinnan lopullisia maksajia ovat sähkönkuluttajat, joten kuluttajille syöttötariffijärjestelmä on näyttäytynyt sähkön hinnan nousuna.

Selvityksen mukaan saksalaiset suhtautuvat keskimäärin positiivisesti uusiutuvaan energiaan. Yksityiset kuluttajat ovat ottaneet aktiivisesti osaa hajautettuun tuotantoon osin ekologisten, osin taloudellisten vaikuttimien tukemana, joista esim. jälkimmäiseen ovat vaikuttaneet öljyn ja sähkön hinnan nousu. Lisäksi saksalaisten yritysten innovatiivisuus ja rohkeus teknologisessa kehityksessä mainitaan sekä aurinkosähkö- että tuulivoimasektorin kehityksen keskeisenä ajurina. Saksa kilpailee USA:n ja Kiinan kanssa tuulivoima- ja aurinkosähköalan johtoasemasta. Moni yrityksistä tekee yhteistyötä myös tutkimussektorin kanssa. Hajautetulla ja uusiutuvalla energiantuotannolla onkin merkittävä rooli työllistäjänä.

Avainsanat:

Uusiutuva energia, hajautettu energiantuotanto, energiapolitiikka, Saksan malli

Alkusanat

Tämä kirjallisuusselvitys on osa CLEEN Oy:llä käynnissä olevaa Tekes-rahoitteista ”Hajautetut energiajärjestelmät - Distributed Energy Systems (DESY)” -tutkimusohjelmaa, jossa tarkastellaan lähienergian tuotanto- ja liiketoimintamuotoja. Selvityksen tavoitteena on tarkastella uusiutuvan energian ja hajautettujen järjestelmien edistämistä sekä koota esimerkkejä näihin liittyvistä toimintakonsepteista Saksassa saatavilla olevan tutkimus- ja muun kirjallisuuden perusteella. Kirjallisuuden pohjalta tehtyjä huomioita Saksan mikro- ja pientuotantoratkaisuista, markkinoiden toimivuudesta, liiketoimintamalleista sekä uusiutuvan energian ohjauspolitiikasta hyödynnetään tausta-aineistona analysoitaessa tarkemmin Suomen uusiutuvan ja hajautetun energian tuotantoratkaisujen ja liiketoimintaympäristön tulevaisuuden kehitystä vuoteen 2025.

Tutkimusta toteutetaan yhteistyössä VTT:n, Jyväskylän yliopiston, Lappeenrannan teknillisen yliopiston, Tampereen teknillisen yliopiston ja Vaasan yliopiston kanssa. Tutkimusohjelmaan osallistuu myös yrityksiä, joissa tavoitteena on demokohteiden liiketoimintakonseptien kehittäminen. Tutkimushanketta toteutetaan vuosina 2012–2014. Tutkimusryhmä kiittää hankkeen johtoryhmää, rahoittajaa, selvityksen eri vaiheisiin osallistuneita asiantuntijoita ja kumppaniyrityksiä hyvästä yhteistyöstä.

Pasi Rikkonen

Erikoistutkija, KTT, MMM(agr.)

DESY Teema 2: Liiketoimintakonseptit ja toimintaympäristön muutos

MTT taloustutkimus

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	7
1.1 Uusiutuvien energialähteiden käytön ja poliittisen toimintaympäristön historiallinen kehitys.....	7
1.2 Uusiutuvan energian keskeiset tavoitteet Saksassa	10
2 Saksan sähkö- ja lämpömarkkinat tänä päivänä	12
2.1 Sähkömarkkinat.....	12
2.2 Sähkömarkkinoiden toimijat	12
2.3 Sähkön hinnoittelu ja kysyntäjousto.....	15
2.4 Uusiutuvan sähköntuotannon omistusrakenne	17
2.5 Lämpömarkkinoiden kehitys.....	19
3 Uusiutuvien energialähteiden käytön kehitys Saksassa.....	21
3.1 Uusiutuvan energian osuudet Saksassa	21
3.2 Aurinkosähkö- ja lämpö.....	22
3.3 Bioenergia	24
3.4 Tuulivoima	28
3.5 Geoterminen energia ja lämpöpumpputeknologia	30
4 Energian jakeluverkkojen asettamat rajoitteet pien- ja hajautetulle tuotannolle	31
4.1 Sähköverkot haasteiden edessä	31
4.2 Sähköntuotantojärjestelmien verkkoon liittämisen ja hallinnoinnin yleiset periaatteet	31
4.3 Verkkoinvestointien heikko kannattavuus yhtenä syynä hitaalle kehitykselle	33
5 Uusiutuvan energian ohjaus- ja tukipolitiikka.....	34
5.1 Uusiutuvan energian tuet.....	34
5.1.1 Euroopassa käytössä olevat tukimallit	34
5.2 Uusiutuvan energian tuet Saksassa	35
5.2.1 Aurinkoenergian tuet Saksassa	36
5.2.2 Bioenergian tuet Saksassa.....	36
5.2.3 Tuulivoiman tuet Saksassa.....	37
5.2.4 Geotermisen energian tuet Saksassa	37
5.3 Saksan uusiutuvan energian edistämisen tukitasot.....	37
5.4 Muut taloudelliset ohjausjärjestelmät Saksassa	39
5.4.1 Investointituet.....	39
5.4.2 Energiaverotus	39
5.5 Lupamenettelyn pääpiirteet	39
6 Uusiutuvan energian mahdollisuuksia ja haasteita Saksassa.....	42
6.1 Hajautetun, uusiutuvan energiantuotannon työllistävä vaikutus	42
6.2 Uusiutuvan energian haasteita Saksassa.....	43
6.3 Kansalaishyväksyntä uusiutuvan energian tuotannolle	44
7 Yhteenveto.....	45
8 Kirjallisuus	47

1.1 Uusiutuvien energialähteiden käytön ja poliittisen toimintaympäristön historiallinen kehitys

Uusiutuvan energian käyttö on ollut Saksassa suhteellisesti vähäisempää kuin Suomessa. Tuotantovolyymit ovat kuitenkin suuria vahvan tukipolitiikan johdatettua uusiutuvien energialähteiden käytön huomattavalle kasvu-uralle. Nykyisellään uusiutuvien osuus energian loppukulutuksesta on 12,1 % (BMU 2012a). Uusiutuvien energialähteiden käytön kasvu on vauhdittanut tuotannon hajautumista, sillä moni uusiutuvan energian muodoista on parhaiten hyödynnettävissä paikallisella tasolla ja toisaalta alan edelläkävijöitä on yhdistänyt alueellisen energiaomavaraisuuden tavoittelu (BMU 2012b). Kehityksestä huolimatta Saksa on edelleen riippuvainen ydinvoimasta sekä fossiilisesta polttoaineesta ja on myös vahvasti tuontiriippuvainen (BMWi 2012).

Energiatehokkuus ja riippuvuus fossiilisista polttoaineista nousivat keskusteluun jo 1970-luvun öljykriisin aikaan, ja vahvistuvan ympäristöliikkeen ja Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden myötä vaihtoehtoisten teknologioiden tutkimus kiihtyi (Auer & Heymann 2012, BMU 2012b). 1990-luvun alussa uusiutuva energia muodosti noin 3 % Saksan sähkötuotannosta (BMU 2012b).

Poliittisella ohjauksella on ollut merkittävä vaikutus uusiutuvan energian osuuden kasvuun. Vuonna 1990 käynnistetty ”1000 katon” ohjelma oli yksi hajautetun energiantuotannon aikaisista vauhdittajista. Ohjelmassa arvioitiin verkkoon kytketyn aurinkosähkötuotannon tilaa ja tarpeita. Vuonna 1991 hyväksytty Act on the Sale of Electricity to the Grid (Stromeinspeisungsgesetz StrEG) määrittäi uusiutuvalla sähkötuo- tuotannolle maksettavan markkinahintoihin sidotun korvauksen. Markkinahintoihin perustuvana tukimuotona kompensaa- tion ei kuitenkaan nähty luovan riittävän turvattua investointiympäristöä uusiutuvalla energiantuotannolle (mm. BMU 2012b, Buchan 2012), joten samalla, kun Saksassa päätettiin vuonna 2000 luopua ydinvoimasta, hyväksyttiin Renewable Energy Sources Act (Erneuerbare Energien Gesetz EEG), jossa eri uusiutuvan energian muodoille lanseerattiin kiinteä syöttötariffi. Saksan uusiutuvien ener- gialähteiden tukeminen ja laajentuminen perustuu edelleen laajalti EEG:n uudistettuihin versioihin. EEG takaa uusiutuvan energian tuottajille pääsyn verkkoon ja kiinteän hinnan verkkoon syötetyille sähköille 20 vuoden ajaksi. Tariffit on säädetty pienenemään ajan myötä määritellyllä aikataululla. (mm. BMU 2012b, Buchan 2012.)

Uusiutuvan energian direktiivin (2009/28/EC) hyväksymisen myötä jäsenmaiden tuli tuottaa kansalliset uusiutuvan energian toimintasuunnitelmat kesään 2010 mennessä myös lämpösektoria koskien. Saksan tavoite ydinvoimasta luopumiseksi pyörrettiin syyskuussa 2010 Saksan liittotasavallan hallituksen hyväk- syessä päivitetyt energia- ja ilmastopolitiikan pitkän aikavälin strategiset tavoitteet sisältävän Energy Concept 2050 -linjauksen. Päivitetyt tavoitteet koskevat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä, uusiu- tuvien energialähteiden osuuden lisäämistä ja rakennusten saneeraamista niiden energiatehokkuuden li- säämiseksi. (mm. Auer & Heymann 2012, BMU 2012c, Buchan, 2012.) Fukushima ydinvoimalaonnet- tomuuden jälkeen kesällä 2011 Saksan liittotasavalta kuitenkin teki sitovan päätöksen luopua ydinvoimas- ta asteittain vuoteen 2022 mennessä. Kahdeksan ydinvoimalaa seitsemästätoista suljettiin välittömästi. Muutoksen mahdollistamiseksi vuoden 2010 energiakonseptin uudistuksia päätettiin nopeuttaa ja sähkön tuottaminen maakaasulla, yhdessä uusiutuvan energian kanssa, nostettiin energiakonseptiin sähkön perus- kuorman riittävyyden takaamiseksi (Auer & Heymann 2012). Hallituksen kesällä 2011 lanseeraaman lakipaketin (nk. Energy Package) laissa ja säädöksissä keskityttiin pääosin verkon laajentamiseen ja kehit- tämiseen, uusiutuvaan energiaan ja muutoksen rahoittamiseen (BMWi 2012). Lisäksi itsenäinen komissio perustettiin tukemaan hallitusta energiapaketin toteutusprosessin valvonnassa ja edistymistä seurataan säännöllisesti (BMWi 2012). Energiapaketissa luotiin myös suunnitelma vuonna 2013 käynnistyvästä energiaintensiivisen teollisuuden kompensatiomallista nousevien sähkön hintojen vaikutusten tasapainot- tamiseksi. Lisäksi luotiin rahoitusmalli (Energy and Climate Fund), jota rahoitetaan päästökaupan tuloista

ja joka tukee muita energiarahastoja, sähköistä liikennettä, rakennusten saneerauksia ja ilmastonuojeluun kohdentuvia projekteja. (mm. Auer & Heymann 2012, BMU 2012c, BMWi 2012, Buchan 2012.)

Saksan lämmöntuotanto on pohjautunut suurilta osin maahantuotuihin fossiilisiin polttoaineisiin. Vuoden 2009 Act on Granting Priority to Renewable Energies in the Heat Sector (EEWärmeG) –lailla pyrittiin edistämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä lämpö- ja kylmäsektorilla. Laki koskee aurinkolämpöä, biomassaa, maalämpöä, hukkalämmön hyödyntämistä ja yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon (CHP) teknologioita. Laissa määrätään osuudet lämmöstä, jotka 2009 alkaen rakennetuissa yksityisissä ja julkisissa rakennuksissa tulee kattaa uusiutuvalla energialla. (mm. BMELV 2009, EEWärmeG 2011.) Vuonna 2011 lakiin tehdyissä muutoksissa laajennettiin uusiutuvien lähteiden käyttöä rakennusten lämmityksessä tai jäähdytyksessä koskevat määräykset koskemaan myös vanhoja merkittävien saneerausten kohteena olevia julkisia rakennuksia (BMU 2011). Saksassa on myös lain toteuttamiseen kannustava rahoitusohjelma, joka tukee investointeja apurahamuotoisesti tai matalakorkoisena lainana (BMU 2011).

Taulukko 1. Saksa lukuina (Statistisches Bundesamt 2012a, Statistisches Bundesamt 2012b, CrossBorderBioenergy 2012a).

Asukasluku	2011	81,8 miljoonaa
Asukastiheys as./km²	2010	234,6
Pinta-ala		357 104 km ²
Taloukasvu (BKT:n muutos, price-adjusted)	2012	0,7 %
BKT	2012	2 643,90 miljardia €
Inflaatio	2012	2,0 %
Reaalitulojen kasvu	2011	1,0 %
Nettovienti	2012	1,0 miljardia €
Nettolainanotto BKT:sta	2012	0,1 %
Valtionvelka BKT:sta	2012	81,7 %
Kotitalouksien lukumäärä	2012	40 miljoonaa

Saksan avaintoiminta-alueet energiajärjestelmän uudistamiseksi (BMU 2010 ja BMU 2012c)

Uusiutuva energia tulevaisuuden energiantuotannon kulmakivenä

- huomio kustannustehokkuuteen, mm. aurinkosähkön tukien leikkaus
- meri- ja maatuulivoiman laajentaminen, kannustimet modernisoinnille
- kestävä ja tehokas bioenergian käyttö, biomassan tukipalein yksinkertaistaminen
- geotermisen energian tukien kehittäminen
- tuotannon kysyntäohjauksen vahvistaminen (mm. EEG:n markkinapreemiomalli & joustavuuspreemio biokaasulaitoksille)
- vapautus EEG-maksusta energiaintensiiviselle teollisuudelle

Energiatehokkuus avainasemassa

- kotitalouksien, julkisen sektorin ja teollisuuden energiatehokkuuspotentiaalin hyödyntäminen
- verokannustimia energiansäästötoimia tekeville yrityksille, kannustimia CHP-tuotannolle
- energiatehokkuusrahaston perustaminen, lisärahoitusta kansalliselle ilmastoaloitteelle (National Climate Initiative)

Ydinvoimasta luopuminen 2022 mennessä

Fossiiliset voimat reservivoimana

- hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin (CCS) tarkastelu pitkän aikavälin vaihtoehtona fossiilisissa voimalaitoksissa ja energiaintensiivisessä teollisuudessa
- tukiohjelma fossiilisille voimalaitoksille

Tehokas sähköverkkoinfrastruktuuri ja siihen uusiutuvien energialähteiden integrointi

- verkkoinfrastruktuurin kehittäminen (nopea verkon laajentaminen, älykkäät verkot, merituulivoiman yhdistäminen)
- vähittäinen uusiutuvan energian markkina- ja järjestelmäintegrointi
- varastointikapasiteetin laajentaminen
- kaavoitus- ja lupaprosessien kehittäminen

Rakennusten saneeraaminen ja uusien rakentaminen energiatehokkaiksi

- saneeraustahdin tuplaaminen 1:stä 2 %:iin
- 2050 lähes ilmastoneutraali rakennuskanta (2020 mennessä lämmitystarve vähentynyt 20 %, uusrakentaminen 2020 alkaen nolla-energiastandardin mukaisesti)
- KfW-pankin rahoitusohjelma

Miljoona sähköautoa 2020 ja 6 miljoonaa 2030 mennessä

Energiatutkimusta innovaatioiden ja teknologisen kehityksen tueksi

- 2011: Energy Research Programme, fokuksena uusiutuva energia, energiatehokkuus, varastointimetodit ja verkkoteknologiat, uusiutuvan integrointi energiantarjontaan ja energiateknologioiden välinen yhteys

Saksan energiantarjonta kansainvälisessä kontekstissa

- Kansainvälinen ilmastonsuojelu ja kilpailu
- Euroopan energiapolitiikan integroiminen - verkkojen kehitys, yhteiset sisämarkkinat, päästökauppa, EU-tason tehokkuusmääräykset, vihreän sähkön markkinointi ja merkinnät, energiaturva

Läpinäkyvyys ja hyväksyntä keskiössä – ymmärrettävän tiedon tarjoaminen kansalaisille

1.2 Uusiutuvan energian keskeiset tavoitteet Saksassa

Saksan uusiutuvaa energiaa koskevat keskeisimmät tavoitteet (taulukko 2) eli Saksan pitkän aikavälin strategia energiantarjonnalle ja kulutukselle ovat direktiivin 2009/28/EC mukaiset. Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisen ohella Saksassa tavoitellaan energiansäästötoimia (taulukko 3).

Saksassa vastuu alueellisesta uusiutuvan energian käytön kehittämisestä on osavaltioilla ja kunnilla, joilla on omat uusiutuvien energialähteiden edistämisen ohjelmansa ja tavoitteensa edellä mainittujen ohella. Lechtenböhmerin & Samadin (2013) mukaan yhteenlaskettuina osavaltiokohtaiset tavoitteet ovat paikallisten jopa valtakunnallisia tavoitteita kunnianhimoisempia. Saksan liittotasavallan hallitus tukee paikallisen tason kehitysprojekteja erilaisin ohjelmin. Tukea saavat esimerkiksi alueet, jotka pyrkivät keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä tyydyttämään 100 % energiantarpeestaan uusiutuvista lähteistä ja ns. bioenergian mallialueet, joilla tuetaan bioenergian käyttöä maatalouden, teollisuuden, tutkimuksen ja kansalaisten välisiä verkostorakenteita kehittämällä. (NREAP 2010.)

Taulukko 2. Saksan uusiutuvan energian tavoitteita (BMU 2010, BMU 2012a, EEWärmeG 2011, NREAP 2010, Agora 2013).

	2011	2020	2030	2040	2050
Uusiutuvien osuudet			%		
Energian loppukulutuksesta	12,1	18	30	45	60
Sähkön loppukulutuksesta	20,5	35	50	65	80
Lämmön ja kylmän loppukulutuksesta	10,4	14			
Loppukulutus liikennesektorilla		10			
CO₂ päästöjen vähennys (v 1990 tasosta)	-26,4	-40	-55	-70	-80

Taulukko 3. Saksan energiasäästön tavoitteet (BMU 2010).

Energian säästö	2020	2050
Primäärienergiankulutus (verrattuna vuoteen 2008)	-20 %	-50 %
Sähkön kulutus (verrattuna vuoteen 2008)	-10 %	-25 %
Rakennusten remontointi	Kasvattaminen 1 %:n rakennuskannasta 2 %:iin	
Energian loppukulutus liikennesektorilla (verrattuna vuoteen 2005)	-10 %	-40%

Saksan uusiutuvan energian sektorikohtaiset tavoitteet ja odotukset

Sitovat Direktiivin 2009/28/EC mukaiset tavoitteet 2020 mennessä

- 18 % uusiutuvien energialähteiden osuus energian bruttokulutuksessa
- 10 % uusiutuvien energialähteiden osuus liikennesektorin loppukulutuksesta

Saksan liittotasavallan sitovat sektorikohtaiset tavoitteet (EEG 2012, EEWärmeG 2011)

- Sähkösektorilla 35 %
- Lämpö-/jäähdytyssektorilla 14 %

Saksan kansallisen toimintasuunnitelman (ei sitovat) sektorikohtaiset odotukset (NREAP 2010)

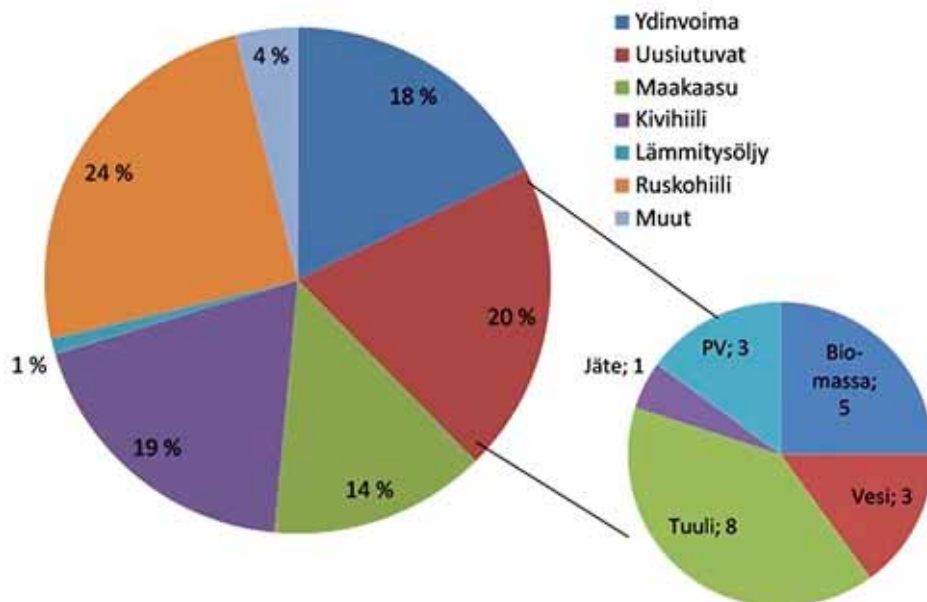
Sektorikohtaisten odotukset ovat uusiutuvien energialähteiden osuuksien odotettuja kokonaispanoksia, joiden taustalla on Saksan liittotasavallan hallituksen arvio direktiivin mukaisen 18 % uusiutuvien osuuden tavoitteen saavuttamisesta päätyen 19,6 % osuuteen. Luvut perustuvat kesäkuun 2010 tiedoilla laadittuihin skenaarioihin.

- **Sähkösektorilla 38,6 %** uusiutuvaa energiaa
 - Uusiutuvien kasvu tulee jatkumaan, vahvimmin kehittyvät aurinkoenergian ja tuulivoiman käyttö.
 - 2020: Tuuli 48 %, aurinko 19 %, biomassa 23 % ja vesivoima 9 %.
- **Lämpö-/jäähdytyssektorilla 15,5 %** uusiutuvaa energiaa
 - Suhteellisen hidas markkinoiden rakennemuutos 2020 mennessä, yksittäiset polttolaitokset dominoivat markkinaa
 - Uusiutuvien osuuksissa muutoksia vuodesta 2005 vuoteen 2020: Biomassa 79 % dominoi edelleen, aurinkoenergia kasvanut 9 %:iin ja lämpöpumppujen hyödyntäminen 8 %:iin.
 - Kasvava osuus tuotetusta lämmöstä jaetaan paikallisten lämmitysjärjestelmien välityksellä.
- **Liikennesektorilla 13,2 %** uusiutuvaa energiaa
 - 2020: Bioetanoli 14 %, biodiesel 71 %, uusiutuvista tuotettu sähkö 11 %, muut 4 % (biokaasu, BtL, kasviöljyt).

2 Saksan sähkö- ja lämpömarkkinat tänä päivänä

2.1 Sähkömarkkinat

Vuonna 2011 Saksan sähköntuotannosta 20 % tuotettiin uusiutuvalla energialla (kuva 1). Tavoitteena on, että vuoteen 2050 mennessä uusiutuvilla tuotetaan 80 % sähköenergiasta. Uusiutuvien energiamuotojen osuuden kasvettua ja niiden marginaalikustannusten ollessa lähellä nollaa, ovat ne syrjäyttäneet perinteisiä energiamuotoja ja näin aiheuttaneet kapasiteettiongelmia vanhoilla laitoksilla. Tuulen ja aurinkoenergian käyttö on myös lisännyt sähköntuotannon ajallista vaihtelua ja on näin kuormittanut sähköverkkoja perinteisiä energialähteitä enemmän. Sähköntuotannon hajauttaminen uusille alueille on synnyttänyt tarpeen myös uusien siirtoverkkojen rakentamiselle. Muutos onkin aiheuttanut keskustelua sekä sähkömarkkinoiden että siirtoverkkojen rakenteiden uudistamisen tarpeesta. (Hakkarainen 2012).



Kuva 1. Saksan sähköntuotanto vuonna 2011 (Buchan 2012, Hakkarainen 2012).

2.2 Sähkömarkkinoiden toimijat

Sähköntuotanto Saksassa on alun perin keskittynyt pääosin keskikokoisiin ja suuriin fossiilista polttoainetta käyttäviin laitoksiin tai ydinvoimaloihin (BMU 2012b), energian siirtyessä verkossa tuottajilta kuluttajille. Paikalliset kunnalliset liikelaitokset (Stadtwerke) operoivat osaa paikallisista jakeluverkoista. Ne osallistuvat jossain määrin myös sähköntuotantoon kattaen pienen osan energiamarkkinoista energiasektoria dominoivien muutaman, pääosin yksityisomisteisen energiayhtiön rinnalla (Wollmann 2012). Lisäksi Saksassa on ollut jo yli 100 vuoden ajan osuuskuntamuotoisia paikallisia energiayhtiöitä, jotka ovat olleet aikanaan sähköistämässä maaseutua (mm. Buchan 2012).

Saksan markkinat avattiin kilpailulle vuonna 1998. Tämän seurauksena markkinoilla tapahtui fuusioita ja Saksan ”neljä suurta” energiayhtiötä, eli pääosin saksalaisomisteiset E.on., RWE, EnBW sekä ruotsalaisomisteinen Vattenfall, saivat dominoivan aseman. Kilpailuympäristön kiristyttyä moni kunnallinen toimija vuokrasi verkkonsa ja möi kunnallisen energialiikelaitoksensa liiketoiminnan jollekin neljästä suuresta yhtiöstä. Jotta yritys tai liikelaitos saa rakentaa tai operoida siirto- ja jakeluverkkoja, tulee sen saksalaisen lainsäädännön mukaan hakea kunnalliselta viranomaiselta määräaikaan, tyypillisesti 20 tai

30 vuotta kestävä lupa. Siten sopimusten määräaikaisuuksien vuoksi kunnalla on sopimuskauden päättyessä mahdollisuus uudelleen neuvotella sen ehdot tai ottaa verkko takaisin omaan hallintaansa. (Wollmann 2012.)

Saksan sähkömarkkinat ovat edelleen varsin keskittyneet. Neljä suurinta yhtiötä omistaa 73 % sähkön tuotantokapasiteetista (Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2012) sekä 80 % fossiilisesta energiasta ja ydinvoimasta. Ne toimivat sähkönjakelijoina alueellisille jakeluyhtiöille ja sähköntarjoajina loppukuluttajille. Energiantuotannon muutoksella on kuitenkin Saksan sähkö-, kaasu-, televiestintä-, posti-, ja rautatiemarkkinoita sääntelevän viranomaisen (Federal Network Agency) ja kilpailuviranomaisen (Bundeskartellamt) mukaan ollut merkittävä vaikutus Saksan energiantarjontarakenteeseen etenkin sähkömarkkinoita koskien. Se on pienentänyt suurten energiayhtiöiden markkinaosuuksia kohdistuen perinteiseen energiantuotantoon uudenlaista taloudellista painetta (Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2012). Tästä huolimatta neljä suurta ovat toistaiseksi lähestyneet uusiutuvaa energiantuotantoa suhteellisen maltillisesti maan sisällä, ollen aktiivisempia Saksan ulkopuolella (Buchan 2012).

Neljän suuren yhtiön lisäksi Saksan sähkömarkkinoilla on noin 1000 alueellista tai kunnallista energiayhtiötä, joilla on noin 20 % markkinaosuus fossiilisen energian ja ydinvoiman tuotannosta. Näistä noin 100 on yksityisomisteisia, osin neljän suuren energiayhtiön omistamia alueellisia yhtiöitä, jotka tuottavat sähköä ja ylläpitävät alueellisia jakeluverkkoja ja sähkönjakelua kunnallisille yhtiöille ja loppukuluttajille. (mm. Buchan 2012, Statistisches Bundesamt 2013.) Lisäksi moni kunta on 2000-luvulla ostanut paikallisia verkkoja ja liikelaitoksia takaisin omistukseensa verkkolupasopimusten rautessa ja myös uusia liikelaitoksia on perustettu (Wollmann 2012). Noin 900 Saksan alueellisista toimijoista onkin julkisia liikelaitoksia, joista 860 omistaa ja operoi sähkön jakeluverkkoja ja noin 600 kaasuverkkoja, monen toimiessa molemmissa. Perinteisesti liikelaitoksilla on vain pienehköä sähköntuotantoa, noin 350 toimijan tuottaessa nykyisellään noin 10 % Saksassa tuotetusta sähköstä. (mm. Buchan 2012, Statistisches Bundesamt 2013.) Kunnallisten energiayhtiöiden omistusosuus uusiutuvan energian tuotantokapasiteetista on noin 4,3 %. Kolme neljännestä niiden energiantuotannosta on fossiilisista lähteistä, 84 % tuotannosta ollessa CHP-pohjaista. 16 % sähköntuotannosta on pääasiassa uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa tuotantoa (mm. Buchan 2012, Wollmann 2012). Myös julkiset liikelaitokset ovat siten olleet suhteellisen hitaita uusiutuvaan energiaan siirtymisessä (Buchan 2012). Lisäksi Saksan sähkömarkkinoilla on lukuisia palveluyrityksiä, jotka tarjoavat palveluita kaupankäynnistä hankintaan ja neuvontaan (Statistisches Bundesamt 2013).

Saksan osin hajautuneella markkinarakenteella on Buchanin (2012) mukaan myös uudistusten läpivientiä jarruttava vaikutus. Lisäksi muutosten johtaminen jakaantuu usein eri näkökulmia edustaville ympäristö- ja talousministeriölle ja ohjautuu osavaltioiden kautta. Dynaamisempaa henkeä Saksaan luovat kuitenkin kunnalliset liikelaitokset ja kansalaisomisteiset energiaosuuskunnat, joiden lisääntynyt aktiivisuus on ollut linjassa liittotasavallan poliittisten linjausten kanssa ja on johtanut teknologisen perustan syntymiseen ruohonjuuritason innovaatioiden kehittämisen myötä (Buchan 2012). Kunnallisten toimijoiden vahvistuva asema tarjoaa Wollmannin (2012) mukaan myös mahdollisuuksia liittää poliittisia tavoitteita energiayhtiöiden talouslähtöiseen toimintalogiikkaan: kunnallisissa energiayhtiöissä voidaan huomioida paikallisyhteisöjen tarpeita taloudellisten tavoitteiden ohella. Kehitys on Wollmannin (2012) mukaan uudenlaista julkisen palveluliiketoiminnan hybriditoimintalogiikkaa.

Alueellisten energiayhtiöiden suhtautuminen energiakäänteeseen (BDEW 2012)

BDEW:n ja Ernst & Young'in tutkimuksessa haastateltiin 100 alueellisten ja kunnallisten energiayhtiöiden toimitusjohtajaa keväällä 2012. Toimitusjohtajat kokivat Saksan energiakentän muutoksen luovan sekä uhkia että mahdollisuuksia liiketoiminnalleen, 67 % toimijoista kokiessa tulevat markkina-mahdollisuutensa hyviksi tai todella hyviksi. Sähköntuotannon hajautumisen odotettiin edistävän yhtiöiden asemaa markkinoilla.

Keskeisimmiksi esteiksi energiakäänteelle yhtiöt näkivät epäselvän ja epäluotettavan poliittisen sääntely-ympäristön (44 %), julkisen hyväksynnän puutteen tarpeellisille keinoille (36 %) sekä verkkojen laajentamisen hitauden (36 %). Muutoksen edistämisessä yhtiöt priorisoivat uusiutuvan energian käytön kehittämistä (80 %) ja hajautetun tuotannon laajentamista esim. CHP-voimaloiden ja mikro CHP-voimaloiden kautta (74 %). Suunnattavien investointien keskiössä tulevat olemaan verkkojen kehittämiseen kohdennetut investoinnit, mutta 77 % yhtiöstä kokee, ettei nykymuotoinen sääntely kannusta riittävästi verkkoinvestointien tekemiseen. Uusiutuviin energialähteisiin kohdistuvien investointien kohdalla yhtiöissä priorisoidaan maatuulivoimaloiden, vesivoiman, aurinkosähkön ja biokaasun investointeja.

Uusien liiketoimintamallien osalta lupaaviksi ratkaisuksi koetaan etenkin horisontaalit yhteistyöstrategiat, mutta myös vertikaalisen yhteistyön arvostus on noussut. Yhteistyömalleilla haetaan potentiaalisia synergioita, asiantuntemusta ja pätevää työvoimaa ja parempaa rahoitus pohjaa projekteille.

Kunnallisten energiayhtiöiden mahdollisista liiketoimintamalleista (Auer & Heymann 2012, Buchan 2012.)

Alueellisten sähköverkkojen haltuunoton ohella kunnalliset energiayhtiöt voisivat Auerin ja Heymannin (2012) mukaan laajentaa toimintaansa esimerkiksi neuvontapalveluihin opastaen asiakkaitaan energiatehokkuuteen ja esimerkiksi halvempien ja tehokkaampien lämmitysjärjestelmien valintaan ja hankintaan liittyvissä toimissa.

Auer ja Heymann (2012) kehottavat yhtiöitä monipuolistamaan energiapanosportfolioitaan ja muodostamaan yhteistyöverkostoja energian hankintaan. Tuotannossa he näkevät CHP-voimalat houkutteleviksi kunnille myös konventionaalisiin energialähteisiin perustuen, silloin kun lämpö hyödynnetään joko myymällä tai käyttämällä se itse. Heidän mukaansa lähtökohtaisesti myös kaikki uusiutuvat energialähteet ovat kunnallisille toimijoille houkuttelevia, investointipäätösten taloudellisen kannattavuuden määräytyessä paikallisolosuhteiden mukaan. Pienille kunnallisille toimijoille suositeltava toimintamuoto on voimien yhdistäminen toisten toimijoiden kanssa, esimerkiksi virtuaalisten voimalaitosten kautta tai rahoituksen hankinnassa, ja toisaalta kansalaismuotoisen toiminnan tukeminen. Lisäksi kunnille on mahdollista osallistua uusiutuvaan sähköntuotantoon ilman omaa energiayhtiötä, esimerkiksi sijoittamalla erilaisten yhteisöjen järjestelmiin, ja hakea siten tuottoa näiden sijoitusten kautta.

Energiakonsultointi – kunnalliset yhtiöt myös asiakasryhmänä yksityisasiakkaiden rinnalla (Auer & Heymann 2012)

Hajautetun energiantuotannon yleistymisen lisää energia-alan konsultoinnin tarvetta, mikä voi olla liiketoimintamahdollisuus paitsi uusille markkinatoimijoille myös perinteisille energiayhtiöille. Kunnallisten energiayhtiöiden tarve neuvontapalveluille tulee mitä todennäköisimmin kasvamaan. Etenkin pienemmillä kunnallisilla yrityksillä ei usein ole tarvittavaa tietotaitoa taloudellisten seikkojen arvioimiseksi.

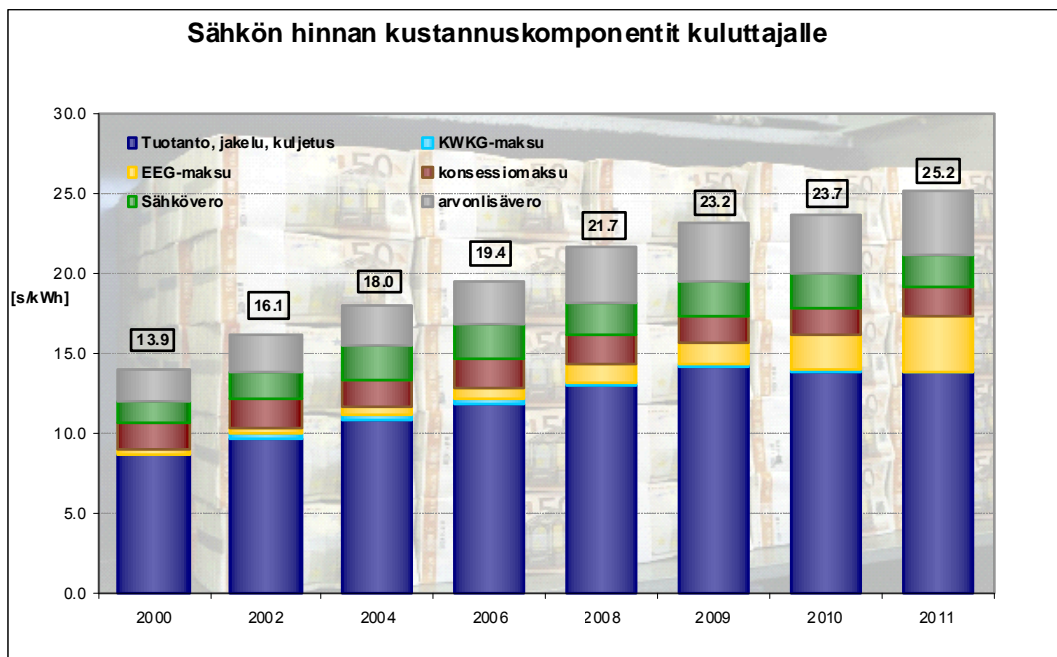
Uutta räätälöityä palveluliiketoimintaa

Toimintakonseptin tavoitteena on tyypillisesti optimoida sähköntuotantoa ja jakelua ilman että asiakkaan tulee sitoa pääomaa varsinaisiin laitteisiin. Yritys rakentaa ja operoi tuotantojärjestelmää asiakkaan omistamassa rakennuksessa tai kiinteistössä tarjoten asiakkaalle tuotettua energiaa. Palveluntarjoajat tarjoavat asiakkailleen paketteja, jotka sisältävät esimerkiksi järjestelmän suunnittelun, rahoituksen, rakennuksen, operoinnin ja ylläpidon. (mm. BMU 2012b, Richter 2012) Malli on toisaalta koettu toimivaksi ja se on yleistynyt viime vuosina, mutta toisaalta sitä ei nähdä kannattavaksi ainaakaan yksityisasiakkaiden tapauksessa (Richter 2012).

Toimintamallit voivat olla monen tyyppisiä (BMU 2012b): Asiakas voi hankkia palveluntarjoajalta käytettävän energian tai toiminta voi keskittyä järjestelmän vuokraamiseen, jolloin asiakas on vastuussa voimalan operoinnista palveluntarjoajan hoitaessa suunnittelun, rahoituksen ja rakentamisen. Toisaalta palveluyritys voi vastata vain voimalan operoinnista. Yritys voi myös myydä asiakkaalle energian ja energiansäästökonseptin, joka perustuu siihen, että asiakkaan saamien kustannussäästöjen avulla rahoitetaan palveluntarjoajan investoinnit sähköntuotannon ja jakelun optimointiin sopimuskaudella. Etenkin julkisella sektorilla jälkimmäinen voi olla järkevä tapa modernisoida energiajärjestelmiä tiukasta taloustilanteesta huolimatta.

2.3 Sähkön hinnoittelu ja kysyntäjousto

Vuonna 2012 keskimääräinen sähkön hinta kotitalousasiakkaille Saksassa oli 26,06 ct/kWh (volyymipainotettu keskiarvo kaikissa tariffiluokissa). Muihin Euroopan unionin maihin verrattuna sähkön hinta Saksassa on keskimääräistä korkeampi. Kotitalouksien kohdalla etenkin EEG-maksujen kasvamisella on ollut keskeinen rooli sähkön hinnan nousussa (kuva 2). Yritys- ja teollisuusasiakkaat maksavat sähköstä kotitalousasiakkaita vähemmän. Uusiutuvan energian lisääntyminen on rajoittanut neljän suuren energiayhtiön markkinavoimaa sähkön tukkumarkkinoilla ja vähitellen myös sähkön vähittäiskaupparakkeilla. Samalla kuluttajien mahdollisuudet vaihtaa sähköntarjoajaa ovat parantuneet. (Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2012.)



Kuva 2. Sähkön hinnan kustannuskomponentit kotitalouskuluttajalle, senttiä/kWh (BMU 2012a).

Sähkö on yleensä kalleinta alkuperäisten toimitussopimusten kohdalla, joten vaihtamalla sähköntarjoajaa tai sopimustyyppiä alkuperäisen tarjoajan kanssa kotitalouksilla on mahdollisuus alentaa sähköstä maksamaansa hintaa. Saksalaiset kotitaloudet ovat kuitenkin olleet suhteellisen hitaita vaihtamaan sähköntoimittajaansa (Hockenos 2012), vuonna 2011 lähes 40 % oli edelleen alkuperäisen sähkönsopimuksensa piirissä siinä missä 43 % oli laatinut erityissopimuksen alkuperäisen tarjoajansa kanssa ja 17 % vaihtanut yhtiötä. Teollisuus- ja yritysasiakkaista vain 43 % oli solminut erityissopimuksen alueensa alkuperäisen sähköyhtiön kanssa ja 54 % osti sähkönsä tarjoajalta, joka ei ollut alueen alkuperäinen tarjoaja. (Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2012.)

Sähköntoimittajan vaihtamisen menettelyjä onkin Saksassa pyritty helpottamaan lainsäädännön muutoksin, joissa mm. määritellään menettelyn kestolle maksimirajat. Lisäksi sähkölaskuissa on tarjottava kuluttajille selkeää tietoa heidän energiankäytöstään niin vuosittaisten ja kuukausittaisten kulutustietojen muodossa kuin vertaamalla niitä vastaaviin kotitalouksiin. Näin kuluttajia tuetaan ymmärtämään eri aikoihin kohdistuvan kulutuksen hinnanvaihtelua. Nämä vaatimukset edistävät kilpailua, mutta voivat myös olla toteutukseltaan raskaita pienten tuotantoyhtiöiden näkökulmasta. (Hockenos 2012.)

Vaihtelevien ja hankalasti kontrolloitavien energialähteiden käytön aiheuttamiin haasteisiin voidaan vastata muun muassa kysyntäjouston keinoin (Paetz ym. 2012). Saksan energialaissa (German Energy Act §§ 40 (5) "Energiewirtschaftsgesetz" (EnWG)) mainitaan, että mikäli teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista, sähköntuottajien tulee tarjota loppukuluttajille aika- tai kuormaperusteista tariffia, joka luo näille kannustimet optimoida sähkön kulutusta joko sitä vähentämällä tai kulutusta siirtämällä. Saksassa ei kuitenkaan nykyisellään ole käytössä varsinaisia dynaamisia sähkön hinnoittelumalleja kotitalous- ja yritysasiakkaille. Toistaiseksi tehokkaita kannusteita sähkön käytön optimoinnille ei ole tarjolla, ilmaisun "teknisesti tai taloudellisesti hyödyllistä" johdettua siihen, etteivät tariffit ole yleistyneet. (Koselleck 2013.)

Älykkäiden mittareiden asentaminen uusiin ja laajan saneerauksen kohteena oleviin rakennuksiin on ollut Saksassa pakollista vuodesta 2010 alkaen (BMU 2012b). Älykkäin mittarein varustettujen saksalaisten kotitalouksien lukumäärä on kuitenkin edelleen matala. Markkinoilla on vain joitakin älykkäitä laitteita, ja näiden tekninen integrointi kotitalouden hallintajärjestelmiin on tutkimuksen alla. Vielä harvemmalla käyttäjällä on kokemuksia näiden laitteiden kanssa toteutettavasta kysynnän siirtämisestä (Paetz ym. 2012). Viranomaiset suunnittelevat parhaillaan muutoksia lakikehikkoon dynaamisen hinnoittelun ja älykkäiden mittareiden käytön edistämiseksi (Koselleck 2013).

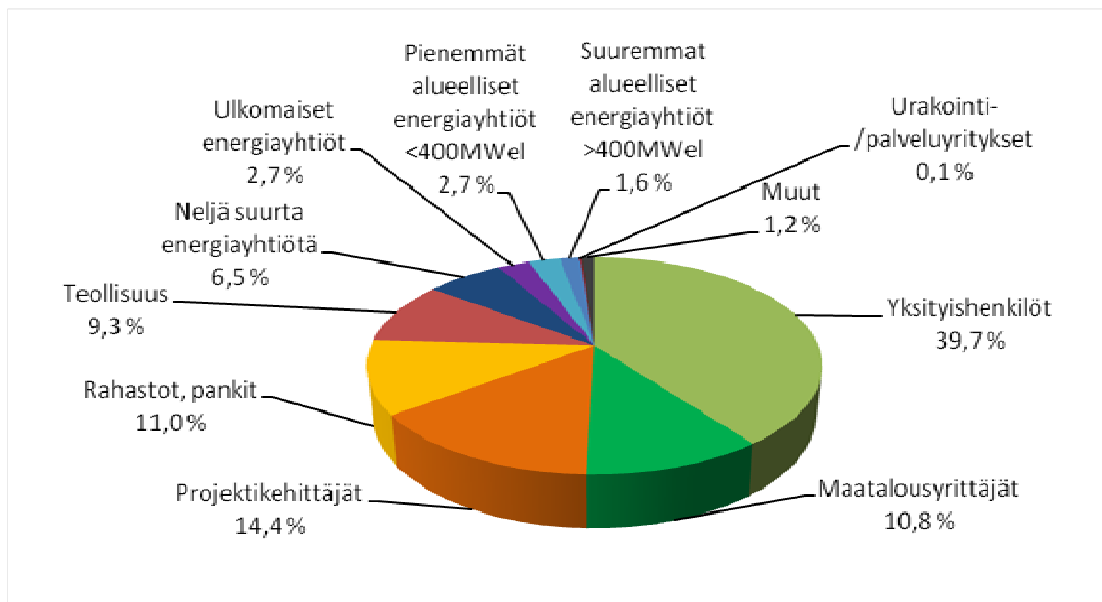
Älykkäitä mittareita on koekäytetty useissa projekteissa (BMU 2012b)

E.ON:n "10,000 Smart Meters" -ohjelma, jossa kotitaloudet pystyivät vähentämään energian kulutustaan jopa 10 %:lla 18 kuukauden aikana.

Muun muassa Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE):n ja Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI):n valvomassa "Intelliekon"-projektissa 2000 saksalaista ja itävaltalaisista kotitaloutta kokeili älykkään mittaamisen, viestinnän ja tariffijärjestelmän vaikutusta energiankulutukseen 18 kuukauden ajan. Tulokset osoittavat älykkäiden mittarien auttavan yksittäisiä kotitalouksia vähentämään sähkönkulutustaan noin 3,7 %:lla.

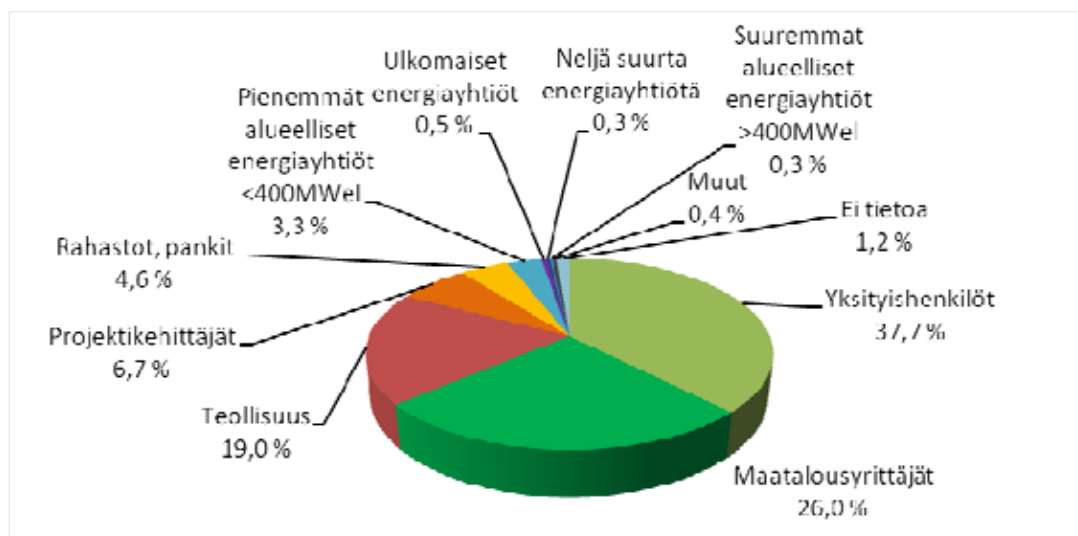
2.4 Uusiutuvan sähköntuotannon omistusrakenne

Vuonna 2010 Saksan uusiutuvan energian tuotantokapasiteetista 13,5 % oli energiayhtiöiden omistuksessa (kuva 3). Neljällä suurella energiayhtiöllä oli tästä 6,5 % omistusosuus ja kansainvälisillä energiayhtiöillä noin 2,7 % osuus. Suurempien ja pienempien alueellisten energiayhtiöiden luokat pitävät sisällään sekä yksityisiä että kunnallisia toimijoita. Kuntaomisteisten energiayhtiöiden määrä on edellä mainitusti kasvanut viime vuosina merkittävästi etenkin sähkön jakelussa, mutta ne ovat laajentamassa osuuttaan myös energiantuotannosta.



Kuva 3. Uusiutuvan sähköntuotantokapasiteetin (yht. 53 000 MWel) omistusrakenne Saksassa vuonna 2010 (Trendresearch 2011).

Yksityishenkilöt omistavat, tyypillisesti osuuskuntien kautta, peräti 40 % uusiutuvan energiantuotannon kapasiteetista. Suuren osuuden taustalla ovat paitsi syöttötariffien luomat taloudelliset kannustimet, myös kansalaisten yhteistoimintamuotojen yleinen suosio Saksassa (Buchan 2012). Maatalousyrittäjät, pankit ja projektikehittäjät omistavat kukin noin 10–14 % tuotantokapasiteetista ja teollisuus, pääosin metsäteollisuus, omistaa noin 9 %. Uusiutuvien energialähteiden tuotantokapasiteetin omistus on viime vuosina kasvanut suhteessa enemmän muiden kuin neljän suuren, alueellisten tai kansainvälisten energiayhtiöiden osalta (Trendresearch 2011).



Kuva 4. Uusiutuvan sähköntuotantokapasiteetin (yht. 18 GW) omistusrakenne alle 500 kW EEG:n piirissä olevissa laitoksissa vuonna 2010 (Trendresearch 2011).

Saksassa alle 500 kW voimalat saavat muita korkeampia tukia, minkä vuoksi maasta löytyy paljon voimaloita, joiden tuotantokapasiteetti on juuri alle 500 kW (Trendresearch 2011). Laitosten koon pienentyessä maatalousyrittäjien ja myös teollisuuden uusiutuvan sähköntuotannon omistusosuus on kasvanut ja energiayhtiöiden osuus pienentynyt entisestään (kuva 4). Alueellisten, suurten kotimaisten ja ulkomaisten energiayhtiöiden yhteenlaskettu osuus on näistä alle 5 %.

Yksityishenkilöiden merkittävä osuus alle 500 kW uusiutuvan sähköntuotantokapasiteetin omistuksesta vuonna 2010 (noin 6,8 GW) on seurausta etenkin siitä, että yksityishenkilöt omistavat 42 % alle 500 kW PV-kapasiteetista, jota Saksassa oli yhteensä noin 15 670 MW vuonna 2010. Toiseksi eniten aurinkosähkökapasiteettia omistavat maatalousyrittäjät (23 %) ja teollisuus (20 %). Yksityishenkilöt omistavat myös suurimman osan (69 %) alle 500 kW maatuulivoimakapasiteetista, jota Saksassa oli vuonna 2010 noin 493 MW. (Trendresearch 2011.)

Maatalousyrittäjien ja teollisuuden omistusosuus alle 500 kW laitoksissa puolestaan perustuu pääosin biokaasulaitosten sekä muiden biomassalaitosten omistukseen. Alle 500 kW biokaasukapasiteetista (yhteensä noin 1500 MW) maatalousyrittäjät omistavat peräti 82 % (Trendresearch 2011). Maatalousyrittäjät saavat tukiyhdistyksistään myös laajamuotoista apua energia-asioissa (Wassermann ym. 2012).

Pienemmät alueelliset energiayhtiöt omistavat yli 55 % Saksan vesivoimalaitoksista. Energiayhtiöiden ja kunnallisten toimijoiden osallistuminen aurinkosähkön, maatuulivoiman ja biokaasun tuotantoon on uudempaa kehitystä ja siten osuudeltaan vielä vaatimatonta. Moni kunnallinen energiayhtiö on investoinut uusiutuvaan energiaan suurten biomassalaitosten kautta ja jotkut myös operoivat vesivoimalaitoksia tai investoivat merituulivoimapuistoihin, jälkimmäisen ollessa kuitenkin suhteellisen marginaalista toimintaa muihin toimijoihin verrattuna. (Wassermann ym. 2012.) Geotermisten energialähteiden käyttö ei vuonna 2010 ollut vielä yleistynyt, ja alle 500 kW kategoriassa onkin vain kaksi geotermistä voimalaa (eli noin 0,43 MW), joista neljä suurta energiayhtiötä omistaa suurimman osan. (Trendresearch 2011).

Pankkien ja rahastojen mukaantulo uusiutuvan energian omistajina selittyy Wassermannin ym. (2012) mukaan EEG:n takaamalla varmallalla investoinnin tuotto-odotuksella. Tämä toimijaryhmä on mukana etenkin suuremmissa maa-aurinkosähköjärjestelmissä ja maatuulipuistoissa. Teollisuustoimijoista varsinkin metsäteollisuus on vahva biomassavoimaloiden omistajaryhmä, joka operoi voimaloita ydinliiketoimintansa rinnalla. Lisäksi osa teollisuusyrityksistä omistaa etenkin aurinkosähköjärjestelmiä lisätulojen vuoksi sekä parantaakseen imagoaan (Wassermann ym. 2012).

Kansalaisomisteiset energiayhtiöt ja osuuskunnat

Saksassa on ollut jo yli 100 vuoden ajan osuuskuntamuotoisia paikallisia energiayhtiöitä (BWE 2012a). Osuuskuntien uskotaan olevan tärkeässä osassa Saksan energiankäännöksessä ja ne voivat hallinnoida paitsi tuotantoa myös paikallisia lämpö- ja sähköverkoja (Bilek 2012). Energiaosuuskuntien suosio on kasvanut edelleen viime vuosina: esimerkiksi vuonna 2011 perustettiin 111 osuuskuntaa, siinä missä vastaava luku vuonna 2006 oli kaksi kappaletta (BWE 2012a). Yli 80 000 kansalaista on osakkaana energiaosuuskunnassa noin 260 miljoonalla eurolla, yksittäisen osakkaan voidessa osallistua toimintaan suhteellisen pienelläkin summalla. DGRV:n tutkimuksen perusteella yli 500 viime vuosina perustettua energiaosuuskuntaa on investoinut yhteensä 800 miljoonaa euroa uusiutuvaan energiaan. (Mm. DGRV 2012a, DGRV 2013.)

Kansalaisomistajuus koetaan alueellisen arvonluonnin kannalta positiiviseksi tekijäksi (BWE 2012a). Osuuskuntien etuja ovat mm. alueellisen talouden vahvistaminen, uusiutuvien energialähteiden tukemisen ja omavaraisen energiantuotannon mahdollistaminen kansalaisille ilman suurta pääomantarvetta. Usein myös paikallisia erityispiirteitä voidaan huomioida ja energiaa tuottaa esimerkiksi julkisten rakennusten katoilla. (DGRV 2012a.)

Innostuneet kansalaiset ovat usein osuuskuntien liikkeellepaneva voima. Toimintaan osallistuu kuitenkin myös muita paikallisia toimijoita kunnallisista energiantarjoajista maatalousyrittäjiin, pankkeihin, laitevalmistajiin ja muihin yrityksiin, jotka tarjoavat esimerkiksi projektin valvonnan, suunnittelun, rakennuttamisen ja rahoituksen palveluja. Paikalliset sidosryhmät hoitavat usein myös voimalaitosta operoivan yrityksen johtamisen ja laitteiden ylläpidossa voidaan työllistää paikallisia asukkaita. (Mm. Bilek 2012, BWE 2012a.)

NEW Neue Energien West eG - Kylien perustama energiaosuuskunta (DGRV 2011, DGRV 2012b)

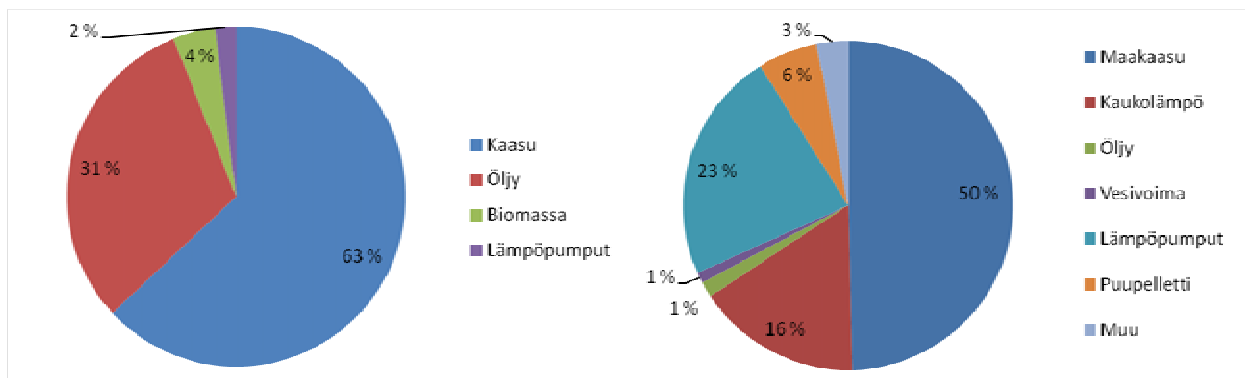
Ryhmä kyliä ja kaupunkeja perusti helmikuussa 2009 osuuskunnan Grafenwöhrin julkisen energiayhtiön aloitteesta, tavoitteenaan turvata alueen energiahuolto paikallisia energiahankkeita toteuttamalla ja tuottaa energiansa uusiutuvista lähteistä 2030 mennessä.

NEW-osuuskunta on katto-organisaatio uusiutuvan energian kehitysprojekteille. Kylät, kaupungit ja paikalliset yritykset voivat investoida suoraan osuuskuntaan. Syyskuussa 2012 osuuskunnassa oli 19 jäsenyhteisöä (17 kylää / kaupunkia ja 2 paikallista energialiikelaitosta). Yksityishenkilöt voivat liittyä Bürger-Energiegenossenschaft West eG (BEW):n jäseniksi, joka puolestaan on NEW:n jäsen, ja jolla on kolme edustajaa NEW:n johtokunnassa. Marraskuussa 2012 osuuskunnassa oli 1080 yksityistä jäsentä.

Kaikki NEW:n ja BEW:n jäsenet saavat saman korkotuoton, joka oli 2009 3,25 % ja 2010 3,8 %. Lisäksi BEW tarjoaa jäsenilleen energiakonsultointia, ryhmävakuutuksia PV-järjestelmien omistajille, ja alennettuja hintoja puhdistuslaitteistoista.

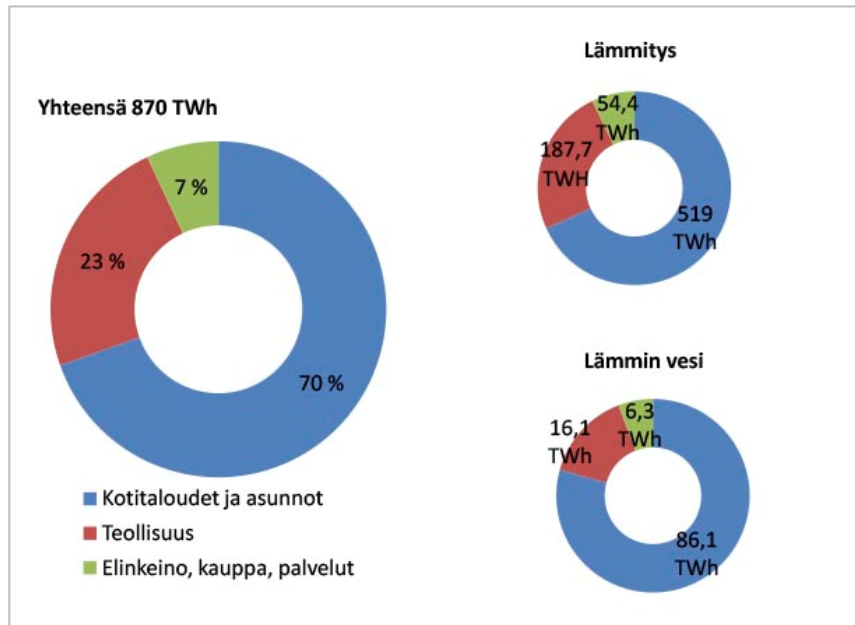
2.5 Lämpömarkkinoiden kehitys

Lämmöntuotanto Saksassa on tyypillisesti pohjautunut fossiilisiin polttoaineisiin, joista iso osa on tuotu ulkomailta (BMELV 2009). Saksan lämpömarkkinoilla on noin 18 miljoonaa lämmöntuotantolaitosta, joista 60 % on kaasupolttoisia (Auer & Heymann 2012) (kuva 5). Edelleen joka toinen kiinteistö valitsee maakaasun lämmitysjärjestelmäkseen (kuva 5).



Kuva 5. Lämmöntuotannon raaka-aineet Saksassa (vasen) ja uusien kiinteistöjen lämmitysjärjestelmät Saksassa vuonna 2011 (oikea) (BDEW 2013).

Biomassa on lämpömarkkinoiden johtava uusiutuva energianlähde. Uusiutuviin energialähteisiin perustuvasta vuoden 2011 lämmönkulutuksesta yli 82 % on peräisin biomassalla tuotetusta lämmöstä, polttoaineina etenkin puu ja puupelletit. Maaseudulla moni yhden tai kahden kotitalouden rakennus lämpenee ainakin osin puulla. (Auer & Heymann 2012.) Kotitaloudet ja asunnot muodostavat noin 70 % lämpöenergian loppukulutuksesta (kuva 6) ja noin 40 % kokonaisenergian kulutuksesta. Kotitalouksissa lämmittämiseen kuluu noin 70 % energiankulutuksesta, 11 % lämpimään veteen, 12 % kodinkoneisiin ja 2 % valaistukseen. Kotitalouksien energiatehokkuuden lisääminen onkin Saksassa yksi tärkeimmistä tavoitteista. (Mm. BDEW 2013, Hakkarainen 2012.)



Kuva 6. Lämpömarkkinat sektoreittain (BDEW 2013).

Saksan kansallisessa toimintasuunnitelmassa mainitaan, että lämmitys- ja jäähdytysverkkoja tulee laajentaa ja kehittää Direktiivin 2009/28/EC tavoitteiden saavuttamiseksi ja tehokkaan uusiutuvan lämmön tuotannon ja siirron takaamiseksi rakennussektorille. Erityisesti kaukolämmitysratkaisut tulevat olemaan keskeisessä roolissa tulevina vuosina. Toimintasuunnitelmassa mainitaan myös, että uusiutuvien energialähteiden käytön tukeminen lämpösektorilla on lämmitysmarkkinan monimutkaisen rakenteen ja useiden toimijoiden vuoksi sähkösektoria haastavampaa. Lämpösektorille ennakoidaan siten sähkösektoria hitaampaa rakenteellista muutosta, ja yksittäisten polttolaitosten nähdään edelleen dominoivan markkinoita vuonna 2020. (NREAP 2010.)

Energieversorgung Honigsee eG - Kyläosuuskunnan rakennuttama ja ylläpitämä lämpöverkko vastaa kylän lämmöntarpeeseen (Degel & Rupp 2012, DGRV 2011)

Honigseen 450 asukkaan kylään rakennettiin vuonna 2007 osuuskunnan ylläpitämä aluelämmitysverkko, jonka avulla paikallisen biokaasupolttoisen CHP-voimalan lämpö otettiin hyötykäyttöön kotitalouksien lämmityksessä ja maatalouspuolella kuivaamisessa ja veden lämmittämisessä. Aiemmin kotitaloudet lämpenivät pääasiassa öljy- tai kaasulämmityksellä.

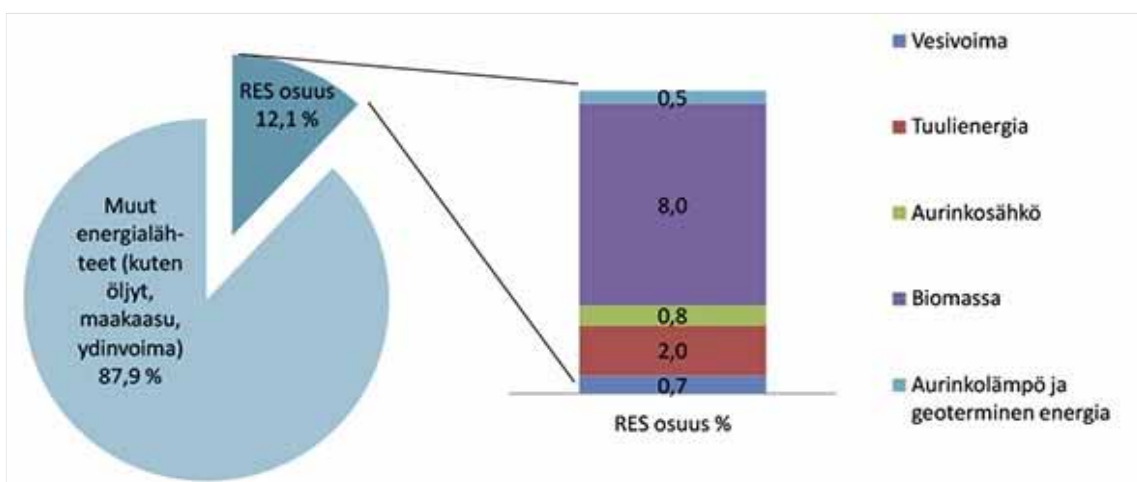
Ajatus paikallisesta lämpöverkosta syntyi kahden maatalousyrittäjän investoitua kahden CHP-yksikön biokaasulaitokseen, jossa syntyvälle lämmölle ei ollut käyttökohdetta. Paikalliset viranomaiset ja energiayhtiö eivät olleet valmiita alueellisen lämpöverkon pyörittämiseen, joten ryhmä kaupungin asukkaita lähti pormestarin johdolla tarkastelemaan mahdollisuuksia tehden laskelman lämmitysjärjestelmän kaupallisesta toteutettavuudesta vuotuisiin lämmitysöljyn ja – kaasun kulutuslukuihin pohjautuen.

Aluelämmitysverkon toteutuskelpoisuuteen vaikutti alueen asukkaiden vapaaehtoinen sitoutuminen öljylämmitysjärjestelmistä luopumiseen ja lämmön hankintaan uudesta lämpöverkosta. Päähoukuttimena heillä oli matalat ja läpinäkyvät lämmityskustannukset, muiden alueellisten ja uusiutuvan energian käyttöön liittyvien hyötyjen ohella.

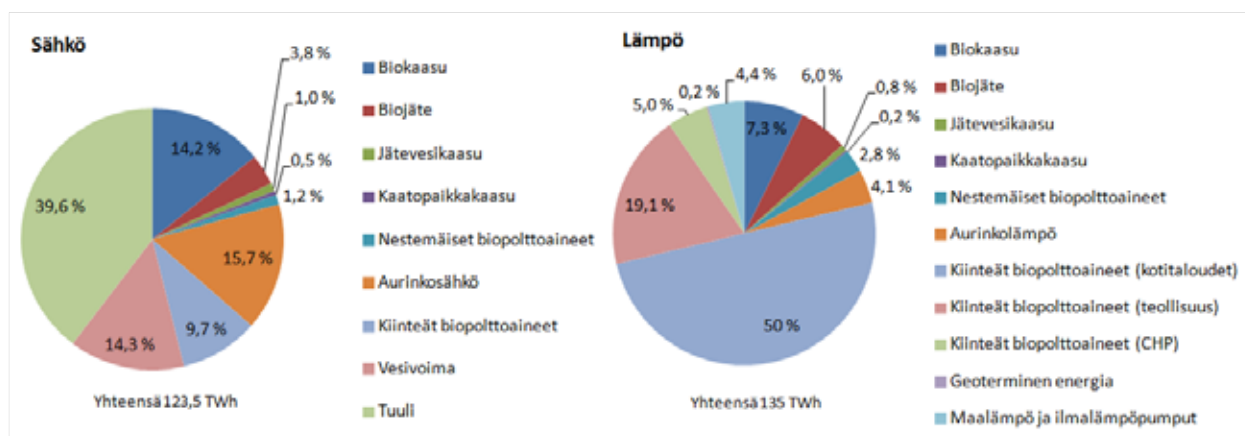
3 Uusiutuvien energialähteiden käytön kehitys Saksassa

3.1 Uusiutuvan energian osuudet Saksassa

Uusiutuvien energialähteiden osuus energian loppukulutuksesta oli 12,1 % vuonna 2011 (kuva 7). Tästä suurin osa oli peräisin biomassasta ja toiseksi suurin tuulienergiamasta. Saksassa tuulienergia ja biomassa dominoivat myös uusiutuvan sähkön tuotantoa, biomassan ollessa selvästi tärkein energialähde lämpösektorilla (kuva 8).



Kuva 7. Uusiutuvan energian osuus energian kokonaiskulutuksesta Saksassa vuonna 2011 (BMU 2012a).



Kuva 8. Uusiutuvien energialähteiden osuudet sähkön (vasen) ja lämmön (oikea) tuotannossa Saksassa vuonna 2011 (BMU 2012a).

Vuonna 1990 17 TWh sähkön tuotannosta oli peräisin uusiutuvista energialähteistä. Vesivoiman osuus tästä oli yli 90 %. Vuoteen 2011 mennessä uusiutuvien osuus on yli seitsenkertaistunut reiluun 120 TWh:iin, vesivoiman osuuden ollessa enää 14 %. Tuulienergia muodostaa 40 %, biomassa 30 % ja aurinkosähkö noin 16 % uusiutuvan sähkön tuotannosta (BMU 2012a). Vuonna 1990 32 TWh lämmön/kylmän tuotannosta saatiin uusiutuvista lähteistä, etenkin puusta, mikä muodosti noin 2,1 % kaikesta lämmön kulutuksesta. Vuoteen 2011 mennessä uusiutuviin energialähteisiin perustuva lämmön/kylmän

tuotanto on lähes nelinkertaistunut vuoden 1990 tasoon nähden (BMU 2012a, NREAP 2010). Kiinteä biomassassa (pääasiassa kotitalouksissa käytetty puu) muodostaa edelleen yli 60 % uusiutuvista lähteistä tuotetusta lämmöstä, biomassan muodostaessa yli 90 %, kun mukaan lasketaan myös biokaasu ja biojätteet. Modernit pellettilämmitysjärjestelmät, tehokkaat biomassalämpölaitokset, geotermiset lämpölaitokset sekä aurinkoenergiajärjestelmät korvaavat kuitenkin pienissä määrin perinteisiä teknologioita (BMU 2012a, NREAP 2010).

3.2 Aurinkosähkö- ja lämpö

Saksan tavoitteena on kattaa aurinkosähköllä 10 % bruttosähköntuotannosta vuoteen 2020 mennessä. Aurinkosähkö on noussut keskeiseksi hajautetun energiantuotannon muodoksi varsin lyhyessä ajassa, muodostaen merkittävän osan pienimuotoisesta sähköntuotannosta. Tuotetun sähkön määrä on kasvanut vuosien 2000–2011 aikana 76 GWh tasolta 19 340 GWh:iin, asennetun kapasiteetin kasvettua vastaavasti 75 MWp:stä noin 25 000 MWp:iin, josta yli 80 % on asennettu rakennuksiin. (Mm. BMU 2012b, Richter 2012.)

Vuoden 2011 aikana asennettiin yhteensä noin 7,5 GWp aurinkosähköä, eli noin 230 000 PV-järjestelmää (Rothacher 2012). Vuoden 2011 investoinnit nousivat BMU:n (2012a) mukaan noin 15 miljardiin euroon. Vuonna 2012 13 % PV-markkinnoista muodostui pienistä asuintalojen katoille asennettavista järjestelmistä ja 63 % keskikokoisista tai suurista kattojärjestelmistä, jotka on asennettu suuremmille kattoalueille, pääosin kaupallisten ja teollisuusrakennusten katoille. Keskikokoisten ja suurten maahan asennettujen teollisuusjärjestelmien osuus Saksan PV-markkinoista oli 25 %. (PV GRID 2013a.) Taulukot 4 ja 5 kuvaavat vuosina 2011 asennetun kapasiteetin ja järjestelmien osuuksia.

Taulukko 4. Saksassa asennetun PV-kapasiteetin kokoluokka (Rothacher 2012).

PV-järjestelmän kokoluokka kWp	Osuus vuonna 2011 asennetusta kapasiteetista % (7,5 GWp)
< 10	10
10 - 50	27
50-250	20
250-1000	12
> 1000	31

Taulukko 5. Saksassa asennettujen PV-järjestelmien kokoluokka (Rothacher 2012).

PV-järjestelmän kokoluokka kWp	Osuus vuonna 2011 asennetuista PV-järjestelmistä % (238 202 kpl)
< 10	50
10-50	42
50-250	6
250-1000	1
> 1000	1

Aurinkopaneelijärjestelmien kustannukset ovat pienentyneet huomattavasti. Esimerkiksi aurinkosähkön "avaimet käteen"-tyyppisten kattojärjestelmien keskihinta loppuasiakkaalle on laskenut alle puoleen vuoden 2006 jälkeen. Hinnanlasku (€/kWp) liittyy paljolti moduulien tehokkuuden kehittymiseen ja myyntivolyymien luomiin skaala-etuihin. (BMU 2012b.)

Aurinkolämpösektorin kasvu on ollut selvästi aurinkosähkösektoria maltillisempaa, vaikka kehityksen voidaan nähdä olleen merkittävää myös sen osalta. Vuonna 2000 aurinkolämpöjärjestelmiä oli asennettu yhteensä 350 000 ja keräimien pinta-ala oli noin 2,9 milj. m². Vuonna 2011 luvut ovat nousseet vajaaseen 1,7 miljoonaan keräimeen, kattaen 15,2 milj. m² pinta-alan. (mm. BMU 2012b, Bundesverband Solarwirtschaft 2012.)

Aurinkosähköliiketoiminnan tila saksalaisissa energiayhtiöissä (Richter 2012)

Aurinkosähkön on Richterin (2012) mukaan koettu useissa tutkimuksissa muodostavan uhkia energiayhtiöiden perinteisille liiketoimintamalleille, koska yhtiöiden rakenteet eivät tue muutokseen sopeutumista tarvittavissa määrin. Richter on haastatellut erikokoisten saksalaisten energiayhtiöiden johtajia tutkiakseen näiden näkökulmia hajautetun aurinkosähköntuotannon energiayhtiöille luomiin uhkiin ja mahdollisuuksiin.

Richterin mukaan yhtiöiden johto ei kuitenkaan keskimäärin koe hajautettua aurinkosähköntuotantoa keskeiseksi uhaksi nykyisille liiketoimintamalleilleen eikä myöskään houkuttelevaksi uudeksi liiketoimintamahdollisuudeksi yhtiölleen.

Richter tunnistaa tutkimuksessaan haastattelujen perusteella neljä keskeistä estettä PV-liiketoimintamallien innovoinnille energiayhtiöissä. Ensinnäkin kannattaviksi tunnistetut tuotteet ja palvelut puuttuvat, mikä luo haasteita arvonaluontiin sekä yhtiölle että asiakkaalle vaikeuttaen molemminpuolisesta ansaintalogiikasta huolehtimista. Toisekseen asiakaskysyntä koetaan puutteelliseksi ja kolmanneksi energiayhtiöissä ei koeta olevan ydinosamista toiminnan mahdollistamiseksi. Neljäntenä Richter mainitsee heikon kannattavuuden, joka johtuu hajautetun tuotannon pienestä yksikkökoosta keskitettyyn verrattuna.

Richterin haastattelemissa yhtiöissä on kuitenkin jo kokeiltu tai otettu käyttöön liiketoimintamalleja kuten järjestelmien asennusta koskevat konsultointipalvelut, rahoitusvaihtoehtojen tarjoaminen tai katonvuokra-paketit, joissa energiayhtiö asentaa ja operoi PV-järjestelmää vuokraamallaan asiakkaan katolla.

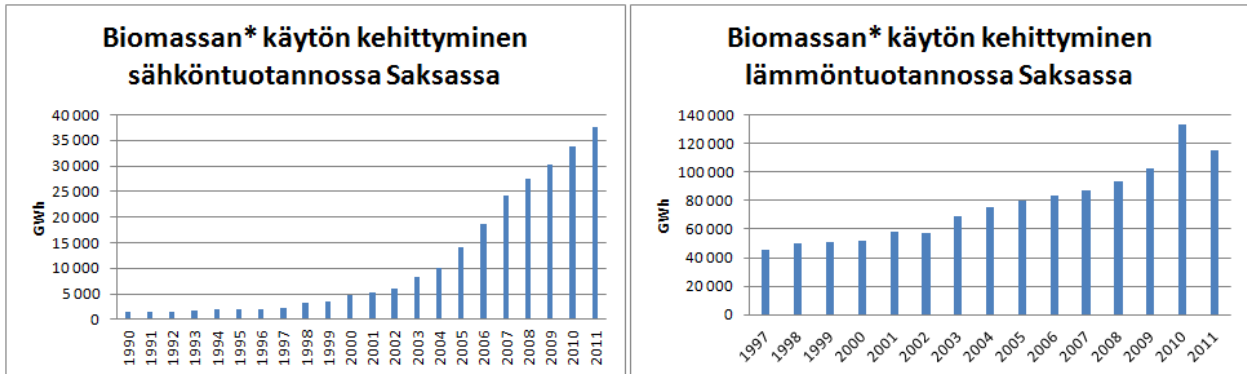
Neue Energie Genossenschaft eG – Uusiutuvaa energiaa kaupunkiympäristöön energiaosuuskunnan toimesta (DGRV 2011)

Neue Energie Genossenschaft eG on paikallinen osuuskunta, joka on rakennuttanut Potsdamin kaupungin kunnallisten rakennusten katoille aurinkosähköjärjestelmiä. Projekti käynnistyi, kun kahdeksan hengen ryhmä keräsi alkupääoman ja laati rakentamissuunnitelman aurinkovoimaloille. Osuuskunta rekisteröitiin Saksan osuuskuntayhdistyksen alaisuuteen, joka auditoi ja hyväksyi hankkeen kustannuslaskelmat ja perustamissuunnitelman.

Sopivien sijoituspaikkojen löytäminen paneeleille muodostui haasteeksi, sillä kerrostalojen kaikki asukkaat ja omistajat eivät olleet valmiita antamaan lupaa kattojen käyttöön. Siten ensimmäiseksi rakennuskohteeksi valikoitui paikallinen koulu, jonka 700 m² katolle asennettiin 60 kW_p PV-järjestelmä. Toiseksi kohteeksi valittiin poliisitalon katto. Rakennuttamistoimeksianto annettiin insinööri-toimistolle, joka asensi invertterit ja kaapeloinnit talon kellariin. Joulukuussa 2008 noin 55 000 kWh sähköä tuottava koulun katolle asennettu järjestelmä yhdistettiin Potsdamin sähköverkkoon. Poliisitalon katolla olevalla järjestelmällä tuotetaan noin 160 000 kWh vuodessa.

3.3 Bioenergia

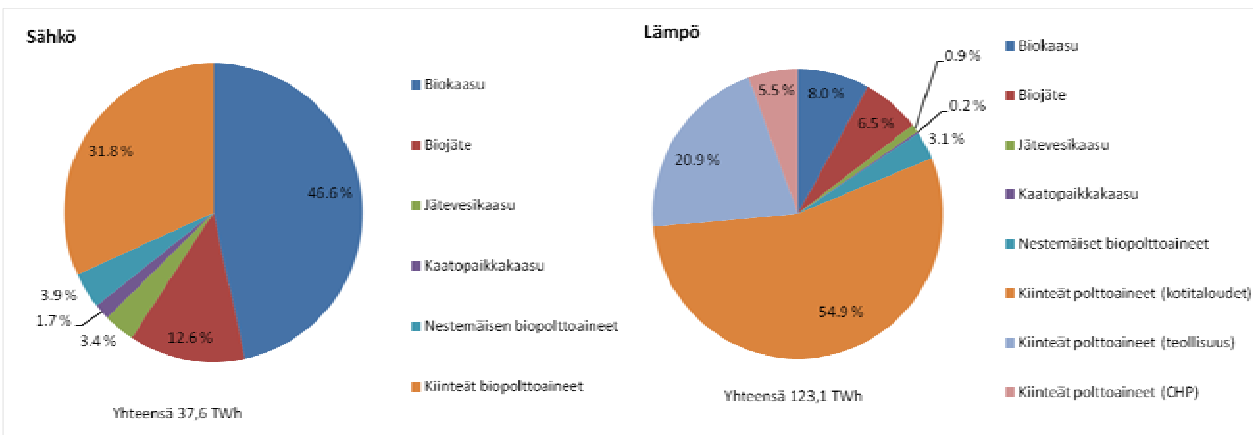
Sähköntuotanto biomassasta on Saksassa kasvanut merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana (kuva 9) ja vuonna 2011 yli kolmasosa, eli noin 37 TWh, kaikesta Saksassa tuotetusta uusiutuvasta sähköstä oli biomassapohjaista. Biomassa on uusiutuvista tuotettavan lämmön keskeisin lähde (kuva 8), muodostaen hieman yli 90 %, eli 123 TWh, uusiutuvasta lämmöntuotannosta.



*kiinteä, neste ja kaasu

Kuva 9. Biomassapohjaisen sähkön- ja lämmöntuotannon kehitys Saksassa (BMU 2012a).

Suurin osa bioenergiaperäisestä sähköstä tuotetaan biokaasulla ja toiseksi suurin osa kiinteillä polttoaineilla (kuva 10). Bioenergiaperäisestä lämmöstä taas suurin osa tuotetaan kiinteillä polttoaineilla kotitalouksissa, ja toiseksi suurin osa vastaavasti teollisuudessa.



Kuva 10. Biomassasta Saksassa tuotetun sähkön (vas.) ja lämmön (oik.) rakenne 2011 (BMU 2012a).

Saksan bioenergiamarkkina on Finpro:n (2011a) selvityksen mukaan kilpailtu, kasvava ja varsin hajanainen toimintaympäristö. Maassa on paitsi runsaasti pieniä ja keskisuuria yrityksiä, myös hyvin suuria yrityksiä. Teknologinen kehitys on keskittynyt kiinteiden polttoaineiden osalta voimalaitosteknologioihin ja päästöjen hallintaan, jälkimmäisen ollessa tulevaisuuden keskeinen kehityskohde. Paikallinen teknologia ei hallitse markkinoita yhtä vahvasti kuin aurinko- ja tuulivoimasektoreilla. (Finpro 2011a.)

Saksassa oli vuonna 2009 noin 249 kiinteitä polttoaineita käyttävää laitosta, joiden keskimääräinen sähköntuotantokapasiteetti oli noin 4,9 MWel. Lisäksi maassa oli 8 paperiteollisuuden voimalaitosta. Vuosina 2003–2004 laitosten kokoluokissa oli nähtävissä kehitys kehitys suurempien 150–260 MWel laitosten suuntaan, mutta 2009 suurin osa asennetuista laitoksista oli alle 5 MWel:n kokoluokkaa. Finpro (2011a) mainitsee syyksi laitoskokojen pienenemiseen saturoituneet markkinat ja lainsäädännölliset muutokset. (Finpro 2011a.)

Vattenfallin CHP-voimaloiden ja lämpöpumppujen virtuaalivoimalaitos (Vattenfall 2013, Lorenz 2012)

Virtuaalivoimala kokoaa yhteen hajautettuja sähköä tuottavia ja kuluttavia järjestelmiä ja hallinnoi niitä etäohjauksen keinoin. Pienimuotoisia CHP-yksiköitä ja lämpöpumppuja on liitetty yhteen hajautettujen tuottajien ja kuluttajien verkostoksi, joka tasapainottaa sähkön tarjonnan vaihteluita ja tukee vaihtelevan tuulivoiman integroimista verkkoon. Järjestelmä aktivoi sähköä ja lämpöä tuottavat mikro-CHP-yksiköt tuulivoimantuotannon ollessa vähäistä, jolloin ylijäämäsähköä voidaan syöttää verkkoon ja tuotantopaikan tarpeet ylittävä lämpö varastoidaan. Kun tuulivoimaa on saatavilla, lämpöpumput käynnistetään ylijäämätuulivoimalla, ja lämpö joko käytetään tai varastoidaan.

Pilottiprojekti käynnistyi vuonna 2010. Vuoden 2013 alussa virtuaalivoimalaan on yhdistetty 150 000 järjestelmää, pääasiassa Berliinin ja Hampurin alueella. Vattenfall tavoittelee 200 000 yksikön yhdistämistä voimalaansa 2013 loppuun mennessä.

Eri kohderyhmille osoitettuna tuotelinjoina on lämmöntarjontapalvelu ja kolmansien osapuolten järjestelmien hallinnointi. Lämmöntarjontapalvelussa Vattenfall tarjoaa 10 vuoden lämmönjakelusopimuksia sekä ohjausta virtuaalivoimalan kautta yhden tai useamman kotitalouden rakennuksille ja asuinyhdistyksille. Kolmansien osapuolten järjestelmien hallinnointipalvelussa virtuaalivoimalan kautta hallinnoidaan kolmansien tahojen CHP-voimaloita ja hoidetaan operatiivista johtamista esim. kunnallisten energiayhtiöiden ja teollisuuden puolesta.

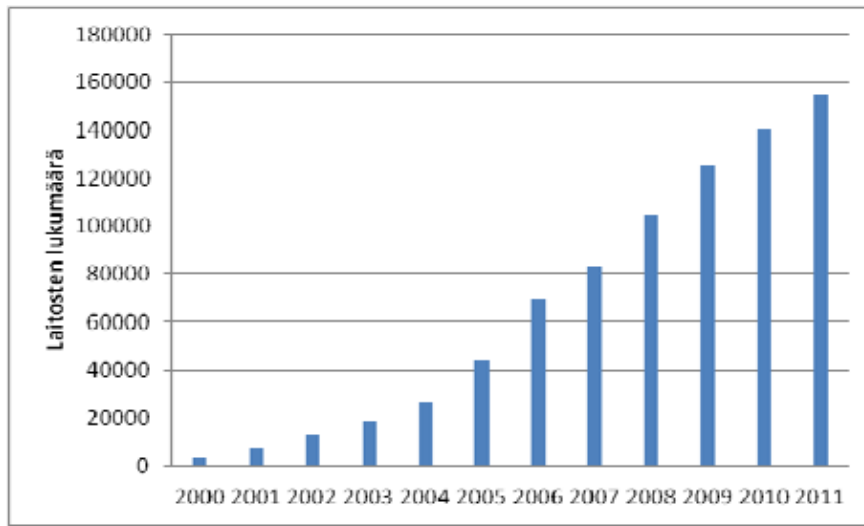
Vattenfallin ja Stiebel Eltronin mukaan suurin haaste on ollut luoda yhteinen alusta erilaisille tuotetyypeille ja valmistajille. Järjestelmän nykyinen avoin arkkitehtuuri sallii eri laitevalmistajien järjestelmien ja teknologioiden integroinnin samaan virtuaalivoimalaan. Haasteeseen vastaamiseksi on kehitetty tekninen standardi VHP-Ready (Virtual Heat and Power-Ready).

Bioenergian raaka-aineena käytetään pääasiassa puu- ja metsäpohjaisia tähteitä (Finpro 2011a). Sähkön ja lämmöntuotantoon käytetään vuosittain yli 50 miljoonaa kuutiota puuta ja kaikesta lämmitykseen käytetystä uusiutuvasta raaka-aineesta puu (ml. hake, pelletit, polttopuut) kattaa jopa 70 %. Silti raaka-aineen saatavuuden puolesta potentiaalia puun käyttöön biomassapohjaisen energiantuotannossa olisi vielä nykyistä käyttöä enemmän. (CrossBorderBioenergy 2012b.) Etenkin nopeakasvuisten puiden hyödyntäminen tulee olemaan keskeisessä roolissa. (Finpro 2011a.)

Puun ohella tyypillisiä bioenergian raaka-aineita ovat olki ja maissi sekä lanta ja orgaaniset jätteet. Eri arvioiden mukaan koko maan lannoista hyödynnetään energiantuotannossa noin 15–20 % (Marttinen ym. 2013). Energiakasvien tuotantopotentiaali nähdään Saksan bioenergiayhdistyksessä hyväksi. Suurimmalla osalla alueista maatalousmaan osuus ylittää riittävän ruoantuotannon takaamiseksi määritellyn teoreettisen raja-arvon, eli 2000 m² /asukas. Biojätteiden ja teollisuuden ja maataloustuotannon sivutuotteiden rooli biokaasumarkkinoilla on toistaiseksi pieni. (CrossBorderBioenergy 2012a.)

Energiakasvien viljely on lisääntynyt Saksassa tasaisesti, osin koska niiden käyttöä alettiin tukea EEG:ssä vuodesta 2004 alkaen. Saksassa on käyty muiden EU-maiden tavoin kansallista keskustelua siitä, kuinka paljon ja millä kasveilla biomassaa voi tuottaa ilman että vaarannetaan ruoantuotannon kestävyttä. Esimerkiksi energiakasvien viljelyyn kohdennetut tuet ovat lisänneet Saksassa parhaiden viljelymaiden käyttämistä maissin viljelyyn ja siten viljelyn ympäristönäkökulmasta hyvä viljelykierto jää toteutumatta (monokulttuurihukka). Tukimuotoja kehitettäessä onkin huomioitu maissin viljelyn hillitseminen (BMU 2012c).

Perinteisen halkolämmityksen rinnalla pellettien rooli on kasvanut voimakkaasti. Saksa oli vuonna 2011 suurin puupellettien tuottaja Euroopassa. (CrossBorderBioenergy 2012b.) Pellettilämmitysjärjestelmiä on myyty Saksassa yli 10 vuotta ja niiden kysyntä ja tarjonta on kasvanut tasaisesti. Vuonna 2011 Saksassa oli 155 000 pellettipohjaista lämmitysjärjestelmää (kuva 11). (CrossBorderBioenergy 2012b.)



Kuva 11. Pellettipohjaisten lämmitysjärjestelmien määrän kehitys Saksassa 2000–2011 (BMU 2012a).

Pellettejä on hyvin saatavilla ympäri maata ja polttoaineen tarjonta riittää vaikka boilerien määrä nykyisestä edelleen kasvaisikin. Saksassa on noin 60 pellettejä tuottavaa yritystä, joilla on 2,7 miljoonan tonnin vuosittainen tuotantokapasiteetti. Yritykset ovat jakautuneet tasaisesti ympäri maata, ja niiden joukossa on niin suuria energiantarjoajia, erikoistuneita pellettikauppiaita kuin pienen kokoluokan kauppiaita. Koska kotimainen markkina on saturoitunut, tuotantolaitokset ovat pyörineet vajaalla tuotannolla ja esim. vuonna 2011 tuotetuista pelleteistä vajaa kolmannes meni vientiin. Vuonna 2011 tuotettiin yhteensä noin 1,8 miljoonaa tonnia pellettejä, joista 85 % oli tuotettu sahateollisuuden jäännös-puusta ja 15 % teollisuusperäisestä jäännös-puusta. Pellettien hinnat ovat pysyneet kohtuullisina, puu-pellettien keskihinnan ollessa 233 €/t vuonna 2011. (CrossBorderBioenergy 2012b.)

Biopolttoaineen hankinta (Finpro 2011a)

Biovoimalaitosten arvoketju vaihtelee Saksassa polttoainetyypeittäin. Puu- ja metsätähteet prosessoitetaan ja toimitetaan tyypillisesti metsäyrityksen toimesta voimalaitokselle. Pelleteillä on pidempi arvoketju, johon kuuluu metsäpuoleen, prosessointiin ja materiaalin jakeluun keskittyviä yrityksiä. Puulastujen markkinahinta vaihtelee paljon ja ne toimitetaan tyypillisesti metsäyrityksen toimesta voimalaitokselle, mutta markkinan odotetaan kehittyvän. Polttoaineiden toimitussopimukset solmitaan tyypillisesti 5-10 vuoden ajalle, toimitusten ollessa joko päivittäisiä tai viikoittaisia. Sopimukset sidotaan tyypillisesti indekseihin, joten ne riippuvat polttoainetyypistä ja energian hinnasta. Bioenergian tuotantolaitosten varastot pidetään Saksassa tyypillisesti pieninä, varastointikapasiteetin ollessa muutamasta päivästä 1-2 viikkoon laitoksen koosta riippuen.

RWE:n modernisoima CHP-voimala Heidelbergin yliopistokampukselle (RWE 2013)

Hankkeen tavoitteena tarjota Heidelbergin yliopistonkampukselle luotettavaa ja tehokasta lämmön, höyryn ja sähköntuotantoa sekä tarjota sähköä Heidelbergin julkiseen sähköverkkoon. RWE vastuisiin kuului toteutettavuustutkimuksen ja konseptisuunnitelman laatiminen, tarkemman voimalaitossuunnitelman laatiminen, rahoitus, laitoksen rakennuttaminen & toimintakuntoon saattaminen sekä tekninen ja kaupallinen operointi. RWE:n liiketoimintamalli on Build-Own-Operate (BOO).

Build-Own-Operate (BOO) (Leponiemi ym. 2010)

Build-Own-Operate (BOO) on Public-Private-Partnership (PPP) -konseptin alainen rahoitusmalli, jossa tehdään sopimus yksityisen ja julkisen sektorin toimijoiden välille. Sen perusajatuksena on yksityinen omistus, ja yksityinen taho tyypillisesti vastaa investoinnin rahoituksesta, rakentamisesta, ylläpidosta ja palvelujen tuottamisesta sopimuskauden ajan. Julkinen taho ostaa palvelua yksityiseltä toimijalta. Kun sopimuskausi päättyy, tuotantotila jää yksityisen yrityksen omistukseen. Sen sijaan esimerkiksi Build-Own-Operate-Transfer (BOOT) –mallissa tuotantotila siirtyy sopimuskauden päätyessä julkisen tahon omistukseen.

Yksityisrahoituksen muita muotoja ovat esimerkiksi vuokraukseen perustuvat mallit (leasing) sekä julkiseen omistukseen perustuvat palvelumallit, joissa yksityinen toimija esimerkiksi hoitaa kohteen rahoituksen, suunnittelun, rakentamisen, ylläpidon ja operoimisen maksua vastaan, julkisen toimijan omistaessa laitoksen.

Saksa on maatilatason biokaasujärjestelmien edelläkävijä, biokaasupohjaisten sähkövoimalaitosten lukumäärä on kasvanut lähes 20 % vuosittaista vauhtia (Budzianowski & Chasiak 2011). Vuonna 2000 maassa oli 1050 biokaasulaitosta ja vuonna 2010 jo noin 6000 laitosta. Saksan biokaasulaitokset tuottavat yhteensä yli 3300 MWel sähköä (pääasiassa CHP-tuotantona). (CrossBorderBioenergy 2012a.) Keskimääräinen biokaasulaitoksen sähköntuotantokapasiteetti vuonna 2010 oli 380 kW, siinä missä vastikään rakennettujen laitosten kapasiteetti on keskimäärin 300 kW. Laitosten koot vaihtelevat kuitenkin alueittain, seurailen pitkälti paikallista maatalousrakennetta. Etelä-Saksassa on keskimäärin pienempiä maatiloja kuin Saksan pohjois- ja itäosissa. Eteläisillä alueilla on myös erityisesti pieni- ja keskikokoisia biokaasulaitoksia (keskimäärin <325 kW), siinä missä pohjoisilla ja itäisillä alueilla tuotanto on keskittynyt suurempiin laitoksiin. (CrossBorderBioenergy 2012a.)

Suurin osa biokaasusta tuotetaan Saksassa maataloustoiminnan lähellä olevissa laitoksissa, sillä raaka-aineiden saanti kytkeytyy pitkälti maatalouteen. Maatilatason biokaasulaitoksissa käytetään tyypillisesti eläinperäisen lannan ja kasvavissa määrin energiakasvien yhdistelmää, ja laitokset ovat usein suurten sikatilojen tai maidontuotantotilojen yhteydessä. Lannan osuus raaka-aineesta on keskimäärin sitä suurempi, mitä pienimuotoisemmasta tuotannosta on kyse. (CrossBorderBioenergy 2012a.) Vuoden 2009 tukijärjestelmämuutoksessa biokaasulaitosten kannattavuutta haluttiin parantaa ja lantaa painotettiin syötönmateriaalina (mahdollisuus saada lantabonus kun lantaa vähintään 30 % syötöstä), mitä erityisesti pienet biokaasulaitokset hyödynsivät (Marttinen ym. 2013).

Biokaasusektorin kasvu kokonaisuudessaan on ollut merkittävää. Alan kokonaisliikevaihto vuonna 2006 oli noin yksi miljardi ja vuonna 2010 peräti 5,1 miljardia euroa. Kilpailu onkin kiihtynyt biokaasulaitoksia “avaimet käteen”-konseptilla myyvien tarjoajien keskuudessa. Saksan biokaasuyhdistyksen mukaan alalla on tuotantolaitosten ohella 257 teknologiayritystä ja 171 palvelu-, investointi- ja konsulttialan yritystä sekä 33 energiakasvien kasvattamiseen erikoistunutta yritystä. Lisäksi vientimarkkinat ovat alkaneet herättää kiinnostusta. (CrossBorderBioenergy 2012a.)

3.4 Tuulivoima

Saksa on tuulienergiamarkkinoiden johtava maa Euroopassa uuden vuotuisen asennusmäärän ja asennettun kokonaiskapasiteetin osalta (Rothacher 2012). Saksassa oli vuonna 2011 yhteensä 22 284 tuuliturbiinia (29 000MW) ja asennettu kapasiteetti on kasvanut paljon viime vuosina (BMU 2012a). Vuonna 2011 asennettu kapasiteetti oli 2 008 MW. Kokonaistuulivoimakapasiteetti vuoden 2012 lopussa oli 31 332 MW (BWE 2013).

Tuulivoimasektorin kehitystä ovat edistäneet valtion tukiohjelmat ja etenkin EEG:n ja sen edeltäjän StrEG:n luoma vakaa suunnittelu- ja investointiympäristö niin laitevalmistajien, sijoittajien kuin voimalaoperaattoreiden näkökulmasta (Bruns & Ohlhorst 2011). Myös EEG:n dynaaminen päivittäminen ja tariffien degressiot ovat keskeisessä roolissa tuulimarkkinoiden kehityksessä (Bruns & Ohlhorst 2011, BWE 2013). Lisäksi Saksan tuulivoimayhdistyksen tuki on edistänyt poliittisen tason muutoksia teollisuuden edustajana (Bruns & Ohlhorst 2011) ja verotukselliset kannustimet ovat tukeneet tuulipuistoinvestointeihin (Finpro 2011b).

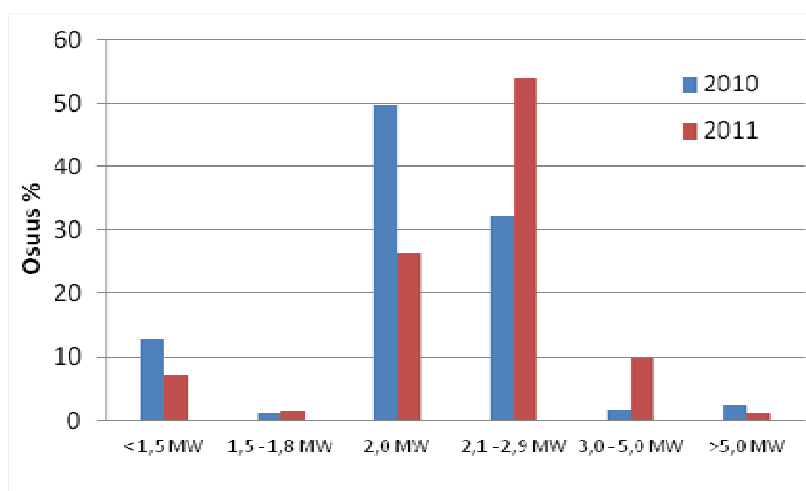
Tuulivoimateollisuuden arvoketju (Finpro 2011b)

Tuulivoimateollisuuden lisäarvosta suurin osa tuotetaan tuulivoimapuistojen ja komponenttien valmistuksessa. Saksan markkinoille on syntynyt tuulivoimateknologiaklustereita, joilla toimivat yritykset tulevat pääosin Saksan perinteisiltä teollisuussegmenteiltä.

Markkinoiden pullonkaulat ovat johtaneet siihen, että Saksassa on kaksi erityyppistä tuuligeneraattori-valmistuksen toimintamallia: Osa toimijoista on vertikaalisesti arvoketjun varrelle integroituneita, valmistuen itse myös komponentteja. Osa toimijoista taas on järjestelmätarjoajia, jotka kattavat vertikaalista ketjua strategisten kumppanuuksien kautta ja yhdistävät alihankkijoidensa komponentteja omiin järjestelmiinsä.

Kunnalliset yhtiöt ovat keskeisessä roolissa uusiutuvan energian projekteissa ja ne ovat myös yksi offshore-hankkeiden sijoittajaryhmä. Lisäksi sektorilla on kansalaisomisteisia yhtiötä ja yksityisiä projektikehittäjiä, jotka toimivat usein yhteistyössä suurempien yhtiöiden kanssa.

Saksalaisten yritysten innovatiivisuus ja uusien teknologioiden kokeiluhaluus on myös tuottanut kokemusten kautta vahvaa osaamista (Finpro 2011b). Bruns & Ohlhorst (2011) mainitsevat erityisesti pienten laitevalmistajien innovatiivisuuden alkuperäisenä tuulisektorin teknologisen kehityksen vauhdittajana. Saksalaiset yritykset ovat hyvin verkottuneet eurooppalaisilla markkinoilla ja Saksassa on ennestään osaavaa työvoimaa ja teknologista pohjaa muilta teollisuudenaloilta (Finpro 2011b).



Kuva 12. Tuulivoimaloiden rakennusosuudet eri kapasiteetti-alueissa 2010 ja 2011 (BMU 2012a).

Tuulivoimalla on keskeinen rooli Saksassa niin suuren kuin keskisuuren mittakaavan uusiutuvan energian projekteissa. Suurin osa vuosina 2010 ja 2011 rakennetuista tuulivoimaloista, noin 80 %, oli kapasiteetiltaan 2,0–2,9 MW kokoluokassa (kuva 12), ja 7,2 % vuonna 2011 rakennetuista tuulivoimaloista oli kapasiteetiltaan alle 1,5MW kokoluokassa. Havaittavissa on pikemminkin voimalakokojen kasvava kuin pienenevä trendi vuosien 2010 ja 2011 välillä. Vuoteen 2011 mennessä alle 100 kW ja alle 20 m korkeiset tuulivoimalat ovat edelleen harvinaisia, ja niitä on rakennettu lähinnä maaseudulle (Finpro 2011b). Tuulivoiman kasvua tapahtuu alueellisesti kaikkialla Saksassa, koskien myös tuulivoimaosuuskuntia ja kansalaistuulipuistoja. (BWE 2013.)

Saksassa on osavaltiokohtaisesti määritelty tuuli-intensiivisiä ja toisaalta maisema- ja terveystieteiden näkökulmasta tuuliturbiinien rakentamiseen parhaiten soveltuvia alueita. Tuulivoima-alueiden määrittely helpotti myös tuulivoimapuistojen suunnittelu- ja hyväksyntäprosesseja, mutta kaavoitettujen alueiden niukkeneminen on kuitenkin vähitellen johtanut asennettujen laitosten määrän laskuun, vaikka asennettujen kapasiteettimäärien kasvu onkin jatkunut teknologisen ja tehokkuuskehityksen myötä. Vanhojen tuulivoimaloiden saneeraaminen on noussut myös esille, jota kuitenkin ovat hidastaneet osavaltioiden turbiinien kokoa määräävät rajoitukset. Saksalaiset tuulivoimayritykset ovat enenevässä määrin kääntyneet ulkomaisten markkinoiden puoleen vuosituhannen vaihteen jälkeen. (Bruns & Ohlhorst 2011.)

Tuulivoiman liiketoimintaympäristöstä

Kilpailu Saksan tuulivoimamarkkinoilla etenkin suurien tuuliturbiinien tapauksessa on kovaa. Finpron markkinaselvityksen mukaan (2011b) saksalaiset markkinat pienille tuulivoimaturbiineille olivat kuitenkin vuonna 2011 vielä suhteellisen hajanaiset eikä laadunvalvonta ole ollut tarkkaa. Asiantuntijoiden näkemykset kehityksestä jakaantuvat sen suhteen koetaanko pienten tuulivoimaloiden leviämisen kaupunkialueille olevan kaupallista potentiaalia (Finpro 2011b). Saksan tuulivoimayhdistys arvioi pienten kotitalouskohtaisten esim. takapihalle asennettavien tuuliturbiinien yleistyvän tulevaisuudessa, vaikka ne ovat toistaiseksi harvinaisia. Kotitalouskohtaisten turbiinien kapasiteetti vaihtelee 1,5 kW:stä 100 kW:iin. (BMU 2012b.)

Tuulivoimaturbiinien valmistajat kärsivät Kiinasta tulevasta kilpailusta ja talouskriisin pitkittyminen on hankaloittanut pääomaintensiivistä liiketoimintaa (Finpro 2011b). Kasvua on Finpron (2011b) selvityksen mukaan kuitenkin odotettavissa merituulivoimaa ja etenkin tuuliturbiinien modernisointia koskien.

Suunnitteluyrityksillä, jotka valitsevat asennettavat laitteistot, on tyypillisesti ollut keskeinen asema Saksan tuulivoimamarkkinoilla (Finpro 2011b). Viimeisen 15 vuoden aikana myös niin kutsutut kansalaistuuliturbiinit ovat lisääntyneet Saksassa laajalti. Kansalaisyhteisöissä toiminnassa tietyn kylän tai alueen sidosryhmät investoivat yhdessä yhteen tai useampaan tuulivoimaturbiiniin. (BMU 2012b.)

Ingersheimin tuulienergiaosuuskunta (BWE 2012a)

Osuuskunta perustettiin maaliskuussa 2010 ja siinä on nykyään noin 360 jäsentä, joista yli 75 % on Ingesheimistä tai ympäröivältä alueelta. Osuuskunnan tuuliturbiini käynnistettiin huhtikuussa 2012 ja se oli käynnistyessään suurin tuulivoimala Baden-Württembergin osavaltiossa, nimellistehoiltaan 2 MW. Osuuskunta tuottaa sähköä noin 1200 kotitaloudelle.

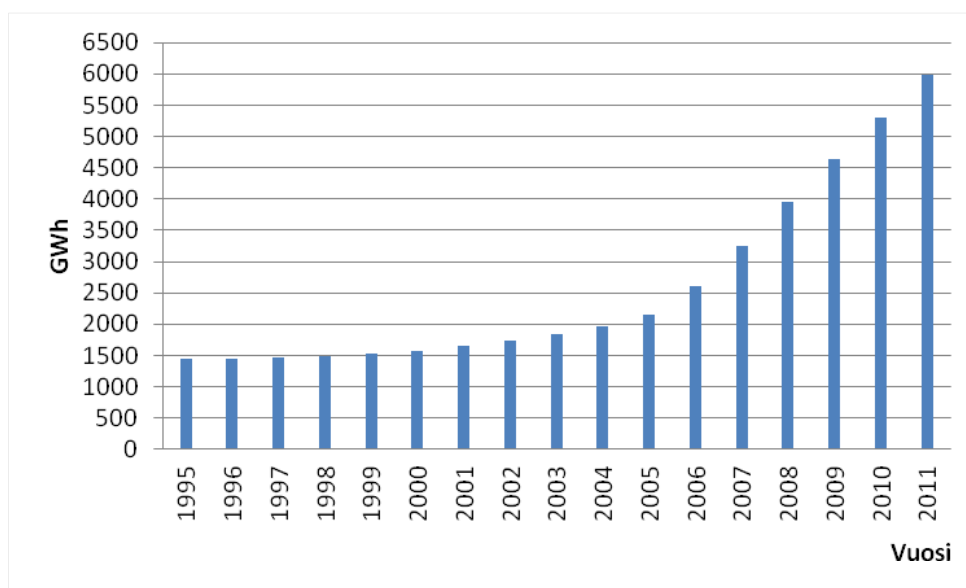
Osuuskunnan lainoitusosuus on pieni, kokonaisinvestoinnin ollessa noin 3,6 miljoonaa euroa, josta 80 % katettiin omalla pääomalla. Minimiosuus projektin alussa oli 2500 euroa, ja 125 euron arvoisia osuuksia myytiin yhteensä 22 920 kpl. Jäsenet hyötyvät osuusmääränsä mukaan. He saavat vuotuisen osingon, minkä lisäksi heille maksetaan osuusmaksua asteittain takaisin ensimmäisen 15 toimintavuoden ajan.

3.5 Geoterminen energia ja lämpöpumpputeknologia

Geotermistä energiaa käytettäessä hyödynnetään maan sisällä radioaktiivisten aineiden hajoamisten aiheuttamaa lämpöä, jota voidaan hyödyntää suoraan lämpönä tai sähköntuotannossa. Maalämpöä hyödynnetessä hyödynnetään auringon aikaansaamaa lämpöä.

Saksassa vuonna 2011 tuotetusta uusiutuvasta sähköstä geotermisen energian osuus oli hyvin pieni. Saksassa tuotettiin 27 700 MWh sähköä geotermisellä energialla vuonna 2011. Määrä kattoi noin 9000 kotitalouden sähköntarpeen. Vuonna 2012 Saksan viiden geotermisen laitoksen asennettu sähkökapasiteetti oli 7,3 MW. Uusia geotermisen energian laitoksia on suunnitteilla 68, joista ainakin 22 on suunniteltu sähköntuotantoon. (Jennejohn ym. 2012)

Vuonna 2011 Saksassa käytettiin vajaa 6000 GWh lämpöpumpuilla tuotettua lämpöä, siinä missä vastaava luku vuodelle 2000 oli noin 1600 GWh (kuva 13). Saksan lämpöpumppuyhdistyksen mukaan vuonna 2012 Saksassa myytiin yhteensä 59 500 pelkästään lämmitykseen käytettävää lämpöpumppua, mikä tarkoittaa 4,4 % kasvua edellisen vuoden tasoon. Lisäksi kotitalouksiin tarkoitettuja lämminvesipumppuja (Domestic Hot Water, DHW) myytiin 10 700, mikä tarkoittaa peräti 20 % kasvua edellisvuodesta. Ilmalämpöpumppuja puolestaan myytiin 37 300 kappaletta vuoden 2012 aikana kasvun oltua 14,4 % vuoteen 2011 verrattuna. Näiden myyntilukujen valossa voidaan teknologian nähdä olevan saavuttamassa maturiteettiaan. Saksan lämpöpumppuyhdistyksen johtaja Stawiarski ennakoii kasvutrendin jatkuvan ja etenkin DHW-lämpöpumppujen kysynnän edelleen nousevan, osin koska ne sopivat hyvin käytettäväksi PV-järjestelmien rinnalla. (EPHA 2013)



Kuva 13. Maa- ja ilmalämpöpumppujen käyttöönoton kehitys Saksassa 1995 alkaen (BMU 2012a).

4 Energian jakeluverkkojen asettamat rajoitteet pien- ja hajautetulle tuotannolle

4.1 Sähköverkot haasteiden edessä

Saksassa on neljä siirtoverkkoyhtiötä (TSO, high voltage), eli TransnetBW GmbH, TenneT TSO GmbH, Amprion GmbH, 50Hertz Transmission GmbH, jotka ovat alkujaan kuuluneet neljän suuren energiayhtiön omistukseen, mutta jotka on tätä nykyä joko myyty tai eriytetty omaksi liiketoiminnakseen. Lisäksi maassa on noin 860 jakeluverkkoyhtiötä (DSO), joista suurin osa on omaa sähköntuotantokapasiteettia omaavien yksityisten tai kunnallisten yritysten omistuksessa.

Sähkönsiirto- ja jakeluverkko on rakennettu palvelemaan keskitettyä fossiilista energiantuotantoa ja energijärjestelmän muuttuminen luo haasteita tälle infrastruktuurille. Eräs keskeisimmistä on verkko-tasapainon ylläpito uusiutuvan sähköntuotannon vaihdellessa kysynnän ja tarjonnan näkökulmasta epäoptimaalisen tuotannon myötä, joka seuraa markkinahinnasta erotettuja syöttötariffeja. Iso osa uusiutuvasta sähköntuotannosta on yhdistetty ensisijaisesti matalajänniteverkkoon. Jakeluverkkoa onkin laajennettava ja modernisoitava nykyisestä, jotta hajautetun ja uusiutuvan sähköntuotannon mahdollistava jakelu- ja kulutusrakente saadaan luotua. (Mm. Buchan 2012, BMWi 2012.)

Reservivoimaa tulee olla saatavilla vähäisen uusiutuvan energian tuotannon aikaan ja sähkökuormaa tulisi kyetä hallitsemaan kysynnän tai varastoinnin avulla. Verkkojen on myös mahdollistettava sähkön kaksisuuntainen siirtäminen. Verkkorakenteita olisi kehitettävä sellaisiksi, että ne tulevaisuudessa mahdollistavat älykkäiden verkkojen rakentamisen ja mm. kulutuksen kysyntäohjaus saadaan toimimaan nykyistä paremmin. (Mm. BMU 2012b, BMWi 2012, Heffels ym. 2012.)

Verkon laajentaminen on käytännössä edennyt hitaasti uusiutuvan tuotannon kasvuun verrattuna. Finpron (2011b) mukaan siirtoverkon riittävyys oli jo vuonna 2011 keskeinen haaste tuulivoimasektorin kasvuille. Samoin jakeluverkkojen hitaan laajentamisen mainitaan jo olevan esteenä aurinkosähköjärjestelmien yleistymiselle (PV GRID 2013a). Maassa on myös alueita, joilla uusiutuvaa sähköä tuottavia bioenergialaitoksia on rakennettu tiheästi ja kapasiteetti sähkön verkkoon syöttämiseksi on puutteellinen suhteellisen tiuhasta sähköverkosta huolimatta (CrossBorderBioenergy 2012a).

4.2 Sähköntuotantojärjestelmien verkkoon liittämisen ja hallinnoinnin yleiset periaatteet

Verkkoyhtiöt ovat vastuussa verkkojen laajentamisesta ja teknisen tasapainon ylläpitämisestä. Siirto- ja jakelukustannustensa kattamiseksi verkkoyhtiöt perivät sähkön kuluttajilta maksua verkon käytöstä ja voivat periä myös maksua verkon laajentamisesta aiheutuvista kustannuksista. Näitä maksuja ja laajenusinvestointeja valvotaan Federal Network Agencyn toimesta, joka yhdessä osavaltioiden viranomaisten kanssa määrittelee verkkomaksuista maksimissaan kerättävien tulojen määrää. (Mm. BMWi 2012, Buchan 2012, NREAP 2010.)

Uusiutuvista energialähteistä sähköä tuottavien laitosten liittämistä verkkoon koskevat EEG:n säädökset yleisten energialakien ja säädösten ohella (NREAP 2010). Verkkoyhtiö on velvollinen liittämään uusiutuvaa sähköä tuottavan järjestelmän välittömästi sähköverkkoon, syöttämään verkkoon kaiken järjestelmällä tuotetun sähkön sekä hoitamaan sähkön siirron ja jakelun. (NREAP 2010.) Verkko-operaattori ei voi kieltäytyä liittämästä tuotantolaitosta verkkoon puutteellisen kapasiteetin vuoksi, vaan operaattoreiden tulee kehittää ja laajentaa verkkojaan verkkoon pääsyn mahdollistamiseksi, mikäli tämä on kohtuullisin kustannuksin mahdollista (EEG 2012). Lisäksi verkkoyhtiöiden tulee tuottaa raportti verkon kehityssuunnitelmista joka toinen vuosi (NREAP 2010).

Käytännössä sähköntuottaja hakee verkkoyhtiöltä kytkentälupaa ennen järjestelmän pystyttämistä. Verkkoyhtiö on velvollinen antamaan liittyjälle viiveettä aikataulun verkkoon liittymisestä, jonka tulee kuvata hakemuksen käsittelyprosessin vaiheet sekä tiedot, joita verkkoon liittyvän tahon tulee toimittaa verkkoyhtiölle liittytapisteen määrittämiseksi tai tähän liittyvän verkon laajentamisen suunnittelun aloittamiseksi (EEG 2012). Hakemuksen käsittelylle ja järjestelmän verkkoon liittämiseksi ei ole lain puitteissa määritelty aikarajoja ja aika vaihtelee käytännössä yhden ja usean viikon välillä. Hakemuksen käsitelyään verkkoyhtiö ehdottaa kytkentäpistettä perustuen toteuttamaansa analyysiin verkkoon liitettävän sähkönsyötön vaikutuksista verkkoon sekä taloudellisesti ja teknisesti suotuisimmasta verkkoon kytkentäpisteestä. Liittytapisteen tulee olla verkkoyhtiön teknisten vaatimusten mukainen ja teknisten vaatimusten tulee olla yhtiön toimesta julkisesti saatavilla internetissä (EEG 2012). Moni verkkoyhtiö veloittaa maksun verkkoanalyysistä, mutta näiden maksujen lainmukaisuus on kyseenalainen. (Mm. EEG 2012, PV GRID 2013a.)

Sähkön tuottaja kattaa kustannukset, joita laitoksen kytkemisestä lähimpään soveltuvaan verkkoon liittytapisteeseen syntyy. Mikäli verkko-operaattori osoittaa tuottajalle muun kuin taloudellisesti ja teknisesti suotuisimman verkkoon liittytapisteen, kattaa operaattori tästä seuraavat lisäkustannukset. Verkon optimoinnista, kehittämisestä ja laajentamisesta syntyvät kustannukset tulee kattaa verkko-yhtiöiden toimesta. (NREAP 2010.) Pienjänniteverkkoon liitettävien tuotantolaitosten on oltava standardin VDE-AR-N 4105 mukaisia heinäkuusta 2012 alkaen. Maininta standardin mukaisesta sertifioinnista löytyy useimpien valmistajien liittytälaitteista, mikä helpottaa pientuottajan laitehankintaa taaten tekniset vähimmäisvaatimukset. (Mm. Ahola 2012, Karppanen 2012.)

Verkko-operaattori voi yksittäisissä tapauksissa turvautua syöttöhallintatoimiin eli säännöstellä verkkoon syötettävän sähkön määrää tietyn kapasiteettirajan ylittävissä järjestelmissä. Kaikissa yli 100 kW järjestelmissä tulee olla tekniset laitteistot, joiden avulla verkkoyhtiö voi vähentää verkkoon syötettävän sähkön määrää tai keskeyttää verkkoon syötön. Sama koskee 30–100 kW aurinkosähköjärjestelmiä. Alle 30 kW aurinkojärjestelmien tulee joko täyttää yllä mainitut tekniset ehdot tai rajoittaa verkkoon maksimissaan syötettävää sähkön määrää 70 %:iin asennetusta kapasiteetista. (EEG 2012.)

Jos verkkoyhtiö syöttöhallinnan nimissä pudottaa sähköntuottajan verkosta, menettää tuottaja syöttötariffin mukaisen tulon ko. ajalta. Tuottaja on tällöin oikeutettu verkkoyhtiön maksamaan korvaukseen menetetystä tulosta (EEG 2012). Käytännössä kompensatiomaksuissa on kuitenkin huomattavia, jopa 6 kuukauden viiveitä (Finpro 2011a). Verkkoyhtiö voi puolestaan kattaa kompensation kustannukset siirtomaksuissa, mikäli syöttöhallinnan toimenpiteet ovat olleet aiheellisia (EEG 2012).

Verkkotasapainon ylläpitämiseen tähtäävät syöttöhallinnan toimenpiteet lisääntyivät vuonna 2011 vaihtelevien uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntymisen ja verkkoinfrastruktuurin laajentamisen hitauden seurauksena. Esimerkiksi Etelä-Saksassa ja Itävallassa on jouduttu käynnistämään kylmäreservissä oleva voimaloita ja verkkoon syötettävän sähkön määrää on ajoittain leikattu. Kuluttajille heijastuneiden häiriötilanteiden määrä ei kuitenkaan merkittävästi kasvanut aiemmasta. Verkon kehittämiselle laadittiin kansallinen suunnitelma vuoden 2012 lopussa, jossa luonnostellaan toimenpiteitä siirtoverkon kysyntäperusteiselle optimoinnille, vahvistamiselle ja laajentamiselle. Suunnitelman keskiössä on suurjänniteverkkojen rakentaminen pohjoisessa tuotetun tuulivoiman siirtämiseksi lännen ja etelän korkean sähkönkulutuksen alueille. (Mm. Bundesnetzagentur 2012, Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2012.)

Verkkoliiketoiminnan rakenteellinen muutos - “uudelleenkuunnallistuminen”

Saksan sähköverkoja koskien on käynnissä rakenteellinen muutos (Buchan 2012). Kunnalliset energialiikelaitokset, *Stadtwerke*, omistavat jo yli puolet matalajännitejakeluverkoista, ja yhä useammat kaupungit ja kunnat ovat verkkotoimilupien raukeamisen yhteydessä palauttamassa verkkoja haltuunsa. Julkiset toimijat tavoittelevat verkkojen hallinnan avulla paitsi asemansa vahvistamista energiasektorilla myös tulojen kasvattamista. (Buchan 2012.)

Etuna paikallisesta verkkojen omistuksesta ja hallinnoinnista on verkon laajentamiseen liittyvä vahvempi sosiaalinen hyväksyntä ja alueellisen omavaraisuuden kehittyminen. Myös aluesuunnitteluun on saatavilla kunnallista osaamista ja panostusta. (Mm. Auer & Heymann 2012, Buchan 2012.) Kunnallisten yhtiöiden mahdollisuudet rahoittaa verkkojen laajentamista ovat kuitenkin kyseenalaiset finanssikriisin hankaloitettua lainarahan saamista (Buchan 2012).

4.3 Verkkoinvestointien heikko kannattavuus yhtenä syynä hitaalle kehitykselle

Saksan energia viraton (DENA) (2012) laatimassa jakeluverkkojen kehittämistä koskevassa tutkimuksessa arvioidaan sähkönjakeluverkkojen laajentamisen vaativan vuoteen 2030 mennessä käytännössä 27–43 miljardiin euroon nousevia investointeja. Laajennusvaatimukset koskevat vahvimmin keski- ja suurjänniteverkkoja, matalajänniteverkkoa koskeva laajennustarve nähdään näitä pienemmäksi. (DENA 2012.)

Verkkoinvestointien tulisi pystyä kilpailemaan tuotantokapasiteetin lisäämiseen suunnattavien investointien kanssa (Auer & Heymann 2012). DENA:n (2012) mukaan lakeja ja tukimalleja tulisi kuitenkin uudistaa, jotta verkon laajennustarpeisiin kyetään vastaamaan. Kannustimet projektien rahoittamiseksi ovat nykyisellään riittämättömät, sillä uusiutuvan energian integroimisen ja verkkojen kehittämisen aikaansaamat tuotot eivät viraston mukaan riitä investointien kannattavuuden ja siten verkkoyhtiöiden liiketoiminnan takaamiseksi.

Auer ja Keil (2012) toteavat älykkäiden verkkojen ja mittaamisen olevan Saksassa käytävän keskustelun keskiössä. Heidän mukaansa tärkeä vaihtoehto verkkojen kuormituksen helpottamiseksi on aurinkoenergian lisääntyvä kuluttaminen suoraan tuotantopaikoilla. Samoin varastointiteknologioiden kehitys on keskeinen verkkotasapainon hallinnan tukija. Auer ja Keil (2012) esittävät, että vuonna 2025 tarve sähkön lyhytaikaisille varastointijärjestelmille vähintäänkin kaksinkertaistuu, ja vuoteen 2040 mennessä on tarve varastoida useiden viikkojen tai kuukausien ajaksi vähintään 40 TWh sähköä.

Saksan kaukolämpöverkko on noin 50 000 km mittainen. Kaukolämpö- ja kylmäverkkojen laajentamista ja kehittämistä tuetaan kompensatiomaksujen Combined Heat & Power Act:in (KWKG) kautta. Uusiutuvalla energialla tuotetut lämpöverkot voivat saada tukea myös Market Incentive Program MAP:ista KfW-ohjelmasta. (NREAP 2010.)

Tutkimusten mukaan Saksassa kaasuverkkoinfrastruktuuri on riittävä maakaasulaatuisiksi jalostetun biometaanin syöttämiseksi maakaasuverkkoon. Verkon kokonaispituus on noin 443 000 kilometriä. Tästä 27 % on matalan, 41 % keskipaineen ja 32 % korkean paineen putkistoa. Vuonna 2011 80 biokaasulaitosta syötti tuottamaansa biokaasua kaasuverkkoon. Biokaasulaitoksella on mahdollisuus tulla liitetyksi verkkoon, jos tekniset ja taloudelliset kriteerit täyttyvät. Verkkoon liittämisen kustannukset jaetaan biometaanin tuottajien ja verkko-operaattoreiden kesken. Verkkoon liityntäpiste jää kuitenkin verkko-operaattorin omistukseen, joka myös kattaa liityntäpisteen hallinnan kustannukset. (NREAP 2010.)

5 Uusiutuvan energian ohjaus- ja tukipolitiikka

Julkisella ohjauksella ja sitä kautta tulevilla taloudellisella tuella on toistaiseksi tärkeä merkitys hajaute-
tun ja uusiutuvan energiantuotannon investointien kannattavuudelle. Saksassa hajautettua tuotantoa on
onnistuttu lisäämään nopeasti sellaisen tukipolitiikan avulla, jossa pientuotantoa ostavat sähköyhtiöt vel-
voitetaan maksamaan kiinteä korkea hinta tuotetusta sähköstä siitä riippumatta, mikä tuotannon arvo on.
Tämä tuki sekä hajautetusta tuotannosta sähköjärjestelmälle aiheutuvat kustannukset nostavat sähkönkul-
uttajien maksamaa hintaa. Saksassa verollisen sähkön kuluttajahinta onkin Euroopan kärkitasoa, vuoden
2012 osalta noin 1,7-kertainen Suomeen verrattuna.

5.1 Uusiutuvan energian tuet

Yhteiskunnan taloudellisessa ohjauksessa toiminnan motiivi luodaan tuottamalla toimijalle taloudellinen
kannustin toimia yhteiskunnan toivomalla tavalla. Taloudellista ohjausta ovat esimerkiksi päästökauppa-
järjestelmä sekä ympäristöperusteiset verot, tuet ja kannustimet. Epäsuoraa taloudellista ohjausta ovat
mm. investointituet, luottolupaukset ja korkotuki. Ohjauskeinoja käytetään asetettujen tavoitteiden toteut-
tamiseen tilanteessa, jossa markkinamekanismi ei yksinään ohjaa kehitystä oikeaan suuntaan tai tuota
toivottua tulosta riittävän nopeasti. Ohjauskeinot voidaan yleisesti jakaa hallinnollisiin ja taloudellisiin
keinoihin sekä informaatio-ohjaukseen.

5.1.1 Euroopassa käytössä olevat tukimallit

Euroopan unionin alueella sähkön tuotantoa tuetaan useimmiten kiinteähintaisella syöttötariffilla. Muut
päätukijärjestelmät ovat syöttöpremio sekä sertifikaattijärjestelmä. Vaikka maa tarjoaisi kahta tai jopa
kolmea edellä mainituista tukijärjestelmistä, ovat ne harvoin päällekkäisiä, tarkoittaen, että sähkön tuotta-
jat voisivat hyötyä useammasta tukimallista samanaikaisesti. Muita Euroopan unionin maissa käytettäviä
tukijärjestelmiä ovat mm. verohelpotukset sekä tarjouskilpailut, jotka ovat ajatustavaltaan ostovelvoitetta
vastaavia järjestelmiä (Marja-aho 2011).

Tukien suuruudet, soveltamisalat ja -kapasiteetit sekä tukimallien voimassaoloajat vaihtelevat maittain ja
maiden sisällä mm. Saksan osavaltioilla on myös monipuolisia omia tukimuotojaan (Siegmond 2012a,
48–55). Seuraavassa taulukossa (taulukko 6) on käyty läpi keskeisimmät uusiutuvaan energiaan liittyvät
taloudelliset ohjauskeinot niihin liitettyjen etujen ja haittojen näkökulmasta.

Taulukko 6. Yleisimmät taloudelliset ohjauskeinot Euroopassa (soveltaen Marja-Aho 2011).

Ohjauskei- no/Tuki	Yleistä	Maksaja	Edut	Haitat
FIT, syöttö- tariffi	Takuuhinta tai hintali- sä tuotetulle energial- le (yleensä sähkölle, tuotantoon sidottu tulotuki)	Maksajana yleensä kaikki sähkönku- luttajat	- Takaa vakaan hinnan, helpottaa investointihank- keiden rahoituksen järjes- tämistä ja laskee taloudelli- sen riskin aiheuttamia kustannuksia - Hyödyttää pientä ja kes- kisuurta tuotantoa	- Tuotantomäärien ja sähkön hin- nannousun ennustaminen etukä- teen on hankalaa, koska vasta markkinat määrittelevät kokonais- tuotantohalukkuuden asetetulla tariffitasolla - Kustannustehokkaan tariffitason määrittäminen vaatii tuotantokus- tannusten tarkkaa tuntemusta ja kykyä ennakoida niiden muutoksia tulevaisuudessa - Yli/ali kompensatio - Tuotantomuodon sisäisen tai tuotantomuotojen välisten kilpailun puute. Ei kannusta kiivaaseen tuo- tekehitykseen ja kustannussäästöi- hin.

Syöttöpreemiot	Takuuhinta energian (yleensä sähkön) markkinahinnan päälle	Maksajana yleensä kaikki sähkönkuluttajat	-Markkinaehtoisempi kuin takuuhinta, kannustaa mm. tuottamaan sähköä vuoro- kauden tai vuodenaikojen sähkön hintapiikkien mukaan	-Aiheuttaa sähköntuottajalle ansio- tonta arvonnousua (ns. windfall- voitto) ja houkuttelee windfall – veron käyttöönottoa -Ennakoimattomat kilpailukykyvai- kutukset
Nettolaskutus Nettomit- tarointi Ostovel- voite	-Pientuotannon säh- kökauppapalvelun toteutustapa, jossa pientuottaja myy ylijäämänsähkön markkinoille -Kauppahinnat ja – ehdot voivat määräytyä vapaasti sovittavi- na markkinahintoina tai säänneltyinä -Tukee muita tuki- muotoja, hyödyttää omavaraista pientuot- tajaa	Verkkoyh- tiöt, säh- könkulutta- jat	-Pientuottaja saa taloudel- lista hyötyä voidessaan myydä ylijäämänsähkösä sähköverkkoon -Ylijäämänsähkön nettolas- kutustarve on suurin aurin- kosähköä tuottavilla kulut- tajilla, joilla tuotantoa syn- tyä erityisesti kesäpäivinä usein enemmän kuin oma kulutus tarvitsee -Nettolaskutuksen avulla voidaan varmistaa, että kaikella tuotetulla sähköllä on arvo	-Sähkön hankinta ostovelvollisista pientuotantokohteista ei ole yhtä kustannustehokasta kuin hankinta sähköpörssistä -Pientuotannon toimintamallit ovat toistaiseksi epäselviä Eri kohteissa ja eri yhtiöissä toimitaan eri tavoin. Valtion tuki- ja verotusasiat ovat epävarmoja ja epäselviä pientuotta- jan kannalta -Pientuotannon liittymisbyrokratia suhteessa tuotannon arvoon -Yksinkertaiset ehdot ja laskutus- käytännöt puuttuvat (Suomi)
Kiintiöjär- jestelmä: ”Vihreät sertifikaatit” Tarjouskil- pailut	-Kiintiöjärjestelmässä määritellään minimi- määrä uusiutuvaa sähköä, joka sähkön- tuottajat, verkonhaltija tai sähkön loppukäyt- täjät veloitetaan hankkimaan markki- noilta. Tavoitetaso määritel- lään poliittisesti. -Syöttötariffia markki- naehtoisempi	Kuluttajat	-Toimijan ei tarvitse itse tuottaa, veloitteen voi täyttää ostamalla vihreitä sertifikaatteja toimijoilta -Teknologioiden ja/tai energialähteiden hyödyn- tämiskiintiö voidaan eriyt- tää, jolloin tasataan tuotan- tokustannusten välisiä eroja (esim. tuuli- ja aurin- kovoima) -Tarjouskilpailussa pitkäai- kaiset myyntisopimukset -Markkinaehtoinen toiminta edistää teknologian kehi- tystä; kustannusten alas- painamiseen on olemassa selkeä motivaatio	-Järjestelmäkokemukset osoittavat, että käytännössä muodostuneet monimutkaisiksi ja erityisesti alku- vaiheen kapasiteetin käynnistämis- sä & loppuvaiheen saavuttamisessa esiintyy sopimuskauden aikana (investointi) ongelmia
Investointi- tuet (har- kinnanva- raiset)	%-osuus investointi- kustannuksista	Valtio, verotulot	-Tuotantokapasiteetin lisääminen markkinaehtoi- ta toimintaa vauhdikkaam- min → vauhdittaa sysäyk- sittäin	-Investointituki voi ohjata laitoksiin, joita ei käytetä täydellä kapasiteetil- la (alhaisilla energian hinnoilla, korkeilla raaka-ainekustannuksilla)
Verohelpo- tukset	Energiaverot valmis- teveroja, jossa suun- taus ollut kohti pääs- tö- ja kulutusperus- teista verotusta	Valtio, menet- tyinä vero- tuloina	Edistävät uusiutuvan ja pientuotannon lisääntymis- tä	-Pientuotannon osuuden kasvaessa fiskaalinen verokohtelu voi vääris- tää kilpailua -Verotuksen kehityksen ennakoimattomuus

5.2 Uusiutuvan energian tuet Saksassa

Saksassa pääsääntöinen tukimuoto on syöttötariffi. Se on valtiolle kustannusneutraali keino lisätä uusiutuvan energian tuotantoa. Takuuhinnan maksajia ovat sähkönkuluttajat, joten kuluttajille sähkön hinta nousee. Syöttötariffisähkön tuottajat saavat tuottamalleen energialle paremman, kilpailukykyisen hinnan. Syöttötariffijärjestelmää tukee Saksassa syöttöpremio. Tariffijärjestelmän ulkopuolella olevien sähkön- tuottajien saama sähkön hinta muodostuu edelleen markkinoilla. EEG lain tarkoituksena oli lisätä uusiutuvan energian tuotantoa ja taata uusiutuvalla energialle markkinat sekä yhdenmukaiset jatkuvat tuet. Tutkimusrahoitusta on vuosien aikana suunnattu myös vahvasti uusiutuviin energiajärjestelmiin ja – rat- kaisuihin. Saksan osavaltioilla on myös monipuolisia omia tukimuotojaan (Siegmond 2012a, 48–55). Lisäksi BAFA tarjoaa tukea aurinkolämpö-, PV- ja biomassajärjestelmien käyttöönottoon ja tukee kotita- louksien opastamista energiansäästöön (CrossBorderBioenergy 2012a).

5.2.1 Aurinkoenergian tuet Saksassa

Saksassa aurinkosähkötuotantoa on lähdetty tukemaan voimakkaasti syöttötariffien avulla vuodesta 2000 alkaen tarkentaen tukitasoja jatkuvasti teknologian kapasiteetin ja sovelluskohteiden mukaan (Fullton & Mellquist 2011). Syöttötariffi on ulotettu koskemaan myös pientuotantoa. Houkuttelevat tukitasot ovat lisänneet tuotantoa nopeasti ja samalla paneelien kasvanut kysyntä ja tekniikan kehitys ovat laskeneet uusien yksiköiden tuotantokustannuksia kiihtyvään tahtiin. Esimerkiksi vuosina 2009 – 2011 aurinkosähkön tuotanto miltei kolminkertaistui ja laitteistojen hinnat puolittuivat. Vuoden 2011 aikana Saksassa asennettiin uutta aurinkosähkökapasiteettia yhteensä 7 500 MW. Eri ennusteiden mukaan investointikustannusten oletetaan lisäksi puolittuvan nykyisestä vuoteen 2020 mennessä (BMU 2012a, Rothacher 2012).

Aurinkosähköteknologian kustannukset ovat pienentyneet jopa nopeammin kuin osattiin odottaa ja siten Saksassa onkin leikattu syöttötariffeja useasti. PV-tariffien degressiotahtia päivitetään jatkuvasti, eli tariffien pienentymisellä pyritään seuraamaan markkinoiden hintakehitystä aiempaa tarkemmin (BMU 2012a, 32). Huhtikuussa 2012 asetetun lain mukaan uusien laitosten saamaa tuen määrää lasketaan prosentin verran kuukaudessa. Lakiuudistuksella tähdätään 2,5–3,5 GW:n vuotuisen lisäykseen aurinkosähkökapasiteetissa. Mikäli kapasiteettia rakentuu tätä enemmän, lasketaan tukea nopeammassa tahdissa. Syksyllä 2012 uusille asennuksille myönnettävän syöttötariffin suuruus oli 128,4 €/MWh (max 10 MW)–185,4 €/MWh (max 10 kW). Tuki myönnetään aina 20 vuodeksi. 10–1 000 kW laitteistoiden tuotannosta hyvitetään jatkossa vain 90 %, loput 10 % tulee joko käyttää itse tai sille on löydettävä ostaja (Fulton & Capalino 2012, KPMG 2012).

5.2.2 Bioenergian tuet Saksassa

Syöttötariffit ovat olleet merkittävässä asemassa Saksan biomassapohjaisen sähköntuotannon kehittämisessä. Biomassan tukipaletti on kuitenkin koettu monimutkaiseksi ja sitä on pyritty selkeyttämään EEG:n viimeisimmissä uudistuksissa. Monimuotoisia bonusmaksuja on selkeytetty, eri resurssien käytön kilpailullisuutta selvitetty ja epätoivottuja ekologisia kannustinvaikutuksia pyritty korjaamaan (BMU 2012a). Bioenergiapohjaiselle lämmöntuotannolle keskeisin tukimuoto on Renewable Energy Heat-Law (EE-WärmeG) sekä siihen integroitu Market Incentive Program for Renewable Energies (MAP) (CrossBorderBioenergy 2012a).

Biokaasutuotannon tuki perustuu EEG-lakiin. Tariffijärjestelmään pääsivät mukaan 20 megawattia tai vähemmän sähköä tuottavat biokaasulaitokset. Tariffia maksetaan 20 vuotta järjestelmään liittymisestä (Porsche 2007, 44). Vuonna 2004 uusiutuvan energian lakia muutettiin Saksassa niin, että pienemmät laitokset saavat suurempaa takuuhintaa. Myös energiakasvien käyttöä biokaasun tuotannossa alettiin tukea (Porsche 2007, 45–46), mutta syöttötariffikelpoisuutta määritellään useilla ehdoilla. Maissin käyttöä biokaasulaitosten raaka-aineena on rajoitettu 60 %:iin ja laitosten tulee tuottaa sekä lämpöä että sähköä 60 %:sti (CrossBorderBioenergy 2012a). EEG:ssä tuetaan myös lannan ja biojätteiden käyttöä biokaasulaitosten raaka-aineena ja mm. biokaasun varastointia ja jalostamista biometaaniksi. Syöttötariffit ovat lisänneet huomattavasti biokaasun tuotantoa Saksassa.

Vuonna 2013 perustariffi pienille laitokselle (alle 150 kW) oli 11,67 snt/kWh, keskisuurille (150–500 kW) 9,18 snt/kWh ja suurille (500kW–5 MW) 8,25 snt/kWh. Perustariffin lisäksi biokaasulaitos voi saada lisäbonusta tuotetulle kilowattitunnille puhtaan ilman, uudistuvan alkutuotannon, alueellisen työllistävyyden, lannan käytön, uuden teknologian ja yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon perusteella. Maksimibonusilla pienessä laitoksessa voi teoriassa näin saada tariffin määräksi 32,67 snt/kWh, mutta käytännössä tariffi on keskimäärin 23–25 snt/kWh. Suurillakin laitoksilla tariffi on maksimissaan 17 snt/kWh (Stolpp 2010). Biokaasulaitoksia koskee myös joustavuuspremio, mikä tukee sähkön kysyntään reagoivaa tuotantoa (BMW 2012, 33). Metaanipäästöjen hallinta kuuluu Saksassa tariffijärjestelmään ja biokaasun tuottaja voi saada lisätuen, jos metaanipäästöt voidaan todeta vähemmäksi kuin 0,5 % metaanin kokonaissisällöstä (EEG 2008).

Syöttötariffien lisäksi bioenergiavoimalaitoksilla on mahdollisuus saada muuta taloudellista tukea esim. KfW-pankin tarjoaman rahoituksen, BAFA:n (The Federal Office of Economics and Export Control) jakamien avustusten ja muiden apurahojen ja lainojen avulla, joiden ehdot ja vaatimukset vaihtelevat osavaltioittain. Saksan bioenergiayhdistyksen mukaan poliittinen epävarmuus kuitenkin edelleen ehkäisee

investointeja biomassavoimaloihin, johtuen muun muassa EEG:n syöttötariffeja koskevista mahdollisista tulevista muutoksista. Samoin MAP-ohjelman hetkellinen keskeytys kesällä 2010 näkyy bioenergian kehitysluvuissa asennetun lämpökapasiteetin pudotuksena, eivätkä markkinat Saksan bioenergiayhdistyksen mukaan ole edelleenkaan tästä täysin toipuneet (CrossBorderBioenergy 2012b).

Saksassa on myös määritetty 25 niin kutsuttua bioenergia-aluetta, joissa kehitetään uusia bioenergia-projekteja ja tehdään tuotekehitystyötä maatalous- ja ruokaministeriön alaisessa ohjelmassa. Etenkin kunnat ovat olleet keskeinen ajuri projektien eteenpäin viemisessä (Finpro 2011a). Bioenergiantuotanto on kuitenkin edelleen tukiriippuvaista pystyäkseen kilpailemaan fossiilisten energialähteiden kanssa. Vaikka fossiilisten energialähteiden hinnat ovat nousseet, myös bioenergian tuotantokustannukset ovat kasvaneet raaka-aineiden hintojen nousun vuoksi. Esimerkiksi biokaasulla tuotetun sähkön hinta vaihtelee merkittävästi laitospuolelta, raaka-aineesta ja teknologiasta riippuen. (CrossBorderBioenergy 2012a.)

5.2.3 Tuulivoiman tuet Saksassa

Tuulivoimasektorin kehitystä on edistänyt etenkin EEG:n luoma vakaa investointi- ja suunnitteluympäristö niin laitevalmistajien, sijoittajien kuin voimalaoperaattoreiden näkökulmasta (Bruns & Ohlhorst 2011). Myös EEG:n päivittäminen on keskeisessä roolissa tuulimarkkinoiden kehityksessä (BWE 2013). Saksan tuulivoimayhdistyksen tuki on edistänyt poliittisen tason muutoksia teollisuuden edustajana (Bruns & Ohlhorst 2011) ja verohelpotukset ovat kannustaneet tuulivoimainvestointeihin. Laitekysynnän kasvu on johtanut yritysten määrän lisääntymiseen. Saksalaisten yritysten innovatiivisuus ja uusien teknologioiden kokeiluhalukkuus myös on tuottanut kokemusten kautta vahvaa osaamista (Mm. Finpro 2011b, Bruns & Ohlhorst 2011). Saksalaiset yritykset ovat lisäksi hyvin verkottuneet Eurooppalaisilla markkinoilla (Finpro 2011b).

Maatuulivoima muodostaa vain noin 20 % Saksan uusiutuvan energian kustannuksista, vaikka sen avulla tuotetaan lähes puolet maan uusiutuvasta energiasta. Saksan tuulivoimayhdistyksen mukaan se onkin siten halvin uusiutuvan energian tuotantomuoto (BWE 2012b). Maa-tuuliturbiinien päivittämistä tehokkaammiksi kannustetaan EEG:ssä tukemalla modernisoituja tuuliturbiineja bonuksella ja teknologian kustannustehokkuutta pyritään edistämään EEG-tariffin degressiolla. Tuulivoiman lisäämiseksi Saksan liittotasavallan hallitus on myös käynnistänyt osavaltioiden kanssa edistettävän selvityksen potentiaalisista tuulivoima-alueista (BMU 2012c).

5.2.4 Geotermisen energian tuet Saksassa

Saksassa tuetaan geotermistä energiaa mm. syöttötariffien kautta. Saksan ympäristöministeriön mukaan vuoden 2012 kevääseen mennessä geotermisen energian hyödyntäminen ei ollut saanut jalansijaa Saksassa (BMU 2012c), mistä johtuen teknologian syöttötariffia nostettiin muutamalla sentillä 30 senttiin/kWh ja CHP-tuotantoa koskeva sekä aikaisen aloittajan bonus integroitiin geotermisen energian perussyöttötariffiin. Lisäksi teknologista kehitystä tuetaan maksamalla geotermisen energian projekteille maksettavan perustariffin ohella bonusmaksua EGS-teknologian eli nk. syvän geotermisen energian hyödyntämisestä (EGEC 2012). Näiden toimien nähdään parantavan investointiympäristöä teknologialle (Jennejohn ym. 2012).

5.3 Saksan uusiutuvan energian edistämisen tukitasot

Syöttötariffien sääntely Saksassa tapahtuu Renewable Energy Act:n mukaan. Kesto on määritelty yleensä pitkäaikaiseksi (15–20 vuodeksi). Suunnitteilla ollut vähennys aurinkosähkön tuessa on toteutunut vuoden 2012 aikana. Syöttötariffi (FIT) myönnetään ensimmäiselle 85–90 % osalle tuotetusta sähköstä ja loppuosan myynti tapahtuu markkinahintaan. Pientuotannon hallinnollinen haku tehdään Saksan ympäristöministeriöön tai valtio-omistaiseen KfW-pankkiin. Lisäksi uusiutuvan sähkön suoramyyntin tukeminen markkinapreemiomallin myötä EEG:ssä v.2012 on luonut mahdollisuuksia erilaisille suoramyyntiin liittyville liiketoimintamalleille. Markkinapremio koostuu teknologiakohtaisen syöttötariffin ja keskimääräisen todellisen markkinahinnan erotuksesta, jolloin yrityksille syntyy kannustin tuottaa energiaa aiempaa markkinaohjautuvammin. Suoramyynti ei kuitenkaan suurimmalle osalle tuottajista onnistu ilman välikäsiä (Wassermann 2012).

Taulukko 7. Saksan uusiutuvan energian tukitasot (EEG 2012, KPMG 2012, Haavisto 2013, Res-legal.eu 2013, Fulton & Capalino 2012).

	Feed-in tariffi	Teknologia- ja/tai raaka-ainekohtaiset tukiratkaisut	Lisäbonus	Tuen degressio
Vesivoima	alle 5 MW: 6.3-12.7 snt/kWh Yli 5 MW: 3.4- 5.5 snt/kWh (laitoskoko)			-1% per vuosi
Biometaani	Perus: 6.0- 12.7 snt/kWh (laitoskoko)	Orgaanisen jätteen ferman- taatio: 14-16 snt/kWh Lannan fermentaatio: 25 snt/kWh -Raaka-ainelisä: max 8 snt/kWh	Kaikille alle 5 MW laitoksille: max 3 snt/kWh)	-2% per vuosi
Muu biokaasu	Laitoskoko: alle 150 kW: 11,67 snt/kWh, 150 – 500 kW: 9,18 snt/kWh 500kW – 5 MW) 8,25 snt/kWh	Biomassasta 6-25 snt/kwh Kaatopaikkajätteestä: 5.89- 8.60 snt/kwh Jätevedestä: 5.89-6.79 snt/kwh	Kaikille alle 5 MW laitoksille: max 3 snt/kWh)	-1.5% per vuosi
Bioenergia	6-14.3 snt/kwh (laitoskoko)	Lisätuki 2.5-8 snt/kwh käytet- tävästä biomassasta riippuen		
Maalämpö	25 snt/kWh		petrotermisen tekno- logian käytön lisätuki: 5 snt/kWh	-5 % vuodesta 2018 eteenpäin
Tuuli (maa)	Perus: 4.87 snt/ kWh ensim. 5 vuot- ta: 8.93 snt/kWh (jatketavissa)	Lisä FIT: jos täyttää "TSO Systemdienstleistungsbonus" vaatimukset: 0.48 (ennen vuotta 2015) - 0.7 snt/kWh (jos tehty 2002- 2008 välillä)	Uuden laitoksen lisä 0.5 snt/kwh myönnetään koh- teille, joihin tulee aiempaa korkeam- pi nimelliskapasi- teetti	-1.5 % per vuosi
Tuuli (meri)	Perus: 3.50 snt/kWh Ensim. 144 kk: 15 snt/kWh (jat- kettavissa)	Lisä FIT: Laitosoperaattori voi hakea 19 snt/kwh esim. 96 kk, jos toimeksianto tehty ennen vuotta 2018.		0 % ennen 2017; -7 % vuodesta 2018 eteenpäin
Aurinko (avomaalla)	13.5 snt/kWh (laitoskoko maksimi ka- pasiiteetti 10 MW)	Laitokset viljelymaa-alueella ei tuellisia. Muu avoin ala tuellista		Kuukausiperusteinen -1% lisättynä muun- tuvalla lisädegressi- olla uuden kapasi- teetin asennuksen myötä
Aurinko (rakennuksessa)	13.5-19.5 snt /kWh (riippuen ni- mellisestä tuotanto ka- pasiiteetista)	Kapasiteettirajat: ≤ 10 kW: 19.50 snt/kWh ≤ 40 kW: 18.50 snt/kWh ≤ 1 MW: 16.50 snt/kWh ≤10 MW: 13.50 snt/kWh		Kuukausiperusteinen -1% lisättynä muun- tuvalla lisädegressi- olla uuden kapasi- teetin asennuksen myötä

5.4 Muut taloudelliset ohjausjärjestelmät Saksassa

5.4.1 Investointituet

Uusiutuvan energian investointeja tuetaan Saksassa kahden kansallisen pääohjelman kautta. Perusohjelmassa ovat mukana uusiutuvan energian keskeiset muodot ja premium-ohjelmassa keskitytään suurten laitosten lämmöntuotantokapasiteetin lisäykseen uusiutuvista energianlähteistä (KPMG 2012). Aurinkopaneelijärjestelmille, biomassaan pohjautuville laitoksille, biokaasulaitoksille, CHP-laitoksille, lämpölaitoksille ja – varastointiin sekä lämpöpumpuille sekä syvän geotermisen lämmön lisäämiselle on varattu pitkäaikaista jopa 100-prosenttista rahoituslainaa, jossa on alhainen korko. Investoinnin lainamaksimi on 25 milj.euroa/projekti perusohjelmassa sekä 10 milj. euroa premium-ohjelmassa. Erityisellä koronalennuksella tuetaan pk-yrityksiä. 5, 10 ja 25 vuoden laina-ajalle on mahdollista saada alkuun maksuvapaita vuosia kolmen vuoden ajan. Vuonna 2011 KfW-pankki lainoitti premium – ohjelmaa yhteensä 500 miljoonan euron edestä. Kokonaisuudessaan yli kymmenen vuoden aikana ohjelmien lainojen volyyymi on 2 miljardin luokkaa. Lisäksi erillisiä investointilainoitusohjelmia on mm. tuulivoimapuistoille (KPMG 2012).

5.4.2 Energiaverotus

Uusiutuvan energian kehittämistä ja rakentamista tuetaan voimakkaasti energiaverojen tuotolla. Saksan energiaverotus onkin yksi maailman kireimmistä. Saksassa sähköntuotannon polttoaineilta ei kerätä valmisteveroa. Sähkön kulutusvero on teollisuudelle 1,23 snt/kwh ja palveluille sekä kotitalouksille 2,05 snt/kwh. Uusiutuvilla energianlähteillä tuotettu sähkö on vapautettu sähköverosta. Verottaja kerää lisäksi ns. konsessio-maksua 1,79 snt/kwh kotitalouksilta ja teollisuudelta 0,11 snt/kwh. Verkko-operaattorille kerätään uusiutuvan energian lakiin perustuvaa EEG-maksua kaikilta kuluttajilta 2,047 snt/kwh (3,53 snt/kwh v. 2011), jolla katetaan syöttötariffien ja muiden uusiutuvan energian käytön aiheuttamat lisäkustannukset. Lisäksi kerätään CHP-maksua teollisuudelta 0,05 snt/kwh ja kotitalouksilta 0,13 snt/kwh. Kaikkiaan kotitaloussähköltä kerätään veroluonteisia maksuja 6,02 snt/kwh (+alv) ja teollisuuden sähköl-
tä 3,56 snt/kwh. Lisäksi ydinvoimayhtiöt sijoittavat uusiutuvan energian investointirahastoon (vuosina 2013–2016 200 milj. euroa/v). Lisäksi kaukolämmön polttoaineista on mahdollista saada veronpalautuksia. Tämä koskee vähintään 70 %:n hyötysuhteen yhteistuotantolaitoksia. (Rantakokko 2010).

5.5 Lupamenettelyn pääpiirteet

Hallinnollista ohjausta käyttää julkinen valta lakien, normien ja päätösten muodossa. Energiatuotantoa säädellään hallinnollisesti esimerkiksi ympäristölupamenettelyllä, jossa toiminnan aiheuttamille päästöille asetetaan laitoskohtaisesti tietyt rajat. Hallinnollisen ohjauksen noudattamisen motiivina on sanktioitu pakko, eli lakien, säädösten ja lupaehtojen noudattamatta jättämisestä seuraa rangaistus. Informaatio-ohjausta ovat mm. tutkimus- ja kehitystyön rahoittaminen, demonstraatiohankkeet, koulutus, tiedon siirto sekä vapaaehtoiset sopimukset. Informaatio-ohjauksen vaikutusmekanismit ovat monisyisiä ja toimien vaikuttavuutta voidaan usein tarkastella vasta pitkällä aikavälillä.

Pienimuotoisille hajautetuille energiantuotantojärjestelmille, kuten rakennuksiin asennettaville aurinkopaneeleille tai biomassaboilereille ei vaadita päästölain mukaista lupamenettelyä. Tällaisten järjestelmien rakentaminen vaatii joko rakennuslupan paikallisen osavaltion rakennusmääräysten mukaan tai ei vaadi lainkaan virallista lupaa. Lupamenettelyä koskevat säädökset on määriteltävä alueellisissa rakennusmääräyksissä osavaltiotasolla ja osavaltiot vastaavat hyväksyntäprosessista. (NREAP 2010.)

Esimerkiksi rakennusten katoille asennettavien pienten aurinkolämpö- tai aurinkosähköjärjestelmien tapauksessa varsinaista rakennuslupaa ei yleensä tarvita, vaan ilmoitus asianomaiselle viranomaiselle riittää. Asianomainen rakennusviranomainen tarkastaa ilmoituksen ja hoitaa hakemuksen eteenpäin viemisen tarvittaville viranomaistahoille rakennuslupan tarvitsevien tapauksien kohdalla. (NREAP 2010.)

Suurempien, eli päästölain (BlmSchV) piiriin kuuluvien järjestelmien tapauksessa hyväksynnän rakentamiselle saa kun perusveloitteet haitallisten ympäristövaikutuksien ehkäisemistä, jätteen käsittelystä ja tehokkaasta ja taloudellisesta energiankäytöstä täytyvät (EEG 2012). Järjestelmän odotettavissa olevista ympäristövaikutuksista riippuen noudatetaan joko yksinkertaistettua tai muodollista BlmSchV mukaista

hyväksyntäprosessia. Muodollista versiota koskee sidosryhmien julkinen osallistaminen hyväksyntäprosessiin. YVA-menettelyn tarpeellisuudesta määrätään YVA-säädöksessä (Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung – UVPG). (NREAP 2010.)

Lupatarkastelut erilaisille energiajärjestelmille (EEG 2012, NREAP 2010)

Kaikki energiajärjestelmät ovat velvollisia hakemaan rakennusluvan, ellei vapautusta ole erikseen annettu.

Lisäksi päästölain (*BlmSchV*) alaisia ovat:

- biopolttolaitokset, jotka ylittävät lain kynnysarvot ja käyttävät polttoaineenaan biomassaa, kaatopaikkakaasua, biokaasua jätevedenpuhdistamolta, puuta tai kasviöljyä
- tuulivoimaturbiinit, joiden korkeus ylittää 50 m
- fermentointitilat, joissa käytetyn jätteen määrä ylittää lain kynnysarvot.

Päästölain (*BlmSchV*) mukaista lupatarkastelua eivät vaadi:

- muut kuin yllä mainitut bio- ja tuulivoimalat ja fermentointitilat
- mitkä tahansa aurinkosähkö- tai lämpöjärjestelmät.

Muiden kuin päästölain alaisesti tulee hyväksyä:

- vesivoimalat (*Water Resources Act-WHG*)
- geotermiset järjestelmät (*Water Resources Act-WHG*)
- tietyillä alueilla sijaitsevat merituulivoimalat (*Offshore Installations Ordinance – SeeAnIV*)

Tuulivoiman lupamenettelystä käytännössä

Tuulivoimaloiden ja – puistojen lupaprosessi kestää selvityksen mukaan noin 1-2 vuotta. Prosessia johtaa tyypillisesti paikallinen kunnanhallitus, ja tuulivoiman tuotannolle on usein osoitettu soveltuvia alueita paikallisessa aluekehityssuunnitelmassa (*Land Development Plan*). Mukana on usein myös muita tahoja kuten paikallisia yhdistyksiä ja ympäristöorganisaatioita. (Finpro 2011b.)

Kaikki tuulivoimaprojektit arvioidaan ennen kehitysvaihetta, arvioinnin asteen riippuessa turbiinien määrästä. Yli 20 turbiinin puistoista tulee aina tehdä YVA-arviointi. (Haugen 2011.) Pienille alle 100 kW tuulivoimaturbiineille ei kuitenkaan ole olemassa kansallisia yleispäteviä säädöksiä lupamenettelyä koskien, vaan operaattorin tulee olla yhteydessä paikalliseen rakennusviranomaiseen. (Finpro 2011b.)

Saksassa on määritelty tuuliturbiineja koskevia säädöksiä melulle ja varjon ja valon välkkymiselle. Osavaltiot ja paikallishallitukset vastaavat säädöksistä, jotka koskevat turbiinien sijoitusta ja minimietäisyyksiä asutuksesta. Osavaltiokohtaiset säädökset eivät kuitenkaan saa olla liian rajoittavia. Niiden tulee esimerkiksi säilyttää vähintään 20 % tuulivoimaan soveltuvista alueista rakentamisen mahdollistavina alueina. (Haugen 2011.) Suurin osa suosittaa noin kilometrin etäisyyttä turbiinin ja asuinalueiden välille, mutta minimietäisyydet voivat olla jopa 300 metrin luokkaa.

Julkinen rakennuslaki ja rakennusmääräykset on Saksassa jaettu kansalliselle ja osavaltiotasolle. Ne ovat varsin monimuotoisia. Saksan liittotasavallan ja osavaltioiden aluesuunnittelulainsäädännössä määritellään uusiutuvaa energiaa suosivia periaatteita aluesuunnittelulle, jotka tulee huomioida kun alueellisesti merkittäviä rakennussuunnitelmia tai projektien lupatarkasteluja tehdään. Uusiutuvan energian järjestelmät ovat rakennusmääräysten (*Baugesetzbuch – BauGB*) ja maankäyttöä koskevien säädösten (*Baunutzungsverordnung – BauNVO*) alaisia. Näissä määritellään vaihtoehtoisia menettelyjä laitosten rakennus- ja maankäyttölupien antamisen prosessille. Kussakin tapauksessa sovellettava laki/menettely riippuu siitä ollaanko järjestelmää rakentamassa kaavoitetulle vai kaavoittamattomalle alueelle. Luvista vastaavan viranomaisen on tarjottava asennusluvan hakijalle neuvontaa lupaprosessiin ja sen ajoitukseen liittyen. (NREAP 2010.)

Toimenpiteitä uusiutuvan ja hajautetun tuotannon edistämiseksi tehdään runsain mitoin myös paikallisella tasolla. Etenkin tuulivoiman kohdalla löytyy runsaasti esimerkkejä paikallisista kannustustoimenpiteistä, joilla esimerkiksi pienimuotoisten tuulivoimapuistojen perustamista helpotetaan: Hampurin rakennusmääräyksiä koskien on esimerkiksi ehdotettu, että alle 15 metrin korkuisten turbiinien tuulipuistoja saa rakentaa tietyt ehdot täyttävillä alueilla ilman hyväksyntäprosessin läpikäymistä. (Mm. Finpro 2011b, NREAP 2010.)

Lopullisten lupien saamiseen kuuluva aika vaihtelee tapauksittain ja osavaltioittain. Päästösäädöksen mukainen hakemus tulee käsitellä välittömästi, kuitenkin viimeistään 7 kuukauden kuluessa sen tekemisestä, mahdollisella 3 kk lisäajalla. Yksinkertaistettu menettely puolestaan saa kestää maksimissaan 3 kk. Osavaltioilla saattaa olla tästä eroavia rakennuslupan saamiseen liittyviä käytäntöjä. Esimerkiksi Brandenburgin alueella rakennuslupamenettelyn kestoksi on rajattu 10 viikkoa ja yksinkertaistetun kestoksi noin kuukausi. (NREAP 2010.)

Aurinkosähköjärjestelmän toteutusprosessi käytännössä

PV GRID – projektissa on arvioitu aurinkosähköprojektien käynnistämiseksi ja sähkön verkkoon syöttämiseksi läpikäytävän prosessin älykkyyttä 16 Euroopan maassa (PV GRID 2013). Alustavien tulosten mukaan pienimuotoisten asuintalojärjestelmien käyttöönotto on sujuvinta Belgiassa, Saksassa ja Kreikassa, Espanjan ja Ruotsin menettelyjen ollessa aikaa syövimpiä (PV GRID 2013a). Alla on kuvattu pääpiirteittäin Saksan PV-järjestelmien käyttöönottoprosessi koskien pääosin pienimuotoisia varsinaisen rakennuslupan hakemisesta vapautettuja asuintalojärjestelmiä (Mm. PV GRID 2013, Ahola 2012):

Projektin

suunnittelu

Järjestelmän asentajan kanssa analysoidaan paikallisolosuhteet ja tehdään alustava asennussuunnitelma. Tuulivoimasta poiketen osavaltioiden aluekaavoissa ei tyypillisesti ole varattu aurinkosähköjärjestelmille hyvin soveltuvia alueita, mutta maalle asennettavia PV-järjestelmiä koskien on määritelty alueita, joille niitä ei tule asentaa.

Hallinnollinen prosessi – järjestelmän asennukseen vaadittavat luvat

Keskimääräinen vaiva hallintoon liittyvistä vaatimuksista on varsin pieni esim. asuinrakennuksen katolle asennettavan 3 kWp aurinkosähköpaneelijärjestelmän tapauksessa. Käytännössä vaatimusten täyttämiseen kuluu muutama tunti. Alueelliseen rakennusviranomaiseen kannattaa kuitenkin olla yhteydessä käytäntöjen selvittämiseksi, sillä aurinkosähköjärjestelmiä ei ole kansallisesti vapautettu rakennuslupan hakemiselta. Useat osavaltiot ovat kuitenkin vapauttaneet pienimuotoiset aurinkosähköjärjestelmät rakennuslupan hakemiselta esim. määrittelemällä ne rakennusten teknisiksi laitteistoiksi.

Kattojärjestelmien lupamenettelyt ja vapautus luvan hakemisesta riippuu osavaltiokohtaisista säädöksistä sekä rakennuksen tyyppistä ja sijainnista. Esimerkiksi Baviassa vapautuksen rakennuslupan hakemiselta saavat PV-järjestelmät, jotka ovat katon suuntaisia (tasakatoilla myös kohotetut paneelit) ja järjestelmät, jotka eivät kata yli kolmasosaa ulkoseinistä tai kattopinta-alasta. Nämä vapautusehdot kattavat suurimman osan alueella asennettavista järjestelmistä. Käytännössä ongelmallisimpia tapauksia ovat PV-järjestelmät, joista syötetään kaikki tai iso osa sähköstä verkkoon, sillä ne rinnastetaan tällöin kaupallisesti operoiduiksi järjestelmiksi yksityisten sijaan.

Hallinnollinen prosessi – verkkoon liittyminen

Verkkoonliittymispisteen hakemisen hallinnollinen valmistelu vie pari tuntia aktiivista valmistelu-aikaa. Odotusaika eli verkkoyhtiöltä hakemuksen käsittelyyn ja verkkoanalyysiin kuuluva aika vaihtelee yhdestä useaan viikkoon, johtuen verkkoyhtiöiden eroavista käytännöistä.

EEG:ssä on määritelty tarkempia perusteita alle 30 kWp järjestelmien suotuisimmalle liityntäpisteelle, mikä vahvistaa pientuottajien asemaa. PV GRID (2013)-sivuston mukaan verkkoon liityntäprosessia voisi edelleen kehittää nopeuttamalla menettelyä.

Syöttötariffituen piiriin rekisteröityminen

Sähköntuottajan on rekisteröitävä PV-järjestelmä internet-sovelluksen kautta syöttötariffituen piiriin kertomalla järjestelmän sijainti ja kapasiteetti. Rekisteröinti vie noin 10 minuuttia. Järjestelmän valmistumisen päivämäärä määrää tuen tason, ja se määritellään hetkeksi, jolloin invertteri on asennettu ja järjestelmä on generoinut sähköä loppusijoituspaikallaan. Verkkoonkytkentää ei vaadita.

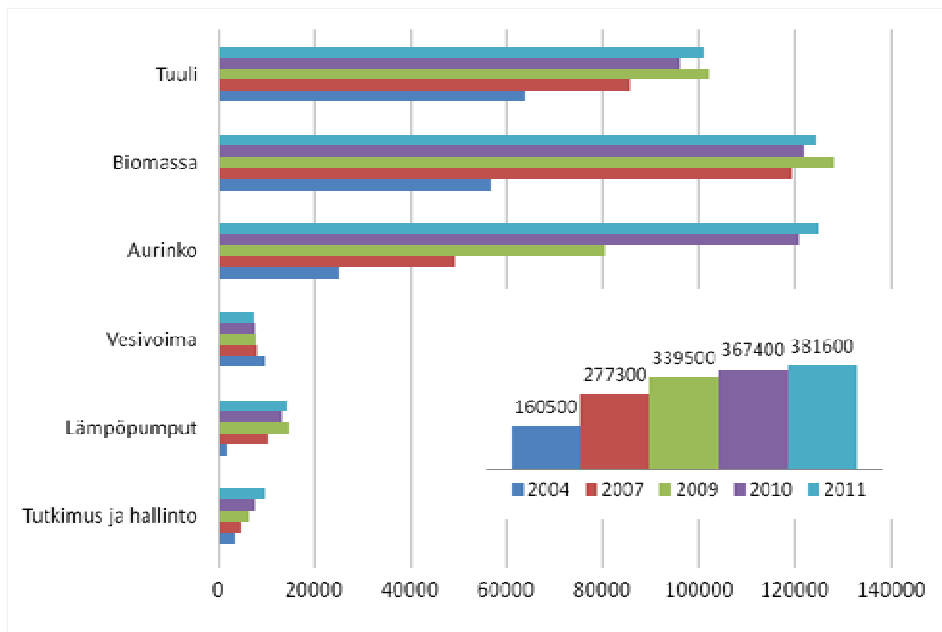
6 Uusiutuvan energian mahdollisuuksia ja haasteita Saksassa

Vuoden 1990 tasosta kasvihuonekaasupäästöt Saksassa olivat vähentyneet 25,5 % vuoteen 2012 mennessä (BMU 2013). Vahva uusiutuvan energian tuotannon lisäys on ollut merkittävässä roolissa päästövähenemisen saavuttamisessa. Vaikka nopeat ratkaisut ydinvoimalaitosten alasajoista on paikoittain lisännyt hiilen käyttöä energiantuotannossa, liittovaltion ympäristöviraston (UBA) mukaan lähes 100 %:n kasvihuonekaasupäästövähennys on teknisesti mahdollista Saksassa vuoteen 2050 mennessä. UBA:n mukaan energian kulutus voidaan myös puolittaa vuoden 2010 määrästä vuoteen 2050 mennessä ja tarvittava energia voidaan tuottaa uusiutuvilla energiantuotantomuodoilla. Arviot perustuvat olettamukseen, että Saksa on kuuluu johtaviin teollisuusmaihin myös vuonna 2050. Tutkimuksessa ei oteta kantaa uudistusten kustannuksiin (UBA 2013). Tällä hetkellä uusiutuvat ovat hiiltä, öljyä ja kaasua kalliimpia, mutta fossiilisten polttoaineiden hintojen noustessa uusiutuvien kannattavuus nousee (BMU 2012d).

Vuoden 2010 lopussa uusiutuvan sähkön ja lämmön tuotantoon oli Saksassa investoitu noin 150 miljardia euroa ja summa voi kasvaa kutakin vuosikymmentä koskien 200 miljardiksi euroksi. Saksan tuotantokustannusten arvioidaan samaan aikaan laskevan noin 30–35 miljardilla eurolla vuosittain vuoteen 2030 mennessä fossiilisten energialähteiden käytön vähentyessä. (BMU 2012d.)

6.1 Hajautetun, uusiutuvan energiantuotannon työllistävä vaikutus

Hajautetulla ja uusiutuvalla energiantuotannolla on merkittävä rooli työllistäjänä (kuva 14). Rothacherin (2012) mukaan järjestelmävalmistajien liikevaihto vuonna 2011 ylsi noin 10,7 miljardiin euroon ja laitevalmistajien noin 2,75 miljardiin euroon. Rothacherin (2012) mukaan Saksassa bioenergiasektorilla on 128 000 työpaikkaa, ja etenkin biopohjaisen sähkön ja liikennepolttoaineiden tuotannolle odotetaan voimakasta kasvua. Myös tuulivoima on luonut Saksaan paljon työpaikkoja, sektorilla on töissä noin 100 000 henkeä. Maassa onkin paljon yrityksiä, joilla on intressit ylläpitää uusiutuvien energialähteiden kasvua. (Buchan 2012).



Kuva 14. Saksan uusiutuvan energia-alan työllistävä vaikutus (BMU 2012a).

Saksa kilpailee USA:n ja Kiinan kanssa tuulivoima- ja aurinkosähköalan johtoasemasta, ja kyseisissä teknologioissa Saksalla on myös suuri maailmanmarkkinaosuus. (Buchan 2012). Moni yrityksistä tekee yhteistyötä myös tutkimussektorin kanssa. Etenkin uusiutuvan energian kaltaisilla nuorilla toimialoilla vastaava yhteistyö on avainasemassa teknologisten innovaatioiden kaupallistamisessa. (BMU 2012b.)

6.2 Uusiutuvan energian haasteita Saksassa

Uusiutuvien energialähteiden käytön edistämisen haasteena on, että samanaikaisesti pyritään toteuttamaan useita hyvin ristiriitaisiakin tavoitteita. Itse päätavoitteen (uusiutuvan energian lisääminen) ohella julkisen vallan täytyy esimerkiksi huolehtia energian saatavuudesta laajasti, kyetä huolehtimaan muista eritasoisista ja eri sektoreita koskevista tavoitteista kuten vientiteollisuuden kilpailukyvästä, turvaamaan maatalouselinkeinojen kannattavuus ja noudattamaan kansainvälisiä kauppasopimuksia. Energiaan liittyviä ohjauskeinoja käytettäessä pitää siksi ottaa huomioon myös ohjauskeinojen vaikutukset muihin yhteiskunnan tavoitteisiin.

Energiatarpeen kokonaisuuden kannalta ongelma on usein se, että tuettu hintapolitiikka poistaa sähkön pientuottajilta kannustimet ennustaa ja ohjata sähkön tuotantoon tarpeen ja siirtomahdollisuuksien mukaan, jolloin huomattava osa hajautetun tuotannon oletetuista hyödyistä saatetaan menettää. Polttoainekulutus ja päästöt voivat tällöin kasvaa niissä voimalaitoksissa, joilla kompensoidaan hajautetun tuotannon nopeat tehovaihtelut. Tämä ongelma koskee lähinnä sellaista sähkön pientuotantoa, joka on suurinakin määrin vaikeasti ennustettavissa ja nopeasti vaihtelevaa. Tämän takia on ehdotettu toimintamalleja, joissa hajautettua tuotantoa voidaan tarvittaessa lyhytaikaisesti rajoittaa tai muuten ohjata. Tukiin liittyvä valvonta voi myös aiheuttaa etävalvonnan tarpeita (mm. Valkonen ym. 2005).

Keskeisiä tekijöitä ja haasteita tavoitteiden saavuttamisessa ovat uusiutuvan energian integrointi markkina- ja kokonaisjärjestelmään, sähköverkkojen ja sähkövarastointikapasiteetin kasvattaminen, voimaloiden joustavuus ja kuorman optimoinnin hallinta (BMU 2012b). Finpron selvityksen (2011a) mukaan yritysten liiketoimintaedellytyksistä tulisi tehdä vakaampia, etenkin lämmityssektorilla. Saksan ensimmäinen energiakäännöksen monitorointiraportti julkaistiin joulukuussa 2012 (BMU 2012e) ja sen mukaan uudistushanke on edistynyt esimerkiksi verkkoinfrastruktuurin laajentamisessa. Myös merkittäviä haasteita on edessä ja asiantuntijat ovat varoitelleet uusiutuvan energian käytön myötä nousseista kustannuksista. Tärkein tulevaisuuden tehtävä raporttia esitelleiden ministereiden mukaan onkin energiantarjonnan turvaaminen ja kohtuullisista kustannuksista huolehtiminen. (BMU 2012d.)

Edelläkävijyyden haasteita (mm. Buchan 2012)

- Sähkön hinta noussut etenkin kotitalouksilla.
- Kotitaloudet maksaneet korkeita tukia aurinkosähkön tuotannolle → Kiina on päässyt hyödyntämään Saksan teknologista kehitystä esim. PV-järjestelmiä koskien.
- Energiaintensiivisen teollisuuden energiakustannukset kasvaneet, heikentäen kansainvälistä kilpailukykyä. Valmistava sektori on Saksan suurin vientisektori. Teollisuudelle onkin kohdennettu hintahelpotuksia.
- Energiauudistuksilla on korkeat uponneet kustannukset.
- Riskinä on, että Saksa kasvattaa riippuvuuttaan hiilestä reservikapasiteettina, ennen kuin maailman kaasumarkkinoiden ylitarjonta laskee maakaasun hintaa. Lyhyen tähtäimen investointeja tehdään enemmän hiilivoimaloihin kuin kaasuvoimaloihin, mitä ympäristönäkökulmasta vastustetaan.
- Verkkokapasiteetin riittävyys ja uusiutuvan energian verkkoon kytkeminen: Verkkojen hallinta on monimutkaistunut. Sähkön varastointimahdollisuuksia tulisi kehittää.
- Säättövoima ja reservikapasiteetti tulevaisuuden haaste
- Kannustimet tuotantokustannusten laskemiseen ja markkinaintegraatioon puutteelliset.

6.3 Kansalaishyväksyntä uusiutuvan energian tuotannolle

Saksalaisten keskimäärin positiivinen suhtautuminen Energiewendeen on Saksan ympäristöministeriön mukaan noussut esiin monissa kyselyissä (BMU 2012c). Yksityiset kuluttajat ovat ottaneet aktiivisesti osaa hajautettuun tuotantoon osin ekologisten, osin taloudellisten vaikuttimien tukemana, joista esim. jälkimmäiseen ovat vaikuttaneet öljyn ja sähkön hinnan nousu. Kansalaisia on ollut myös mahdollisuus osallistua energiajärjestelmän uudistusprosessin aikana käytyjen keskustelujen välityksellä. (Mm. BMU 2012b, BMU 2012c.) Vuonna 2011 toteutetun edustavan kyselyn mukaan 94 % Saksan kansalaisista haluaa lisää uusiutuvaa energiaa. Taustalla vaikuttavina syinä oli paitsi fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen, myös positiiviset ympäristö- ja ilmastovaikutukset, työpaikkojen syntyminen ja pitkällä tähtäimellä matalammat energian hinnat. (BWE 2012b.)

Uusiutuvien energialähteiden hyväksyttävyydestä puhutaan tuulivoiman kohdalla kenties eniten. Muun muassa siihen liittyvät melu, varjostus, valon välike ja maisemalliset haitat heikentävät hyväksyttävyyttä, ja osin tästä syystä tuulivoimalle on aluesuunnittelussa kaavoitettu omia alueita. Suurin osa kansalaisista suhtautuu kuitenkin tuulivoimaan positiivisesti. Noin kaksi kolmannesta toivoo myös tuulienergiasektorin kasvavan. Tuulivoimaturbiinien pystyttämisen puolto oman asuinalueen tuntumaan on erityisen korkeaa niiden henkilöiden keskuudessa, joilla on jo kokemusta tuulivoiman tuotannosta oman asuinalueen lähistöllä, näistä 69 % koki tuuliturbiinien rakentamisen lähialueelle erittäin hyväksi tai hyväksi asiaksi, siinä missä kokemattomille vastaava luku oli 60 %. Myös kansalaisomisteiseen tuulivoimaan investoiminen tuki kokemusta tuulivoiman hyväksyttävyydestä. (BWE 2012b.)

Biomassan hyväksyttävyyteen liittyen ehkä keskeisin tekijä on biomassan käytön kestävyys niin metsien kuin viljelymaiden kohdalla. Vaikka hajautetun tuotannon hyväksyttävyys on yleisesti korkealla tasolla, paikallinen vastustus on viimeaikoina hiukan lisääntynyt biokaasua koskien ja joitakin laitosinvestointeja on jouduttu keskeyttämään paikallisten aloitteiden vuoksi. Vastustus kumpuaa huolesta, että laitoksen rakentaminen lisää hajuhaittoja ja liikennöintiä alueella raaka-ainetoimituksien vuoksi. Lisäksi paikalliset asukkaat ja ympäristöjärjestöt vastustavat maissin lisääntyvää kasvattamista samoin kuin ruokakelpoisten kasvien käyttöä energiatarkoituksiin. (CrossBorderBioenergy 2012a.)

Saksan energiewenden kustannuksista on viime aikoina keskusteltu aiempaa enemmän, millä voi olla epäsuotuisia vaikutuksia uudistusten ja uusiutuvan energian hyväksyttävyydelle. Samoin kuluttajahintojen nousu on vaikuttanut negatiivisesti uudistusten hyväksymiseen (Wassermann 2012).

7 Yhteenveto

Saksassa 1990-luvulla päätetty uusiutuvan energian edistämispolitiikka on saanut johdatettua uusiutuvien energialähteiden käytön huomattavalle kasvukäyrälle. Katsauksessa läpikäydyn kirjallisuuden mukaan kasvihuonekaasupäästöt Saksassa ovat vähentyneet 25,5 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2012. Päästövähennysten saavuttamisessa on uusiutuvan energian tuotannon vahva lisäys ollut merkittävässä roolissa. Kehityksestä huolimatta Saksa on edelleen riippuvainen ydinvoimasta ja fossiilisesta polttoaineesta sillä vaikka absoluuttisesti tarkastellen uusiutuvan energian kasvuvauhti on ollut vahvaa, uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta on 12 % luokkaa. Vallitseva näkemys kuitenkin on, että Saksan odotukset uusiutuvan energian lisäämisestä tullaan saavuttamaan ja ylittämäänkin, jos nykyistä toimintaympäristöä kehitetään suotuisaan suuntaan. Keskeisiä tekijöitä ovat uusiutuvan energian integrointi markkina- ja kokonaisjärjestelmään, sähköverkkojen ja sähkövarastointikapasiteetin kasvattaminen, voimaloiden joustavuus ja kuorman optimoinnin hallinta. Riskinä hajautetun energian tuotannon lisäämisessä pidetään, että Saksa kasvattaa riippuvuuttaan hiilestä reservikapasiteettina. Tämä näkyy siinä, että lyhyen tähtäimen investointeja tehdään enemmän hiilivoimaloihin kuin kaasuvoimaloihin. Tärkeintä saksalaisille on kuitenkin energiantarjonnan turvaaminen ja kohtuullisista kustannuksista huolehtiminen.

Edellytykset uusiutuvan ja hajautetun energian pientuotannon lisäämiselle ovat olleet Saksassakin länsimaissa tyypilliset. Saksassa on suuri määrä pieniä tuottajia, mutta sähkömarkkinat ovat edelleen varsin keskittyneet. Neljä suurinta yhtiötä omistaa edelleen 73 % sähköntuotantokapasiteetista ja 80 % fossiilisesta energiasta ja ydinvoimasta. Uusiutuvan energian osalta tilanne on kuitenkin varsin erilainen. Yksityishenkilöt omistavat peräti 40 % uusiutuvan energiantuotannon kapasiteetista, tyypillisesti osuuskuntien kautta. Tätä on edistänyt nimenomaan Saksan uusiutuvan energian pientuotannolle antama vahva tuki niin taloudellisesti kuin lainsäädännöllisestikin. Syöttötariffien luomat taloudelliset kannustimet ovat keskeinen yksityishenkilöiden omistusosuutta nostava tekijä, mutta myös kansalaisten yhteistoimintamuotojen suosio ja niissä onnistuminen on vaikuttanut uusiutuvan energiantuotannon kapasiteetin kasvuun.

Saksan hajautunut markkinarakenne ja poliittisen päätöksenteon hajautuminen ympäristö- ja talousministeriöille ja osavaltioille on jossain määrin tehokkaan uudistusten läpiviennin hidaste. Esteiksi energiajärjestelmän muutokselle nähdään epäselvä ja epäluotettava poliittinen sääntely-ympäristö, julkisen hyväksynnän puute tarpeellisille keinoille sekä verkkojen laajentamisen hitaus. Kunnallisten liikelaitosten aktiivisuus ja kansalaisomisteiset energiaosuuskunnat luovat kuitenkin dynaamisuutta energiauudistuksen toimintaympäristöön. Mm. kansalaisten aloitteellisuus on johtanut vakaan teknologisen perustan syntymiseen. Kunnallisten toimijoiden vahvistuva asema tarjoaa mahdollisuuksia yhdistää nykyistä enemmän poliittisia sekä alueellisiin tarpeisiin ja erityispiirteisiin liittyviä tavoitteita energiayhtiöiden omaan taloudelliseen toimintalogiikkaan. Kunnalliset energiayhtiöt ovat kykeneviä huomioimaan paikallisten yhteisöjen alueelliset tarpeet puhtaasti taloudellisten tarkoitusprien ohella.

Sähkönsiirto- ja jakeluverkko on Saksassa rakentunut keskitetyn, fossiilisen energiantuotannon näkökulmasta, joten energiajärjestelmän muutos niin uusiutuvan energian osuuden kasvamista kuin hajautettua tuotantorakennetta koskien luo useita haasteita sähköverkkoinfrastruktuurille. Reservivoimaa tulisi olla saatavilla matalan uusiutuvien tuotannon aikoihin ja sähkökuormaa tulisi kyetä hallitsemaan kysyntäpuolelta tai varastointikapasiteettia kasvattamalla. Verkkojen on myös mahdollistettava sähkön siirtäminen molempiin suuntiin. Verkon laajentaminen on käytännössä edennyt hitaasti uusiutuvan tuotannon kapasiteetin kasvuun verrattuna. Syöttöhallinnan toimenpiteiden lisääntyminen hetkittäisen ylituotannon vähentämiseksi onkin suoraa seurausta uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntymisestä ja verkkoinfrastruktuurin laajentamisen hitaudesta. Verkon kehittämiseksi on laadittu kansallinen suunnitelma vuoden 2012 lopussa, joka luonnosteleekin toimenpiteitä siirtoverkon kysyntäperusteiselle optimoinnille, verkon vahvistamiselle ja sen laajentamiselle. Kannustimet tarvittavan verkon laajentamisen rahoittamiseksi ovat kuitenkin nykyisellään riittämättömät, sillä uusiutuvan energian integroimisen ja verkkojen kehittämisen aikaansaamat tuotot eivät ole nykyisellään riittäviä investointien kannattavuuden ja siten verkkoyhtiöiden pitkäjänteisen liiketoiminnan takaamiseksi.

Muihin Euroopan unionin maihin verrattuna sähkön hinta Saksassa on keskimääräistä korkeampi. Korkea energian hinta on herättänyt viime aikoina keskustelua ja tuonut epäluottamusta uusiutuvaa energiaa kohtaan. Korkeat tuet ovat edistäneet Saksan uusiutuvan energian tuotantoa ja kehitystyötä, mutta myös muut maat ovat päässeet hyödyntämään Saksan teknologista kehitystä esimerkiksi koskien aurinkosähköjärjestelmiä. Myös kohonneet energiakustannukset teollisuudessa ovat heikentäneet Saksan kansainvälistä kilpailukykyä. Korkeaa energianhintaa on kuitenkin kompensoitu teollisuudelle.

Saksassa uusiutuvan energian tuet on kohdennettu Suomea laajemmin valittujen tuotantomuotojen (aurinkovoiman, tuulivoiman, bioenergian, vesivoiman ja maalämmön) markkinoille tulon edistämiseen. Vaikakkaat investointitoimintaympäristöä on edesautettu pitkäaikaisella uusiutuvan energian tukiohjelmalla, jossa on määriteltä tuen taso ja kapasiteetin nousun aiheuttama tuen alenema ohjelman aikana. Saksassa pääsääntöinen tukimuoto on syöttötariffi, jota tukee osaltaan syöttöpremio. Takuuhinnan lopullisia maksajia ovat sähkönkuluttajat, joten kuluttajille syöttötariffijärjestelmä on näyttäytynyt sähkön hinnan nousuna.

Saksalaiset suhtautuvat kuitenkin keskimäärin positiivisesti uusiutuvaan energiaan. Yksityiset kuluttajat ovat ottaneet aktiivisesti osaa hajautettuun tuotantoon osin ekologisten, osin taloudellisten vaikuttimien tukemana, joista esim. jälkimmäisiin ovat vaikuttaneet öljyn ja sähkön hinnan nousu. Lisäksi saksalaisten yritysten innovatiivisuus ja rohkeus teknologisessa kehityksessä mainitaan sekä aurinkosähkö- että tuulivoimasektorin kehityksen keskeisenä ajurina. Saksa kilpailee USA:n ja Kiinan kanssa tuulivoima- ja aurinkosähköalan johtosijasta. Moni yritysistä tekee yhteistyötä myös tutkimussektorin kanssa. Hajautetulla ja uusiutuvalla energiantuotannolla onkin merkittävä rooli työllistäjänä.

Saksan kuten koko EU:n tavoitteena on korvata suuremmat hiilidioksidipäästöt omaavaa energiantuotantoa uusiutuvaan energiaan perustuvalla tuotannolla ja tätä kautta vähentää tuotannon kokonaispäästöjä. Positiiviset päästövaikutukset luonnollisesti riippuvat siitä, mitä tuotantoa korvataan. Pelkästään ilmasto-vaikutusten näkökulmasta ydinvoima on kivihiileen verrattuna vähäpäästöisempi. Viime aikoina mm. kivihiilen asema on parantunut suhteessa muihin fossiilisiin polttoaineisiin päästöoikeuksien matalan hinnan myötä ja samaan aikaan Saksa on sitoutunut luopumaan ydinvoimasta. Ilmastovaikutusten näkökulmasta epäedulliset hintasuhteet raaka-aineiden kesken vaikuttavat uusiutuvan energian investointien lisäksi myös siihen, että uusiutumattomien osalta ilmaston kannalta matalampipäästöisiin kaasuvoimailoihin ei kohdenneta investointeja.

8 Kirjallisuus

- Agora 2013. 12 Insights on Germany's Energiewende. A Discussion Paper Exploring Key Challenges for the Power Sector. Agora Energiewende, 2012. Saatavissa internetistä: http://www.agoraenergiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Impulse/12_Thesen/Agora_12_Insights_on_Germanys_Energiewende_web.pdf Viitattu 30.09.2013.
- Ahola, J. 2012. Oppia Saksan standardointikäytännöistä Suomeen: professori Jero Ahola, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, esitys Sitran Aurinkosähköä markkinoille –seminaarissa, 13.9.2012. Saatavissa internetistä: <http://www.slideshare.net/Maamerkit/jero-ahola-1392012-oppia-saksan-standardointikyttnnist-suomeen>
- Auer, J. & Heymann, E. 2012. Germany's energy turnaround - Challenging for municipalities and municipal utilities, Current Issues, Natural resources. Deutsche Bank Research, Deutsche Bank. September 17, 2012. Saatavissa internetistä: http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_ENPROD/PROD000000000294356/Germany%27s+energy+turnaround%3A+Challenging+for+municipalities+and+municipal+utilities.PDF
- Auer, J. & Keil, J. 2012. State-of-the-art electricity storage systems Indispensable elements of the energy revolution. Deutsche Bank Research, Deutsche Bank. March 8, 2012. Saatavissa internetistä: http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_ENPROD/PROD000000000286166/State-of-the-art+electricity+storage+systems%3A+Indispensable+elements+of+the+energy+revolution.PDF
- BDEW 2013. Foliensatz Wärmemarkt. Tilannekatsaus, helmikuu 2013. Saatavissa internetistä: <http://www.bdew.de>
- BDEW 2012. Municipal utilities rely upon renewable energies and decentralised generation, 10th municipal utility study, BDEW and Ernst & Young. 18.6.2012. Saatavissa internetistä: <http://www.bdew.de/internet.nsf/id/20120618-pi-municipal-utilities-rely-upon-renewable-energies-and-decentralised-generation-en>
- Bilek, A. 2012. Revitalizing Rural Communities through the Renewable Energy Cooperative, Series on the German Energy Transition (3 of 6), Heinrich Böll Stiftung - The Green Political Foundation. Saatavissa internetistä: http://www.boell.org/downloads/Bilek_EnergyCooperatives.pdf
- BMELV 2009. The Renewable Energy Sources and the Renewable Energies Heat Act Data and facts for biomass. Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. Version April 2009. Saatavissa internetistä: http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/DataFactsBiomass-EEG.pdf?__blob=publicationFile
- BMU 2010. Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 28. September 2011. Saatavissa internetistä: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung_en.pdf
- BMU 2011. Act on the Promotion of Renewable Energies in the Heat Sector (Heat Act, EEWärmeG). Last Update: May. 2011. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Saatavissa internetistä: <http://www.erneuerbare-energien.de/en/unser-service/mediathek/downloads/detailview/artikel/act-on-the-promotion-of-renewable-energies-in-the-heat-sector-heat-act-eewaermeg/>

- BMU 2012a. Development of renewable energy sources in Germany 2011, PDF. As of: January 2013. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Saatavissa internetistä: http://www.erneuerbare-energi-en.de/fileadmin/Daten_EE/Bilder_Startseite/Bilder_Datenservice/PDFs__XLS/20130110_EEiZIU_E_PPT_2011_FIN.pdf
- BMU 2012b. GreenTech made in Germany 3.0 - Environmental Technology Atlas for Germany. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Public Relations Division, 11055 Berlin, Germany Email: service@bmu.bund.de • Internet: www.bmu.de. February 2012. Saatavissa internetistä: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/greentech_3_0_en_bf.pdf Viitattu 30.09.2013
- BMU 2012c. Transforming our energy system – the foundations of a new energy age. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Saatavissa internetistä: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_energiewende_en_bf.pdf Viitattu 30.09.2013.
- BMU 2012d. The transformation of our energy system is feasible - and it pays off. Press Release No. 046/12 | Berlin, 05.04.2012. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Saatavissa internetistä: [http://www.bmu.de/en/bmu/press-and-speeches/current-press-releases/pm/artikel/the-transformation-of-our-energy-system-is-feasible-and-it-pays-off/?tx_ttnews\[backPid\]=966](http://www.bmu.de/en/bmu/press-and-speeches/current-press-releases/pm/artikel/the-transformation-of-our-energy-system-is-feasible-and-it-pays-off/?tx_ttnews[backPid]=966)
- BMU 2012e. Ministers Rösler and Altmaier present monitoring report "Energy of the Future" No. 164/12 | Berlin, 19.12.2012. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Saatavissa internetistä: www.bmu.de/N49659-1/
- BMU 2013. Greenhouse gas emissions up by 1.6 percent in year 2012. Press release No.013/13 Berlin, 25.02.2013 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Saatavissa internetistä: <http://www.bmu.de/en/bmu/press-and-speeches/current-press-releases/detailansicht-en/artikel/treibhausgasausstoss-im-jahr-2012-um-16-prozent-gestiegen/>
- BMWi 2012. Germany's new energy policy Heading towards 2050 with secure, affordable and environmentally sound. Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi). April 2012. Saatavissa internetistä: <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/germanys-new-energy-policy.property=pdf,bereich=bmwi,sprache=en,rwb=true.pdf>
- Bruns, E. & Ohlhorst, D. 2011. Wind Power Generation in Germany – a transdisciplinary view on the innovation biography. *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies* vol. 10, no. 1, 2011. ISSN 1602-2297. Saatavissa internetistä: http://www.journals.dk/vol_10_no_1_page_17/no%205%20Elke%20Bruns%20%28high%29.pdf
- Buchan, D. 2012. The Energiewende – Germany's gamble. The Oxford Institute for Energy Studies. Saatavissa internetistä: <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2012/07/SP-26.pdf>
- Budzianowski, W.M. & Chasiak, I. 2011. The expansion of biogas fuelled power plants in Germany during the 2001–2010 decade: Main sustainable conclusions for Poland. *Journal of Power Technologies* 91 (2) (2011) 102-113.
- Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2012. Summary Monitoring Report 2012 - Developments of the electricity and gas markets in Germany in 2011. Saatavissa internetistä: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/BNetzA/PressSection/ReportsPublications/2012/MonitoringReport2012Summary.pdf?__blob=publicationFile Viitattu 30.09.2013.

- Bundesnetzagentur 2012. Bundesnetzagentur presents draft Federal Requirements Plan. Press Release 26.11.2012. Saatavissa internetistä: http://www.bundesnetzagentur.de/cIn_1932/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2012/121126DraftFederalRequirementsPlanNEPStrom.html?nn=48242
- Bundesverband Solarwirtschaft 2012. Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie) Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), Juni 2012. Saatavissa internetistä: http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/bsw_solar_fakten_st.pdf
- BWE 2012a. Community wind power – local energy for local people, BWE German Wind Energy Association. Saatavissa internetistä: http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/community-wind-power/bwe_broschuere_buergerwindparks_engl_10-2012.pdf
- BWE 2012b. German Wind Energy Association – Onshore, German Wind energy association. Saatavissa internetistä: <http://www.wind-energie.de/en/policy>
- BWE 2013. Annual balance for wind energy generated in 2012: Germany records stable growth in turbulent global market environment. German Wind Energy Association. 30.1.2013. Saatavissa internetistä: <http://www.wind-energie.de/en/press/press-releases/2013/annual-balance-wind-energy-generated-2012-germany-records-stable-growth>
- BMWi 2012. Germany's new energy policy - Heading towards 2050 with secure, affordable and environmentally sound energy Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) Last revised: April 2012. Saatavissa internetistä: <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/germanys-new-energy-policy,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=en,rwb=true.pdf>
- CrossBorderBioenergy 2012a. EU Handbook Biogas Markets. Prepared by the Cross Border Bioenergy Working Group on Biogas Technologies technologies, Section on Germany prepared by Siegmund T., German Bioenergy Association (BBE) October 2012. Saatavissa internetistä: http://www.crossborderbioenergy.eu/fileadmin/crossborder/Biogas_MarketHandbook.pdf
- CrossBorderBioenergy 2012b. EU Handbook Small Scale Heating Markets. Prepared by the Cross Border Bioenergy Working Group on Small Scale Heating technologies, Section on Germany prepared by Siegmund T., German Bioenergy Association (BBE) October 2012. Saatavissa internetistä: http://www.crossborderbioenergy.eu/fileadmin/crossborder/SCH_MarketHandbook.pdf
- Degel, M. & Rupp, J. 2012. Shared ownership as a success factor for local and regional Renewable Energy Projects. Presentation, 4Biomass Final Conference 22nd March 2012, Bundespresseamt Berlin, Germany. IZT – Institute for Future Studies and Technology Assessment. Saatavissa internetistä: http://www.4biomass.eu/document/file/2_10-degel-berlin.pdf
- DENA 2012. Press release- Electricity distribution grids require significant expansion for the energy turnaround. 11.12.2012 German Energy Agency. Saatavissa internetistä: <http://www.dena.de/en/press-releases/pressemitteilungen/stromverteilnetze-muessen-fuer-die-energiewende-deutlich-ausgebaut-werden.html>
- DGRV 2011. Energy Cooperatives - Citizens, communities and local economy in good company. DGRV - Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e. V. (German Cooperative and Raiffeisen Confederation – reg. assoc.) Saatavissa internetistä: [http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/\\$FILE/Energy_Cooperatives.pdf](http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/$FILE/Energy_Cooperatives.pdf)
- DGRV 2012a. Energy cooperatives - Results of a survey carried out in spring 2012, DGRV - Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e. V. (German Cooperative and Raiffeisen Confederation – reg. assoc.) Saatavissa internetistä: [http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/\\$FILE/Study%20Results%20Energy%20cooperatives%202012.pdf](http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/$FILE/Study%20Results%20Energy%20cooperatives%202012.pdf) Viitattu 30.09.2013

- DGRV 2012b. NEW – Neue Energien West eG und Bürger-Energiegenossenschaft West eG 19 Kommunen – ein Ziel Eine Region auf dem Weg in die Energie-Zukunft Bürger-Akzeptanz durch kommunale Garantstellung, Copyright: Helmut Amschler, DGRV (Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e. V.) Berlin 19.11.12. Saatavissa internetistä: [https://www.dgrv.de/webde.nsf/7d5e59ec98e72442c1256e5200432395/c454ffe04542c35cc1257ab005607d0/\\$FILE/05-Vortrag-Amschler.pdf](https://www.dgrv.de/webde.nsf/7d5e59ec98e72442c1256e5200432395/c454ffe04542c35cc1257ab005607d0/$FILE/05-Vortrag-Amschler.pdf)
- DGRV 2013. Cooperatives in Germany >New cooperatives >Energy Cooperatives, DGRV website, Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e. V. (German Cooperative and Raiffeisen Confederation – reg. assoc.) Saatavissa internetistä: <http://www.dgrv.de/en/cooperatives/newcooperatives/energycooperatives.html>
- EEG 2008. Act on granting priority to renewable energy sources (Renewable Energy Sources Act, EEG). Saatavissa internetistä: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/eeg_2009_en_bf.pdf Viitattu 30.09.2013.
- EEG 2012. Act on granting priority to renewable energy sources (Renewable Energy Sources Act – EEG) Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Saatavissa internetistä: http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/english/pdf/application/pdf/eeg_2012_en_bf.pdf
- EEWärmeG 2011. Act on the Promotion of Renewable Energies in the Heat Sector (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Saatavissa internetistä: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/ee_waerme_2010_en.pdf
- EGEC 2012. EGEC policy paper on the European Commission’s “Energy Roadmap 2050. European Geothermal Energy Council. April 2012. Saatavissa internetistä: http://egec.info/wp-content/uploads/2012/04/EGEC-Policy-Paper-on-the-Energy-Roadmap-2050_April-2012 Viitattu 30.09.2013.
- EPHA 2013. German heat pump market grows with 4,4%. News of The European Heat Pump Association. 4.2.2013. Saatavissa internetistä: <http://forum.ehpa.org/news/article/german-heat-pump-market-grows-with-44/>
- Finpro 2011a. D2B Hanke: maa- ja teknologiakohtaiset markkinaselvitykset. Bioenergiasektorin kehitysnäkymät Espanjan, Iso-Britannian, Puolan, Ranskan ja Saksan markkinoilla. Huhtikuu 2011. FinPro. Saatavissa internetistä: http://oske-net-bin.directo.fi/@Bin/987efdb4eb19f74e29ca33f76b312fb9/1361519748/application/pdf/588610/D2B-bioenergia-Final_report%202011.pdf
- Finpro 2011b. D2B Hanke: maa- ja teknologiakohtaiset markkinaselvitykset. Tuulivoiman kehitysnäkymät Irlannin, Iso-Britannian, Ranskan, Ruotsin ja Saksan markkinoilla. Huhtikuu 2011. FinPro. Saatavissa internetistä: http://oske-net-bin.directo.fi/@Bin/38c77af79c71b98de55d4cd15ebbb679/1361519738/application/pdf/588619/D2B-windenergy-Final_report-2011.pdf
- Fulton, M. & Mellquist, N. 2011. The German Feed-in Tariff for PV: Managing Volume Success with Price Response. Saatavissa internetistä: https://www.deutsche-bank.de/cr/en/docs/German_FIT_for_PV.pdf
- Fulton, M & Capalino, R. 2012. The German Feed-In-Tariff: Recent Policy Changes. Saatavissa internetistä: http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD000000000294376/The+German+Feed-in+Tariff%3A+Recent+Policy+Changes.PDF

- Hakkarainen, P. 2012. Institute for Advanced Sustainability Studies IASS on Potsdam. The Energiewende – A social Contract for the German Energy Future. Saatavissa internetistä: www.slideshare.net/Kestavatalous/ekskursio-petri-hakkarainen-ja-energiewende
- Haugen, K. M. B. 2011. International Review of Policies and Recommendations for Wind Turbine Setbacks from Residences: Setbacks, Noise, Shadow Flicker, and Other Concerns. Minnesota Department of Commerce: Energy Facility Permitting October 19, 2011. Saatavissa internetistä: http://mn.gov/commerce/energyfacilities/documents/International_Review_of_Wind_Policies_and_Recommendations.pdf
- Heffels, T., McKenna, R. & Fichtner, W. 2012. Direct marketing of electricity from biogas and biomethane: an economic analysis of several business models in Germany. *Journal of Manag Control* (2012) 23:53–70 DOI 10.1007/s00187-012-0153-z.
- Hockenos, P. 2012. Free to choose, can German consumers remake their energy sector from below? Report, 18 June 2012, *European Energy Review*.
- Jennejohn, D., Hines, B., Gawell, K. & Blodgett, L. 2012. GEA 2012 International Market Overview Report. The Geothermal Energy Association GEA. Saatavissa internetistä: http://www.geo-energy.org/pdf/reports/2012-GEA_International_Overview.pdf
- Karppanen, J. 2012. Sähköntuotannon pienjänniteverkkoon liittäminen - määräykset ja sähköturvallisuus. Diplomityö. Sähkötekniikka, LUT Energia, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa internetistä: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77076/dippa_final.pdf?sequence=1
- KPMG. 2012. Taxes and incentives for renewable energy. Saatavissa internetistä: <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/taxes-incentives-renewable-energy-2012.pdf> Viitattu 30.09.2013.
- Koselleck, M. 2013. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) - German Energy Agency, Energy Systems and Energy Services. Henkilökohtainen tiedonanto 4.4.2013.
- Lechtenböhmer, S & Samadi, S. 2013. Short Communication – Blown by the wind. Replacing Nuclear Power in German Electricity Generation. *Environmental Science & Policy*. 25:234–241.
- Leponiemi, U., Siitonen, P. & Anttiroiko, A-V. 2010. Julkisen ja yksityisen sektorin välinen yhteistyö. Tampereen yliopisto, Yhdyskuntatieteiden laitos. Saatavissa internetistä: <http://www.kuntatekniikka.fi/toimijat/kehto/KuperaTyoPaketit/OperointiInnovaatit/Documents/Julkisen%20ja%20yksityisen%20sektorin%20v%C3%A4linen%20yhteisty%C3%B6.pdf>
- Lorenz, L. 2012. Virtual Power Plant - Introduction of the project, Transform 2012, Lars Lorenz, Presentation, November 22nd 2012. Saatavissa internetistä: http://www.transform2012.dk/_files/Dokumenter/oplg/21larslorenz.pdf
- Marja-aho, L. 2011. Selvitys uusiutuvan energian tukimalleista sähkön ja lämmön tuotannossa EU-maissa. Energiateollisuus ry.
- Marttinen, S., Lehtonen, H., Luostarinen, S. & Rasi, S. 2013. Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa. Kokemuksia MMM:n investointiavustusjärjestelmästä 2008–2010. MTT Raportti 103.
- NREAP 2010. Federal Republic of Germany National Renewable Energy Action Plan in accordance with Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources. Saatavissa internetistä: http://ec.europa.eu/energy/renewables/action_plan_en.htm

- Paetz, A-G., Kaschub, T., Jochem, P. & Fichtner, W. 2012. Demand Response with Smart Homes and Electric Scooters: An Experimental Study on User Acceptance. Karlsruhe Institute of Technology. ©2012 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Proceedings, Fueling Our Future with Efficiency. Saatavissa internetistä: <http://www.aceee.org/files/proceedings/2012/data/papers/0193-000232.pdf>
- Porsche, G. 2007. The impact of national policies and economic frames for the development of biogas in Germany. In: Proceedings of European biogas workshop and study tour “The future of biogas in Europe III“, 14.-16. June, University of Southern Denmark, Esbjerg, p. 46-52.
- PV GRID 2013a. Project website, database, Germany. The European Commission’s Intelligent Energy for Europe programme. Saatavissa internetistä: <http://www.pvgrid.eu/database/pvgrid/germany/national-profile-6/residential-systems/2404/standard-subsegment-1.html>
- PV GRID 2013b. New European scorecard on PV project development: How smart are your country’s legal-administrative and grid-connection frameworks? Press Release by European Photovoltaic Industry Association and BSW-Solar, 16.1.2013. Saatavissa internetistä: http://www.pvgrid.eu/fileadmin/templates/sunbeam/PV_GRID_PR2_January_2013_English.pdf
- Rantakokko, J-P. 2010. Kansainvälinen energiaveroytävitys - Selvitys sähkön, polttoaineiden, kaukolämmön ja liikenteen veroista. Energioteollisuus ry.
- Richter, M. 2012. German Utilities and Distributed PV - How to overcome barriers to business model innovation. Centre for Sustainability Management (CSM) Leuphana Universität Lüneburg. September 2012. Saatavissa internetistä: http://www2.leuphana.de/umanagement/csm/content/nama/downloads/download_publicationen/Richter_German%20Utilities%20and%20distributed%20PV.pdf
- Rothacher, T. 2012. Renewable Energies in Germany: Current Trends & Investment Opportunities. Germany Trade & Invest. 04.07.2012. Saatavissa internetistä: www.ahk.es/fileadmin/ahk_spanien/news_bilder_und_dokumente/mab_event_archives/Jornadas_informativas_-_Invertir_en_Alemania/Renewable_Energies_in_Germany_-_Current_Trends___Investment_Opportunities.pdf
- RWE 2013. Heidelberg cogeneration plant, Technologies. RWE Innogy Website. Saatavissa internetistä: <http://www.rwe.com/web/cms/en/66030/rwe-innogy/technologies/biomass/heidelberg-cogeneration-plant/>
- Siegmund, T. 2012. Thomas Siegmund, German Bioenergy Association, Bonn, Germany, Henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2013.
- Statistisches Bundesamt, 2012a. Homepage ja Foreign Trade Statistisches Bundesamt. Saatavissa internetistä: <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/NationalEconomyEnvironment/ForeignTrade/ForeignTrade.html> <https://www.destatis.de/EN/Homepage.html> Viitattu 30.09.2013.
- Statistisches Bundesamt, 2012b. Homepage, Facts & Figures, Economic Sectors, Energy. Statistisches Bundesamt. Saatavissa internetistä: <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/EconomicSectors/Energy/Energy.html;jsessionid=D8402199DA5897A9434797E28EBE44E4.cae1>
- Statistisches Bundesamt 2013. Prices - Data on energy price trends, Long-time series from January 2000 to January 2013. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013. Saatavissa internetistä: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/EnergyPriceTrendsPDF_5619002.pdf?__blob=publicationFile

- Trend:Research. 2011. Marktakteure Erneuerbare – Energien - Anlagen In der Stromerzeugung. Klaus Novy Institut. Institut für Trend- und Marktforschung. Saatavissa internetistä: [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/hintergrundpapier_thgnd_englisch_lang.pdf](http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kni.de%2Fmedia%2Fpdf%2FMarktakteure_Erneuerbare_Energie_Anlagen_in_der_Stromerzeugung_2011.pdf.pdf&ei=VF4aUfb5H4WRswbQn4HgDQ&usg=AFQjCNHge9p5W3MHRM_s5E8W_4NqKOMBuG&sig2=Y0x05x8Cjbfaw8IBcn4KqQ&bvm=bv.42261806,d.Viitattu 30.09.2013.</p><p>UBA 2013. Germany 2050 -a greenhouse gas-neutral Country. Background paper October 2013. Saatavissa internetistä: <a href=) Viitattu 30.09.2013.
- Valkonen, J., Tommila, T., Jaakkola, L., Wahlström, B., Koponen, P., Kärkkäinen, S., Kumpulainen, L., Saari, P., Keskinen, S., Saaristo, H. & Lehtonen, M. 2005. Paikallisten energiaressurssien hallinta hajautetussa energiajärjestelmässä. VTT tiedotteita. 87 s. Saatavissa internetistä: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2284.pdf>
- Vattenfall 2013. Virtual Power Plant storing wind power as heat. R&D Magazine, Vattenfall's Research and Development Magazine No. 1, February 2013 p. 10. Saatavissa internetistä: http://www.vattenfall.com/en/file/R_D_Magazine__January_2013_25347123.pdf
- Wassermann, S., Hauser, W., Klann, U., Nienhaus, K., Reeg, M., Riehl, B., Roloff, N. & Weimer-Jehle, W. 2012. Renewable energy policies in germany: analysis of actors and new business models as a reaction to the redesign and adjustment of policy instruments. 12th IAEE European Energy Conference, 9.-12. Sep. 2012, Venedig, Italien.
- Wollmann, H. 2012. Public Services Provision in European Countries from Public/Municipal to Private Sector – and back to municipal? To be presented to Symposium on Neither Public nor Private: Mixed Forms of Service Delivery around the Globe to be held at the University of Barcelona on May 17-18, 2012, Berlin, end-April 2012 Humboldt Universität zu Berlin. Saatavissa internetistä: <http://www.ub.edu/graap/Final%20Papers%20PDF/Wollmann%20Hellmut.pdf> Viitattu 30.09.2013.

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

MTT RAPORTTI₁₃₄

www.mtt.fi/julkaisut

MTT Raportti -verkkopublicusarjassa julkaistaan maatalous- ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.

Puh. 029 5300 700, sähköposti julkaisut@mtt.fi

