Deutsch-Finnische Handelskammer
Saksalais-Suomalainen Kauppakamari
Tysk-Finska Handelskammaren

MITTELSTAND GLOBAL
EXPORTINITIATIVE ENERGIE

Finnland

Smart Grids: Energieerzeugung, Verteilung und Speicherung

ZIELMARKTANALYSE 2018 mit Profilen der Marktakteure

www.german-energy-solutions.de

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber

Deutsch-Finnische Handelskammer (DFHK)
Mikonkatu 25, 00100 Helsinki
Tel. +358 9612 2120
Fax +358 9642 859
info@dfhk.fi
www.dfhk.fi

Stand
2018

Druck
PDF

Gestaltung und Produktion
Mikaela Jaanti, Deutsch-Finnische Handelskammer, mikaela.jaanti@dfhk.fi

Bildnachweis
© DFHK

Redaktion/Autor/en
Mikaela Jaanti, Deutsch-Finnische Handelskammer

Disclaimer

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Die Zielmarktanalyse steht dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Germany Trade & Invest sowie geeigneten Dritten zur unentgeltlichen Verwertung zur Verfügung.

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Inhaltsverzeichnis

I Zusammenfassung **4**

II Einleitung **5**

III Zielmarkt allgemein **6**

1. Länderprofil Finnland **6**

1.1 Geographie und Klima 7

1.2 Gesellschaft und Politik 7

1.2.1 Politische Informationen 8

1.2.2 Verwaltung 8

1.2.3 Umweltpolitik 9

1.3 Wirtschaft, Struktur und Entwicklung **10**

1.4 Außenhandel **11**

1.5 Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland **11**

1.6 Standortbewertungen **13**

1.7 Investitionsklima **14**

2. Energiemarkt Finnland **14**

2.1 Gesamtenergieverbrauch **15**

2.2 Stromerzeugung und -verbrauch **16**

2.3 Wärmeerzeugung und -verbrauch **18**

2.4 Energiepreise **21**

2.5 Netzstruktur, Netzzugang und Strommarktordnung **22**

2.6 Energiepolitische Rahmenbedingungen **25**

2.7 Anreizsysteme für erneuerbare Energien und Energieeffizienz **26**

2.8 Öffentliches Vergabeverfahren und Ausschreibungen, Zugang zu Projekten **27**

IV Smart Grids in Finnland **28**

1. Politische Rahmenbedingungen für Smart Grids **28**

1.1 Verordnungen und rechtliche Rahmenbedingungen **29**

1.1.1 Gesetz über die elektronischen Kommunikation (7.11.2014/917) 31

1.1.2 Strommarktgesetz (588/2013) 31

1.1.3 Gesetz über die Regelleistung (117/2011) 31

1.1.4 Landnutzungs- und Baugesetz (5.2.1999/132) 31

1.1.5 Energieeffizienzgesetzgebung 32

1.1.6 Novelle der Stromversorgungs- und -messungsverordnung (217/2016) 33

1.1.7 Verordnung zum Herkunftsnachweise für Strom (417/2013) 33

1.1.8 Verordnung zum Informationsaustausch zur Stromversorgung (273/2016) 33

1.2 Anreize, Förderung und Finanzierung des Smart Grid-Marktes **33**

1.2.1 Förderprogramme und -institutionen für Smart Grid-Innovationen 33

1.2.2 Fördermittel für Smart Grid 35

2. Infrastruktur und technisches Potenzial für Smart Grids in Finnland 37

2.1 Übertragungstechniken im finnischen Stromnetz und Altersprofil **38**

2.2 Internet-Infrastruktur in Finnland **42**

2.3 Technologien und Infrastruktur des Lastmanagements in Finnland – virtuelle Kraftwerke **43**

2.3.1 Technisches Potenzial im Gebäudesektor 43

2.3.2 Elektromobilität und Batterien – Lastverschiebungspotenzial durch V2G und G2V 48

2.3.3 Langfristspeicher – P2G und P2H 48

2.3.4 Intelligente Zähler (AMR) und Home Energy Management System (HEMS) 49

3. Geschäftspotenzial und wirtschaftliche Rahmenbedingungen 50

3.1 Investitionen in das finnische Übertragungsnetz **50**

3.2 Wirtschaftliches Potenzial der Laststeuerung **52**

3.3 Nutzung von Smart Grid-Lösungen in Finnland **62**

4. Bestehende und geplante Projekte in Finnland 63

4.1 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Netztechnologien **65**

4.2 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Komponente **73**

4.3 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Smart Cities **76**

4.4 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Fokus auf Daten und IKT **81**

4.5 Beispiele von geplanten Projekten: Komponente **82**

4.6 Beispiele von geplanten Projekten: Smart Cities **84**

4.7 Beispiele von geplanten Projekten: Fokus auf Daten und IKT **90**

V Marktpotenzialanalyse 91

1. Marktentwicklung und -bedarf 91

1.1 Markttrends **93**

1.2 Branchenstruktur – Marktpotenzial und Konkurrenzsituation **94**

1.3 Marktchancen und -herausforderungen **96**

2. Markteinstieg 98

2.1 Vertriebsstrukturen und -wege – Zugang zu den Projekten **98**

2.2 Handlungsempfehlungen für deutsche Unternehmen für einen Markteinstieg **99**

2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen beim Markteinstieg **99**

VI Profile der Marktakteure 101

1. Identifikation möglicher Geschäftspartner und Kontakte 101

1.1 Kontakte für die direkte Marktbearbeitung **101**

1.2 Administrative Instanzen und Kommunale Entscheidungsträger **102**

1.3 Marktbearbeitung durch Kooperationen mit etablierten Akteuren 103

2. Sonstiges 130

2.1 Messen 130

2.2 Fachzeitschriften 131

VII Schlussbetrachtung 131

VIII Abbildungsverzeichnis 132

IX Tabellenverzeichnis 133

X Einheitenumrechnungstabelle 134

XI Quellenverzeichnis 135

I Zusammenfassung

Der Strommarkt steht vor dem Aufbruch in ein neues Zeitalter. Der Übergang des heutigen Energiesystems hin zu einem intelligenten Energiesystem, dem sog. Internet der Energie, lässt eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle entstehen. Neue Akteure werden in den Markt eintreten, wie zum Beispiel Betreiber von virtuellen Kraftwerken, die neue Dienstleistungen u.a. für Stromspeicherung und -management anbieten. Gleichzeitig ändert sich die Rolle des Endverbrauchers.

Die rasche technologische Entwicklung sowie die nationalen Fördermechanismen haben zur verstärkten Nutzung der erneuerbaren Energien im skandinavischen Strommarkt geführt. Energieautarkie, Minderung der CO_2-Emissionen, Kohleausstieg sowie verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien stehen auch im Mittelpunkt der Energie- und Klimastrategie Finnlands. Dadurch wird die Struktur der Stromerzeugung kohlenstofffrei, aber auch wetterabhängiger, was neue Herausforderungen mit sich bringt.

Das finnische Stromsystem und die Instandhaltung des Netzes befinden sich in einem schnellen, außergewöhnlichen Wandel. Die immer digitaler werdende Gesellschaft benötigt immer mehr Strom. Das Stromsystem der Zukunft muss demzufolge noch zuverlässiger sein, um die zentralen Funktionen der Gesellschaft gewährleisten zu können. So steigt der Bedarf an grenzüberschreitender Übertragungskapazität sowie an neuem Strompotenzial, was durch Laststeuerung und neue Speicherungstechnologien ermöglicht wird. Neue digitale Lösungen ebnen den Weg sowohl für die Weitergabe von Marktinformationen in Echtzeit als auch die Entwicklung neuer Werkzeuge für das immer kompliziertere Stromnetz-Management.

Das finnische Stromsystem zählt zu einem der führenden Systeme in Europa und sogar auf globaler Ebene. Aufgrund der Smart Grid-Funktionen in der existierenden Infrastruktur wird es häufig als Smart Grid 1.0 bezeichnet. Vielen Experten nach könnte es allerdings auch als Smart Grid 2.0 bezeichnet werden: u.a. haben finnische Verteilernetzbetreiber schon früh heimische Lösungen in ihre Netze integriert, die den Einsatz einer Vielzahl von neuen Smart Grid-Applikationen und -Lösungen ermöglichen. Finnland ist Wegbereiter in der Implementierung von Smart Meters und AMR (Automatic Meter Reading)-Systemen und eines der ersten Länder, welches die Zählerfernablesung adaptierte.

Die Zählerfernablesung resultiert in verbesserten Informationen über die Energienutzung von Kunden, einem optimierten Lastprofil, der Rechnungserstellung in Echtzeit, der Zählerfernüberwachung sowie einer erhöhten Effizienz des Practical Meter Reading. Das fortschrittliche finnische Ökosystem bietet auch ein ideales Testumfeld für ausländische Serviceanbieter und Betreiber von virtuellen Kraftwerken. Außerdem plant das für die Verwaltung des finnischen Hauptnetzes verantwortliche Unternehmen Fingrid Oyj jährliche Investitionen in Höhe von 110 Mio. Euro bis 2027. Auf dem finnischen Markt sind signifikante Marktchancen für deutsche Unternehmen vorhanden, vor allem bei Anbietern von neuen, innovativen Geschäftsmodellen, Technologien und Dienstleistungen wie zum Beispiel Speicherlösungen, Lösungen für sichere und beständige Elektrizitätsnetzwerke und die Laststeuerung, EPC-Dienstleister und Unternehmen, die schlüsselfertige Dienstleistungen anbieten sowie Unternehmen im Bereich der virtuellen Kraftwerke, wie Aggregatoren.

II Einleitung

Das vorherrschende kalte Wetter, große Distanzen zwischen den Städten und eine große Anzahl von Freileitungsnetzen im Mittelspannungsbereich müssen in Finnland als Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Finnland waren aus diesen Gründen vornehmlich auf die Weiterentwicklung der Verteilungsnetze ausgerichtet, weshalb sich vor allem auf dieser Ebene Anbieter innovativer Lösungen etabliert haben. Das finnische Stromsystem hat sich zu einem der führenden Systeme in Europa und sogar auf globaler Ebene entwickelt. Das finnische Stromsystem wird häufig als Smart Grid 1.0 bezeichnet, bezogen auf die Smart Grid-Funktionen, die schon in die existierende Infrastruktur eingeführt worden sind. Dennoch gibt es viele Gründe, warum das finnische Stromsystem auch als Smart Grid 2.0 bezeichnet werden kann. Finnische Verteilernetzbetreiber haben heimische Lösungen zudem bereits frühzeitig in ihre Netze integriert, so dass eine Vielzahl von Applikationen und Lösungen sich über die Jahre zu einer finnischen Smart Grid-Version 2.0 herausbilden konnten.

Finnland ist Wegbereiter in der Implementierung von Smart Meters und AMR (Automatic Meter Reading)-Systemen und eines der ersten Länder, welches die Zählerfernablesung adaptierte. Dies resultierte in verbesserten Informationen zur Energienutzung für Kunden, zum optimierten Load Profiling, zur Rechnungserstellung in Echtzeit, zur Zählerfernablesung und -überwachung sowie zur erhöhten Effizienz des Practical Meter Reading. Ein sog. Aggregator dient als Serviceprovider für Energiemärkte, Balance, Reserveservices sowie für Privatkunden.[1]

Momentan sind das finnische Stromsystem und die Instandhaltung des Netzes im schnellen, außergewöhnlichen Wandel begriffen, da die Struktur der Stromerzeugung kohlenstofffrei und gleichzeitig noch wetterabhängiger wird, was neue Herausforderungen mit sich bringt. Energieautarkie, Minderung der CO_2-Emissionen sowie verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien stehen im Mittelpunkt der neuen Energie- und Klimastrategie Finnlands. Die rasche technologische Entwicklung sowie die nationalen Förderungsmechanismen haben zur verstärkten Nutzung der erneuerbaren Energien im skandinavischen Strommarkt geführt. Vor allem die vermehrte Windkrafterzeugung hat einen Einfluss auf den gesunkenen Strompreis gehabt. Die Rentabilität der traditionellen Stromproduktion hat sich deutlich vermindert, was zur Abschaltung der traditionellen, regelfähigen Kraftwerke führt. Die CO_2-Emissionen können dadurch reduziert werden, aber gleichzeitig steigt das Risiko von Strommangel, geringer Elastizität sowie der Anfälligkeit der Gesellschaft, die zugleich immer digitaler und stromabhängiger wird. Das zukünftige Stromsystem muss daher noch zuverlässiger sein, so dass die zentralen Funktionen der Gesellschaft gewährleistet werden können. So steigt der Bedarf an grenzüberschreitender Übertragungskapazität sowie an neuem Strompotenzial, was durch Laststeuerung und neue Speicherungstechnologien ermöglicht wird. In unmittelbarer Zukunft werden wahrscheinlich keine neuen Lösungen bzw. Technologien für die Übertragungstechnik entwickelt. Es sind die Digitalisierung sowie digitale Lösungen, die sowohl die Weitergabe der Marktinformationen in Echtzeit als auch die Entwicklung neuer Werkzeuge für das immer kompliziertere Stromnetz-Management ermöglichen.[2]

Der finnische Markt und die zahlreichen Smart Grids-Projekte bieten signifikante Geschäftschancen für deutsche Unternehmen. Innovative Technologien deutscher Unternehmen sind auf dem finnischen Markt notwendig und stoßen auf Interesse. Nachfrage besteht zum Beispiel nach Lösungen für sichere und beständige Elektrizitätsnetzwerke in Finnland sowie nach neuen Geschäftsmodellen, Produkten und Dienstleistungen für Energieerzeugung, -verteilung, -speicherung, Netzmanagement und Steuerungstechnik, Energieoptimierung und -effizienzsteigerung, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie intelligenten Lösungen wie zum Beispiel virtuellen Kraftwerken. Gleichzeitig ist auch die Nachfrage nach wirtschaftlich umsetzbaren Speicherlösungen groß, was für die erfahrene deutsche Branche bedeutende Geschäftsmöglichkeiten bietet.

[1] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“

[2] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

III Zielmarkt allgemein

1. Länderprofil Finnland

Finnland ist allgemein bekannt für seine unberührte Natur, die zahlreichen Seen und weiten Wälder. Von allen westeuropäischen Ländern hat Finnland die längste Grenze zu Russland (1 269 km), im Norden grenzt es an Norwegen (727 km) sowie im Nordwesten an Schweden (586 km).[3] Mit 338 145 km² nicht viel kleiner als Deutschland verzeichnet Finnland jedoch gerade einmal rund 5,5 Mio. Einwohner, weshalb weite Teile des Landes nur dünn besiedelt sind.[4]

Allgemeine Landesinformationen zu Finnland:

Einwohner[5] (2017)	5 503 297
Bevölkerungsdichte[6] (2016)	ca. 18 Einwohner/km²
Bevölkerungswachstum[7] (2016)	0,3 %
Offizieller Name	Republik Finnland
Hauptstadt	Helsinki
Nachbarländer	Estland, Schweden, Norwegen, Russland
Staatsform Staatsoberhaupt Regierungschef	Parlamentarische Republik Sauli Niinistö Juha Sipilä
Unabhängigkeit	06.12.1917
Landessprachen	Finnisch, Schwedisch
Korrespondenzsprache	Englisch
Religionszugehörigkeit[8]	Lutheraner (73,0 %), Orthodoxe (1,1 %), Sonstige (1,5 %), Keine (23,5 %)
Währung	Euro
Bruttoinlandsprodukt (nominal, Mrd. Euro)[9]	2016: 215,6 2015: 209,6
Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (Euro)[10]	2016: 39 236 2015: 38 241
Mitgliedschaften in internationalen Wirtschaftszusammenschlüssen und Abkommen[11]	Ostseerat, EU, G-9, IWF, OECD, Pariser Club, UN, UNCTAD, Weltbank-Gruppe; zu bilateralen Abkommen siehe www.wto.org > Trade Topics > Regional Trade Agreements > RTA Database > By Country.
Wichtigste Außenhandelspartner[12]	Deutschland, Russland, Schweden
Ausfuhrgüter[13]	Papier, Zellstoff, Schnitt- und Sperrholz, Maschinen, Elektronik, Elektrotechnik, Eisen und Stahl, chemische Erzeugnisse, Schiffe
Einfuhrgüter[14]	Rohöl, Maschinen, chemische Erzeugnisse, Autos, Eisen und Stahl, Bauelemente, Nahrungsmittel

Tab. 1: Fakten Finnland

[3] AHK Finnland
[4] AHK Finnland
[5] Statistic Finland (2017): Väestötilastot
[6] Statistic Finland (2017): Väestötilastot
[7] AHK Finnland
[8] Auswärtiges Amt, Finnland (2017)
[9] Statistic Finland (2017): Kansantalouden tilinpito
[10] Statistic Finland (2017): Kansantalouden tilinpito
[11] Auswärtiges Amt, Finnland (2017)
[12] AHK Finnland
[13] AHK Finnland
[14] AHK Finnland

1.1 Geographie und Klima

Zwischen dem 60. und 70. Breitengrad gelegen, zählt Finnland zu den nördlichsten Ländern der Erde. Über ein Drittel des Landes befindet sich nördlich des Polarkreises.[15] Zudem hat Finnland eine Küste mit einer Gesamtlänge von 1 100 km und über 73 000 Inseln mit einer Größe von mindestens 500 m².[16]

Das Klima im Land der Kontraste ist dem kaltgemäßigten zuzuordnen, bei dem stabile kontinentale Hochdruckzonen für relativ warme Sommer und kalte Winter sorgen. Einen Kälterekord verzeichnete Finnland am 28.01.1999, als die Temperatur −51,5 °C in *Pokka* bei *Kittilä* (Gemeinde in Lappland) betrug. Die höchste jemals in Finnland gemessene Temperatur belief sich auf 37,2 °C am 28.07.2010 in Liperi, einer Gemeinde im Osten Finnlands.[17]

Von Ende Mai bis Anfang August wird man Zeuge eines weiteren Naturschauspiels, denn in diesem Zeitraum wird es nicht wirklich dunkel. Im Sommer scheint die Sonne meist über 300 Stunden im Monat und da im Norden die Sonne im Mittsommer kaum untergeht, kann man an klaren Tagen in Südfinnland 18–19 Stunden und in Lappland gar 24 Stunden Sonnenschein genießen. Die Bedingungen zum Beispiel für die Erzeugung von Solarenergie in Finnland sind also besser als allgemein angenommen. Im Gegenzug dazu wird es in den Wintermonaten nie richtig hell und im Norden zeigt sich die Sonne zeitweise überhaupt nicht. In den südlichen Teilen des Landes kann man dann gerade einmal mit maximal sechs Stunden Tageslicht rechnen.[18] Diese klimatischen Verhältnisse sorgen dafür, dass Finnland zusammen mit den skandinavischen Ländern beim Energieverbrauch weit über dem europäischen Durchschnitt liegt.[19]

1.2 Gesellschaft und Politik

Durch ein hohes Maß an Respekt vor der Rechtsstaatlichkeit, der Demokratie, der Gleichheit und der Menschenrechte ist Finnland ein äußerst stabiler Unternehmensstandort und lässt sich als multikulturelle Gesellschaft bezeichnen. Dies zeigt sich dadurch, dass Frauen und junge Menschen auch in höheren Positionen zu finden sind und einen verhältnismäßig großen Anteil des Arbeitslebens ausmachen.[20] Unter anderem zeigen sich enge Beziehungen zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in staatlich geförderten Gemeinschaftsprojekten und auch das Arbeitsumfeld zeichnet sich oftmals durch eine entspannte Atmosphäre aus. Der Führungsstil ist zumeist demokratisch, transparent und weltoffen. Die Stimmung bei der Arbeit ist informell und auf Konsens ausgerichtet. Es ist nicht ungewöhnlich, dass untergeordnete Mitarbeiter Unternehmen repräsentieren, wohingegen in anderen Ländern nur der Geschäftsführer dieses Privileg hätte.

Finnland bietet zudem eine hochwertige Gesundheitsversorgung, exzellente Bildung, ein gut ausgebautes Verkehrsnetz und kulturelle Dienstleistungen. Bekannt ist Finnland auch für seine Transparenz, Geradlinigkeit und ein niedriges Maß an Bürokratie.[21]

Die Potenziale der finnischen Gesellschaft basieren auf dem hohen Bildungsniveau und der ausgeprägten Forschungsaktivität. Die intensive Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und Universitäten mit Wirtschaftsunternehmen bringt in Finnland immer wieder Innovationen hervor. Der hohe Entwicklungsstand kam auch dem Informations- und Kommunikationssektor zugute, der mit NOKIA weltweit hohe Bekanntheit erreichte und Finnland zu einem führenden Anbieter von innovativen Dienstleistungen und IT-Produkten machte. Trotz des Abklingens des NOKIA-Booms spielen die IT-Branche, der Cleantech und Smart Grid-Sektor sowie die „Creative Industry" mit der Design-, Musik- oder der Gaming-Branche sowohl gesellschaftlich als auch wirtschaftlich fortführend eine große Rolle. Dies lässt sich vor allem an den zahlreichen Kooperationen auf Projektbasis sehen, bei denen verschiedene Parteien aus Wirtschaft und Wissenschaft eng verzahnt Innovationen auch im Bereich Smart Grids vorantreiben.

[15] Finnland.info: Geographie (2014)
[16] AHK Finnland
[17] Helsingin Sanomat (2010): Kaikkien aikojen lämpöennätys uusiksi: 37,2 astetta (2010)/ Neuer Temperaturrekord: 37,2 Grad
[18] Finland.fi, Leben & Gesellschaft (2014)
[19] Statista (2015): Pro-Kopf-Stromverbrauch ausgewählter Länder Europas im Jahresvergleich 1990 und 2012 (in Megawattstunden)
[20] EK (2013)
[21] Helsinki Business Hub, Easy business environment (2015)

1.2.1 Politische Informationen

Finnland wurde 1917 unabhängig und hat seit 1919 eine parlamentarische Demokratie. Seit 1995 ist das Land Mitglied der Europäischen Union. Große politische Bedeutung kommt dem Amt des Staatspräsidenten zu, das seit dem Jahr 2012 von Sauli Niinistö ausgeübt wird. Seine Vorgängerin im Amt war Tarja Halonen, die erste Staatspräsidentin Finnlands.

Nach den Parlamentswahlen im April 2015 wurde der Ministerpräsident Alexander Stubb (Nationale Sammlungspartei) und seine Fünf-Parteien-Koalition durch den IT-Millionär Juha Sipilä (Zentrumspartei) und eine Mitte-Rechts-Koalition aus drei Parteien (Zentrumspartei, Nationale Sammlungspartei und Wahre Finnen) abgelöst.[22] Zweitstärkste Kraft wurde die rechtspopulistische Partei der „Wahren Finnen".[23] Neben der Zentrumspartei waren die Grünen die einzige Partei, die ihre Sitzanzahl im Parlament erhöhen konnte.[24] Das finnische Parlament hat das Recht, der Regierung das Vertrauen zu entziehen. Das Parlament hat 200 Mitglieder, die alle vier Jahre in allgemeinen Wahlen gewählt werden.[25]

Das Hauptaugenmerk will die jetzige Regierung auf die Verbesserung der wirtschaftlichen Situation Finnlands legen. Schwerpunkte liegen auf 1) Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung, 2) Forschung, Bildungs- und Kompetenzniveau, 3) Gesundheit und Wohlfahrt, 4) Biowirtschaft und Cleantech (inkl. erneuerbare Energien und Smart Grids) und 5) den neuen, innovativen Methoden/Arbeitsweisen (zum Beispiel Digitalisierung). Darüber hinaus will die neue Regierung eine massive Gesundheitsreform durchführen, einzelne Aufgaben der Kommunen abbauen sowie die regionale und zentrale Verwaltung erneuern. Für das Reformprogramm stehen insgesamt 1,6 Mrd. Euro zur Verfügung, wovon 1 Mrd. für die Spitzenprogramme reserviert ist. In die Biowirtschaft, Cleantech und saubere Lösungen (inkl. erneuerbare Energien) sollen im öffentlichen Sektor jährlich mindestens 300 Mio. Euro investiert werden.[26]

1.2.2 Verwaltung

Die führenden Staatsorgane sind das finnische Parlament (Eduskunta), der Staatspräsident sowie der finnische Staatsrat (die Regierung), unabhängige nationale Gerichte, die staatliche Verwaltung (zentral und regional) sowie die weiteren öffentlichen Verwaltungsorgane. Finnland ist seit dem 01.01.2010 in sechs Regionalverwaltungsbezirke und die autonome Provinz Åland untergliedert. Die zwischen dem finnischen Festland und Schweden gelegenen Åland-Inseln haben einen Sonderstatus, der der Provinz bestimmte Sonderrechte (darunter Selbstverwaltung, Schwedisch als Amtssprache, demilitarisierter Status) garantiert. Die staatliche Verwaltung besteht aus der Zentral-, Regional- und Lokalverwaltung. Die insgesamt zwölf Ministerien sind Teil der Zentralverwaltung.

Die regionalen Verwaltungsorgane sind die sechs regionalen Verwaltungsbehörden (f. aluehallintovirasto, AVI), die die Verwirklichung der Grundrechte und des Rechtschutzes, Verfügbarkeit der Grunddienstleistungen, Umweltschutz, nachhaltige Nutzung der Umwelt, innere Sicherheit sowie gesunde und sichere Lebens- und Arbeitsbedingungen in den Regionen fördern. Weitere regionale Verwaltungsorgane sind die 15 regionalen Entwicklungszentren. Die staatlichen Behörden auf regionaler Ebene sind elf Polizeibehörden, elf Magistrate, 22 Vollstreckungsbehörden, elf Staatsanwaltschaften sowie 15 Arbeits- und Wirtschaftsstellen.

Die weiteren öffentlichen Verwaltungsorgane sind Kommune, kirchliche Verwaltung sowie die mittelbare öffentliche Verwaltung. Die insgesamt 311 Kommunen Finnlands sind Selbstverwaltungskörperschaften mit umfassenden Kompetenzen vor allem im Schul-, Gesundheits- und Sozialwesen.[27] Dazu gehört auch das Infrastrukturwesen, dessen Rahmenbedingungen aber von zentralen Ämtern bestimmt werden (zum Beispiel Ministerium für Verkehr und Kommunikation).

Die autonomen Einrichtungen des öffentlichen Rechts wie die finnische Sozialversicherungsanstalt (f. KELA), die finnische Zentralbank, das finnische Institut für Arbeitsmedizin (f. työterveyslaitos), das finnische Waldzentrum (f.

[22] AHK Finnland (2015): Wahlergebnis: Finnen wollen den Machtwechsel
[23] Eduskunta (Parlament), Keskustan eduskuntaryhmä (2015) / Fraktion der Zentrumspartei (2015)
[24] Finland.fi (2015): Parliamentary election 2015 After Finnish election, anything can happen (2015)/ Parlamentswahlen 2015 Nach der finnischen Wahl kann alles passieren (2015)
[25] Botschaft von Finnland (2012): Finnland-Info
[26] Valtioneuvosto (der finnische Staatsrat) (2015): Hallitusohjelma (Regierungsprogramm)
[27] Valtiovarainministeriö (2017): Kuntien lukumäärä ja vireillä olevat muutokset

Suomen metsäkeskus) und Universitäten agieren innerhalb der mittelbaren öffentlichen Verwaltung.[28]

1.2.3 Umweltpolitik

Da Finnland Mitglied der Europäischen Union ist, wird auch die finnische Umweltpolitik größtenteils durch EU-Richtlinien bestimmt. Eines der wichtigsten Ziele der EU ist die Reduzierung der CO_2-Emissionen. Die umweltpolitischen Prioritäten der Europäischen Union sind im siebten Umweltaktionsprogramm, das im Jahr 2013 verabschiedet wurde, bis zum Jahr 2020 festgelegt worden. Unter diesen werden zum Beispiel die Bekämpfung des Klimawandels und die Erhaltung der biologischen Vielfalt genannt. Die Methoden, durch die die politischen Ziele erfüllt werden, können jedoch in jedem Land variieren. Die Unterschiede in der nationalen Umweltpolitik basieren u.a. auf der Geographie der Mitgliedsländer, verschiedenen nationalen Vorschriften, der wirtschaftlichen Aktivität, der unterschiedlichen Zuteilung von finanziellen Mitteln sowie auf den verschiedenen nationalen Werten. Daneben sind die generellen Einstellungen gegenüber der Umweltpolitik und der Umwelt, die typischen umweltpolitischen Angelegenheiten sowie die politische Aufteilung solche Faktoren, die einen Einfluss auf die finnische Umweltpolitik in der EU haben. Zum Beispiel liegt es an den Besonderheiten der finnischen Geographie, dass auch die Umweltpolitik des Landes in vielerlei Hinsicht unterschiedlich von den südlichen Ländern Europas ist.[29] Dank der dünnen Besiedelung, der modernen Technologien sowie der günstigen geoökologischen Lage befindet sich die finnische Umwelt in einem relativ guten Zustand.

Das finnische Umweltministerium ist für die Vorbereitung der Angelegenheiten verantwortlich, welche die bebaute Umwelt, das Wohnen, Biodiversität, nachhaltige Nutzung der Naturressourcen sowie Umweltschutz betreffen und im finnischen Parlament und dem Staatsrat behandelt werden.

Das Ziel des finnischen Umweltministeriums ist, Einfluss auf die nachhaltige Entwicklung, auf den guten Lebensraum und auf die Erhaltung der Artenvielfalt auszuüben. Das Umweltministerium wird vom finnischen Umweltminister Kimmo Tiilikainen geführt. Das Ministerium ist für die strategische Planung, Steuerung und Ressourcen, Vorbereitung der Rechtsvorschriften sowie für die internationale Zusammenarbeit im Bereich der umweltpolitischen Angelegenheiten zuständig. Innerhalb der Verwaltung des Umweltministeriums agieren das finnische Umweltzentrum (f. SYKE) sowie das Zentrum zur Wohnraumfinanzierung und -entwicklung (f. ARA). Das finnische Umweltzentrum (SYKE) ist ein staatliches Forschungsinstitut, das Informationen und Dienstleistungen bezüglich der Entwicklung einer nachhaltigen Gesellschaft anbietet. ARA wiederum sieht Finanzhilfen für das Wohnen und Bauen vor und steuert und kontrolliert die Nutzung des finnischen Wohnungsbestands. Das finnische Umweltministerium steuert darüber hinaus die regionalen Entwicklungszentren (ELY-Zentren), die u.a. auch für die Umweltverträglichkeitsprüfungen zuständig sind, sowie die regionalen Verwaltungsanstalten, die für die Erteilung von Umweltgenehmigungen verantwortlich sind.[30]

Seit 1990 hat Finnland die Treibhausgasemissionen durch Besteuerung und weitere Instrumente erheblich reduziert. Das Land ist wegen energieintensiver Industrien, des kalten Klimas, der langen Transportwege, hoher Lebensstandards und auch wegen der zahlreichen Stromheizungen jedoch immer noch ein bedeutender Emittent von Treibhausgasemissionen je BIP-Einheit im OECD-Raum. 2015 hat Finnland jedoch seine Emissionsziele 2008–2012 erreicht. 2016 betrugen die Treibhausgasemissionen 58,8 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent, was 18 % weniger ist als 1990, aber 6 % höher als in 2015 (Statistiken für 2017 liegen derzeit noch nicht vor). In Zukunft werden die Ziele jedoch noch ehrgeiziger, da das Emissionsniveau immer noch viel zu hoch ist, um den Klimawandel verhindern zu können. 2015 wurde beim UN-Klimagipfel in Paris ein neues Abkommen gegen den Klimawandel beschlossen. Das neue Klimaabkommen, das 2020 in Kraft tritt, verpflichtet zum ersten Mal alle Länder zum Klimaschutz.[31] Die EU will bis 2030 die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 40% senken. Als EU-Mitglied betreffen diese Ziele auch Finnland. Finnland soll die Treibhausgasemissionen um 39% bis 2030 senken.

In der Umweltpolitik zielt Finnland auf den Ruf einer Informations- und Know-how-Gesellschaft mit weitentwi-

[28] Valtiovarainministeriö (das finnische Finanzministerium) (2015): Hallinnon rakenteet
[29] Europäische Kommission, siebtes Umweltaktionsprogramm (2013)
[30] Ympäristöministeriö (das finnische Umweltministerium) (2015): Ympäristöministeriö – yhdessä kestävään tulevaisuuteen
[31] OECD (2015): Wirtschaftsausblick, Ausgabe 2015/2; Suomen ympäristökeskus (das finnische Umweltzentrum) (SYKE) (2015): Kasvihuonekaasupäästöjen kasvu taittui; Findikaattori (2015): Kasvihuonekaasupäästöt

ckeltem Umweltschutz ab. In Finnland soll in Zukunft bei der Energieerzeugung vollständig auf den Einsatz von Kohle verzichtet werden und die Verwendung von emissionsfreier, erneuerbarer Energie soll erhöht werden, so dass ihr Anteil bis 2030 auf mehr als 50 % steigt. Damit liegt das seenreiche Land deutlich über dem Zielwert von 30 %, zu dem sich die Europäische Union verpflichtet hat.

Darüber hinaus will das Land aktiv an einer weltweiten Zusammenarbeit teilnehmen, um die Umweltprobleme gemeinsam lösen zu können sowie die gemeinsamen umweltpolitischen Ziele zu fördern.[32] Der Erfolg finnischer Umweltpolitik zeigt sich auch im internationalen Vergleich. Bei dem im Auftrag des Weltwirtschaftsforums erstellten Nachhaltigkeitsindex (ESI) schneidet Finnland regelmäßig mit sehr guten Werten ab. Hervorgehoben wird dabei vor allem die ausgeprägte Einstellung zum Umweltschutz.[33] Im aktuellsten Environmental Performance Index (EPI) -Bericht aus dem Jahr 2017 erreicht Finnland im weltweiten Vergleich Platz 10.[34] Für die kommenden Jahre sind große Investitionen in die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen und in intelligente Netze geplant.[35]

1.3 Wirtschaft, Struktur und Entwicklung

Finnland gehört heute zu den wohlhabendsten Ländern innerhalb der Europäischen Union. Betrachtet man die Entwicklung der finnischen Wirtschaft in den letzten Dekaden, so sind diverse Strukturwandel jedoch unverkennbar. Während die Wirtschaftsstruktur des Landes in den fünfziger Jahren noch stark von der Landwirtschaft dominiert wurde und Finnland bis weit ins 20. Jahrhundert zu den ärmsten Ländern Europas zählte, entwickelte es sich innerhalb weniger Jahrzehnte zu einer modernen Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft. So sind heute über zwei Drittel der Beschäftigten im Dienstleistungssektor tätig. Finnland ist heutzutage weltweit für seine digitale Kompetenz und das hohe Ausbildungsniveau bekannt. Nichtsdestotrotz kommt der Industrie weiterhin ein hoher Stellenwert zu.

Die aktuelle Stimmung in der finnischen Wirtschaft ist exzellent. Die finnische Wirtschaft entwickelt sich momentan sehr viel besser, als viele Analysten noch zu Beginn 2017 erwartetet hatten. Die EU-Kommission rechnet in ihrer Herbstprognose (2017) mit einem Realwachstum der finnischen Wirtschaft um 3,3 Prozent für das Jahr 2017. Für 2018 gehen die Analysten von einem BIP-Wachstum von 2,7 % aus. Die Finnen legen damit noch stärker zu als die Europäische Union insgesamt (2,1 %). Bewahrheiten sich die Prognosen, kompensiert Finnland im Laufe von 2018 auch die Folgen der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise von 2008. [36]

Die gesellschaftlichen Risiken liegen vor allem bei der starken Alterung der Bevölkerung sowie in dem verschärften internationalen Wettbewerb in den für Finnland wichtigen Branchen (zum Beispiel Telekommunikation). Als stark vom Export abhängiges Land wurde Finnland von der Weltwirtschaftskrise besonders schwer getroffen. Daher ging das reale Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2009 um 7,8 % zurück. Während im Jahr 2010 die Folgen der Krise noch zu spüren waren, erholte sich das Land im Jahr 2011 wieder leicht. Gestiegene Exporte, der gestiegene Privatkonsum sowie private Investitionen führten zu einem Wachstum des BIP von 2,6 %. Im Jahr 2012 und auch in den Jahren 2013 und 2014 wurde allerdings ein erneuter Rückgang um 1,4 bzw. 1,1 und 0,4 % verzeichnet. Die finnische Wirtschaft startet jedoch wieder schwungvoll ins Jahr 2018 (BIP-Wachstumsprognose 2,7 %).[37]

Das Preisniveau für Verbrauchsgüter und Dienstleistungen in Finnland liegt im Allgemeinen deutlich über anderen europäischen Staaten und resultiert oft aus der Dominanz weniger großer Anbieter zum Beispiel im Einzelhandel. Laut Eurostat lag das Preisniveau in Finnland im Jahr 2016 bei 121 % des EU-Durchschnitts. Für einige Unsicherheit in der finnischen Wirtschaft sorgen derzeit auch die instabile Konjunktur- und Währungslage Russlands.[38]

Die Arbeitslosigkeit lag im Januar 2018 bei 8,8 %.[39] Im Jahr 2018 werden sich Finnlands Haushalte jedoch nach der vereinbarten Lohnzurückhaltung in 2017 wieder über höhere Gehälter freuen, die laut Ökonomen nominal um

[32] Valtioneuvosto.fi, Hallitusohjelma/Regierungsprogramm (2007)
[33] Botschaft von Finnland, Berlin: Umweltschutz in Finnland (2007)
[34] Environmental Performance Index (2017)
[35] GTAI (2015): Großprojekte in Finnland 2015/2016; AHK Finnland
[36] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland
[37] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland; Statistic Finland (2017): Kansantalouden tilinpito
[38] Eurostat (2017): Verbraucherpreisniveaus im Jahr 2016; GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland
[39] Statistic Finland (2018): Tammikuun työttömyysaste 8,8 prosenttia

1–2 % steigen werden. Auch die Arbeitslosigkeit geht noch weiter zurück. Die Analysten gehen davon aus, dass der Privatkonsum im Vergleich zu 2017 noch einmal an Wachstumsdynamik verliert und laut EU-Prognose noch vergleichsweise optimistisch um 1,8 % zulegt. Im europäischen Vergleich ist die Verschuldung der privaten Haushalte noch moderat, wenngleich ansteigend.[40]

Um auch in Zukunft wettbewerbsfähig bleiben zu können, müsste Finnland vor allem den Anteil der Hochgebildeten weiter erhöhen, die Ausgaben für Forschung und Entwicklung zumindest auf dem jetzigen Niveau halten und einen höheren Nutzungsgrad der produktiven Arbeitskräfte erzielen.

1.4 Außenhandel

Nach EU-Einschätzung lässt das gute außenwirtschaftliche Umfeld Finnlands Waren- und Dienstleistungsexporte auch in 2018 preisbedingt um 5,7 % wachsen. Dafür sorgen das Wachstum in der EU, im Handel mit Deutschland, u.a. die gute Auftragslage der Meyer Werft in Turku und die neuen Produktionsaufträge beim Pkw-Auftragsfertiger Valmet Automotive sowie der wieder erholte russische Markt. Schon in der ersten Jahreshälfte 2017 legten die finnischen Exporte nach Deutschland nominal um 8,8 % gegenüber dem Vorjahr zu.[41]

Zunehmende finnische Industriegüterexporte bedeuten auch höhere Einfuhren. Laut EU-Prognose sollen die Einfuhren für Waren und Dienstleistungen in 2018 um 4,1 % steigen. Zahlreiche Modernisierungsinvestitionen und Großprojekte sorgen vor allem für Importe von Zulieferern und anderen Industriegüterherstellern. Deutschland wird als wichtigster Handelspartner für Finnland im Warenaußenhandel 2017 auch 2018 davon profitieren. In der ersten Jahreshälfte 2017 stieg das deutsch-finnische Güterhandelsvolumen nominal um 10,9 % auf 9,1 Mrd. Euro.[42]

Jahr	1. Halbjahr 2016	1. Halbjahr 2017	Veränderung 1. Halbjahr 2017/ 1. Halbjahr 2016
Importe	26.955 Mio. Euro	30.607 Mio. Euro	13,5 %
Exporte	25.977 Mio. Euro	29.979 Mio. Euro	15,4 %
Handelsbilanzsaldo	-978	-628	-35,8 %

Tab. 2: Außenhandel Finnlands[43]

1.5 Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland

Deutschland gehört für Finnland traditionell zu den drei mit Abstand wichtigsten Handelspartnern – neben den Nachbarländern Schweden und Russland. Seit 2014 ist Deutschland sogar der wichtigste Handelspartner, nachdem Russland in den Jahren zuvor wegen der Energie- und Rohstofflieferungen stets den ersten Rang belegt hatte. Die Nachfrage nach Waren "Made in Germany" boomt momentan auch in Finnland. Das Jahr 2017 (Januar-September) bringt ein Rekord-Ergebnis für den Warenimport aus Deutschland. Waren wurden im Wert von 7 Milliarden Euro aus Deutschland nach Finnland importiert und damit sogar 16 % mehr als ein Jahr zuvor. Deutschland ist mit einem Importanteil von 15,2 % und einem Exportanteil von 14,1 % (6,2 Milliarden Euro) der bei weitem wichtigste Handelspartner für Finnland. Deutschland war 2017 bei den Importen von Fahrzeugen, Anlagen, Industriemaschinen und Motoren führend.[44]

[40] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017
[41] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017
[42] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017;
[43] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017; Tulli (Finnischer Zoll) (2017): Tavaroiden ulkomaankaupan kuukausitilasto lokakuussa 2017
[44] Tulli (Finnischer Zoll) (2017): Suomen ja Saksan välinen kauppa vuonna 2017

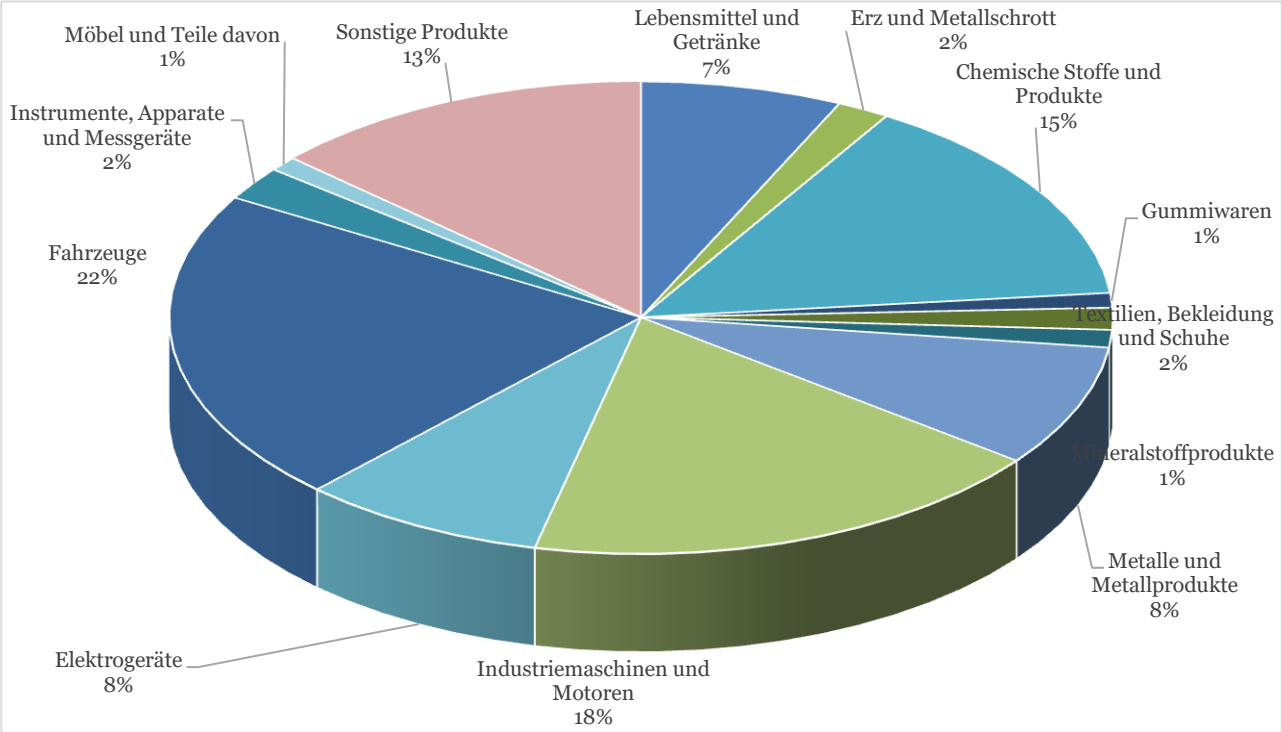
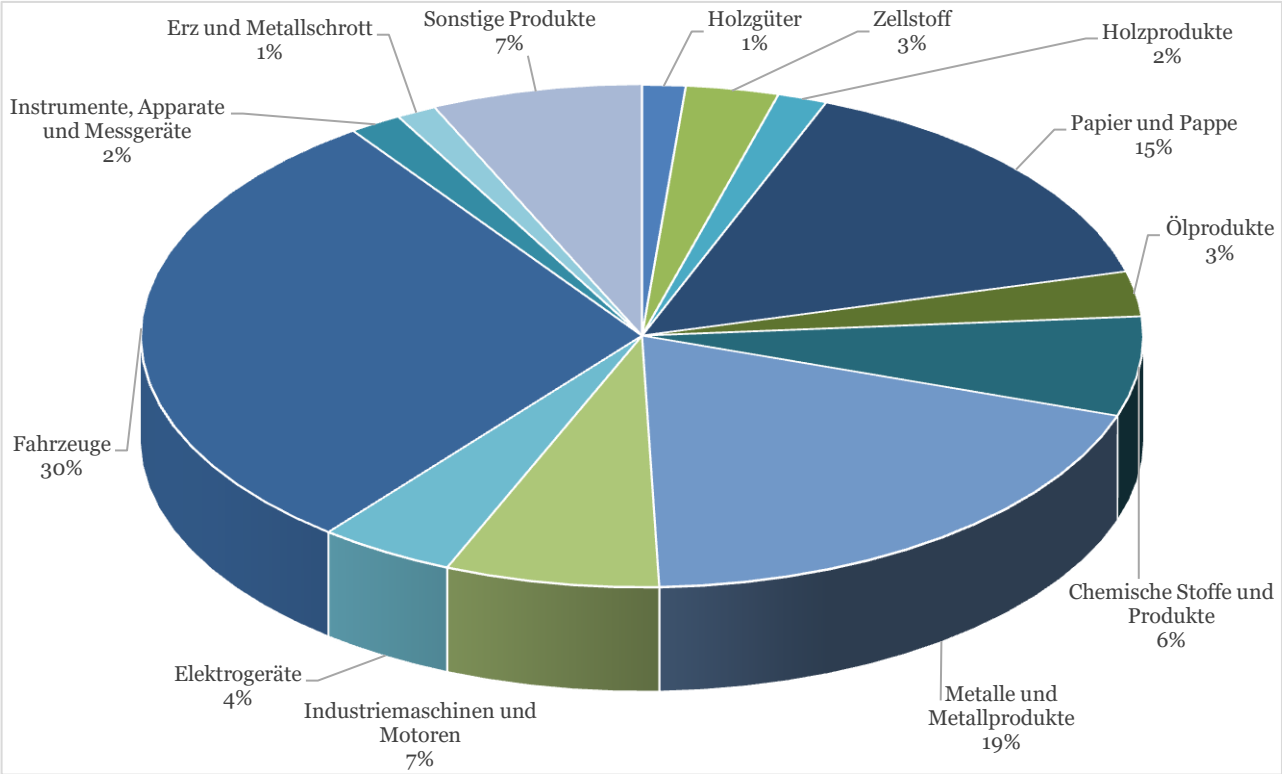


Abb. 1: Einfuhren aus Deutschland nach Finnland 2017[45]



[45] Tulli (Finnischer Zoll) (2017): Suomen ja Saksan välinen kauppa vuonna 2017

Abb. 2: Exporte aus Finnland nach Deutschland 2017[46]

1.6 Standortbewertungen

Finnland erzielt bei den Bewertungen der größten US-Ratingagenturen (Fitch, Moody's, Standard & Poor's) Bestnoten in Bezug auf seine Kreditwürdigkeit. Lediglich in der Bewertung durch Standard & Poor's hat Finnland im Jahr 2014 die Bestnote AAA verloren. Die Ratingagentur begründet die Herabstufung mit der anhaltenden Stagnation des finnischen Wirtschaftswachstums. Finnland wurde aber beim Weltwirtschaftsforum in Davos im IT-Ranking 2014 unter 148 Ländern an die Spitze gewählt. Auch bei weiteren Unterkategorien wie „Infrastruktur und digitaler Inhalt", „Potenzial", „Schutz geistigen Eigentums" sowie „Verfügbarkeit neuester Technologien" steht das Land an erster Stelle.[47] Finnland erzielte Platz 9 beim Doing Business Index 2014, Platz 4 beim Global Competitiveness Index 2014-2015 und Platz 3 im Corruption Perception Index 2014. Im Rahmen des durch den „Institutional Investor" (US-Monatsmagazin) durchgeführten Länderratings von ca. 100 im internationalen Geschäft tätigen Banken werden mehr als 100 Länder zweimal jährlich in Bezug auf das dort gegebene Kreditrisiko beurteilt. Finnland erreichte hier Platz 8.[48] Beim Index of Economic Freedom 2018 erreichte Finnland unter 180 Ländern Platz 26. Im internationalen Vergleich zeigt sich die Effizienz des finnischen Regelwerks. Kapitalanforderungen bei Neugründung eines Unternehmens beispielsweise sind verglichen zu anderen Ländern äußerst gering.[49] In dem von Forbes durchgeführten Ranking der besten Länder, um Geschäfte zu machen („Best countries for Business"), das u.a. auf der Analyse von Innovationen, Technologie, Steuern, Korruption und Investorenschutz beruht, befindet sich Finnland aus 153 Ländern auf Platz 14.[50] Auch im Better Life Index der OECD befindet sich Finnland in zahlreichen Kategorien unter den Top-Ländern. So haben beispielsweise 88 % der Finnen im Alter von 25 bis 64 Jahren einen Abschluss der Sekundarstufe.[51] Finnland investiert zudem intensiv in Forschung und Entwicklung und kann mit einem erstklassigen Ausbildungsniveau punkten (Pisa-Spitzenreiter). Finnland verfügt bereits über eine ausgezeichnete Infrastruktur, inkl. hochmodernem Telekommunikationsnetz.[52]

In der folgenden SWOT-Analyse werden die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken beim Markteintritt in Finnland dargestellt.

Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
Gute Infrastruktur (LTE-Netze, Stromnetze, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Verkehr)	Kleiner Binnenmarkt auf großer Fläche; vor allem im Norden geringe Einwohnerdichte
Hohes Ausbildungsniveau	Dominanz weniger Wettbewerber in wichtigen Wirtschaftszweigen
Aufgeschlossenheit für technische Innovationen	Hohes Arbeitskostenniveau
Leistungsstarker Forschungs- und Entwicklungsstandort	Hohe Steuer- und Abgabenbelastung
Effiziente Verwaltung, Zahlungsfähigkeit	
Transparente Verwaltung	
Opportunities (Chancen)	**Threats (Risiken)**
Entwicklung neuer High-Tech-Exportprodukte, auch in Smart Grids	Strukturwandel in Kernbranchen wie Papierindustrie, Elektronik, IKT
Zahlreiche Großprojekte in verschiedenen Branchen, wie Smart Grids	Geringe KMU-Präsenz auf ausländischen Wachstumsmärkten
Hohes Preisniveau bei geringem Wettbewerb	Schwache Exportenentwicklung durch Verunsicherung auf wichtigen Absatzmärkten möglich
Investitionen im Energiesektor (Smart Grids, Solar, Wind, Biomasse, Energieeffizienz, aber auch Atomkraft)	Alterung der Gesellschaft, Abnahme der Zahl der (Fach-)Arbeitskräfte
Hervorragendes Testumfeld für neue Innovationen, auch im Bereich Smart Grids	
Hohe Entwicklungskompetenz durch lebendige Start-up-Szene und IKT-Sektor	

[46] Tulli (Finnischer Zoll) (2017): Suomen ja Saksan välinen kauppa vuonna 2017
[47] GTAI (2015): Finnland investiert in neueste Smart-Grid Lösungen
[48] GTAI (2014): Wirtschaftsdaten kompakt: Finnland
[49] Index of Economic Freedom (2018): Country Rankings
[50] Forbes (2018): Best Countries for Business
[51] OECD (2016): Better Life Index, Finland
[52] Helsinki Business Hub (2018): Rankings

Tab. 3: SWOT-Analyse Finnland[53]

1.7 Investitionsklima

Nach einem Investitionsboom der finnischen Wirtschaft in 2017 steigen die Bruttoanlageinvestitionen in 2018 weiter an. Die EU-Kommission geht von einem Realwachstum von 4,4 % aus, während die finnische OP-Bank sehr optimistisch mit einem starken Anstieg von 6,0 % rechnet. Gestützt wird der positive Ausblick auf zahlreiche Großprojekte und Investitionen in die Netzstruktur.[54]

Eine starke Nachfrage nach finnischen Industriegütern wird nach Ansicht zahlreicher Analysten auch im Jahr 2018 die Unternehmen weiter in Maschinen und Anlagen sowie Industriegebäude investieren lassen. Die aktuelle Stimmung in der finnischen Wirtschaft ist hervorragend. Die vom Dachverband der finnischen Industrie (EK) ermittelten Vertrauensindikatoren der Industrie, Bauwirtschaft und der Dienstleistungsbranche erreichen bereits wieder das Niveau von 2010 bzw. 2011. [55]

Finnlands Industrie investiert auch vermehrt in energiesparende Technologien. Daneben sind auch viele Wind- und Solarenergieprojekte in Planung. In die Biowirtschaft, Cleantech und saubere Lösungen (inkl. erneuerbare Energien) sollen im öffentlichen Sektor jährlich mindestens 300 Mio. Euro investiert werden. Will Finnland seine ehrgeizigen Klima- und Energieziele erreichen, sollen laut dem finnischen Wirtschaftsministerium jährliche Investitionen in Höhe von mindestens 1 Mrd. Euro in die Erneuerbare-Energien-Branche getätigt werden (s. Kapitel 2 / III Zielmarkt allgemein). [56]

Für deutsche Unternehmen eröffnet sich eine Vielzahl von Geschäftschancen durch Großprojekte, darunter im Bereich der Smart Grid-Industrie. Investoren aus dem Ausland sind berechtigt, Unterstützung von der öffentlichen Wirtschaftsförderagentur namens Business Finland zu erhalten. Für diese Zielgruppe wurde eigens ein „Invest in Finland"-Programm gegründet.[57] Weitere Informationen findet man unter: http://www.investinfinland.fi

2. Energiemarkt Finnland

In Finnland wird in den kommenden Jahren verstärkt in die Energie, vor allem in die erneuerbaren Energien wie Wind- und Biokraft, aber auch in Atomkraft investiert. Die neue Klima- und Energiestrategie Finnlands stellt konkrete Maßnahmen vor, mit denen sowohl die im finnischen Regierungsprogramm stehenden als auch die mit der EU vereinbarten Energie- und Klimaziele bis zum Jahr 2030 erreicht werden sollen. Das langfristige Ziel ist es, dass Finnland kohlenstoffneutral wird.

In Zukunft soll bei der Energieerzeugung vollständig auf den Einsatz von Kohle verzichtet werden und die Verwendung von emissionsfreier, erneuerbarer Energie soll erhöht werden, so dass ihr Anteil bis 2030 auf mehr als 50 % steigen soll. Der Selbstversorgungsgrad soll auf über 55 % angehoben werden. Die Entscheidung bedeutet, dass die Förderung für erneuerbare Energien technologieneutral ausgeschrieben wird. Das alte Tarifsystem für Windstromeinspeisung wurde eingestellt. Mit den Ausschreibungen soll eine Steigerung um 2 TWh bei der Produktion erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 einhergehen. Um diese ehrgeizigen Ziele erreichen zu können, sollen jährliche Investitionen in Höhe von mindestens 1 Mrd. Euro in die Erneuerbare-Energien-Branche getätigt werden.
Weitere wichtige Ziele sind die Halbierung der Ölimporte für den inländischen Verbrauch und die Erhöhung der erneuerbaren Brennstoffe im Verkehr auf 40 % im Jahr 2030 (im Moment liegt der Anteil bei 8 %).[58]

Darüber hinaus wird verstärkt in neue Netze investiert. Das für die Verwaltung des finnischen Hauptnetzes verantwortliche Unternehmen Fingrid Oyj plant jährliche Investitionen in Höhe von 110 Mio. Euro bis 2027. Darunter ist zum Beispiel ein gemeinsames Projekt von Fingrid und Svenska Kraftnät. Mit einer 200 Mio. Euro -Investition soll eine neue, 370 km lange Übertragungsverbindung 800 MW/900 MW von Messaure (Schweden) nach

[53] AHK Finnland; GTAI (2017): SWOT-Analyse - Finnland
[54] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland
[55] GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland
[56] AHK Finnland; TEM (2017): Uusiutuvan energian toimialaraportti 2017
[57] AHK Finnland
[58] AHK Finnland; TEM (2017): Uusiutuvan energian toimialaraportti 2017

Pyhäselkä (Finnland) gebaut werden. Die geplante Fertigstellung ist in 2025.[59]

In 2019 soll der fünfte Kernreaktor Finnlands ans Netz angeschlossen werden. Die Realisierung ist jedoch nicht problemlos gelaufen. Der Bau des dritten Blocks im Kernkraftwerk Olkiluoto an der finnischen Südwestküste hat sich bedeutend verzögert und statt der geplanten Baukosten in Höhe von 3 Mrd. Euro geht man derzeit von Kosten in Höhe von ca. 9 Mrd. Euro aus. Der Meiler hätte schon 2009 fertiggestellt werden sollen. Des Weiteren plant der finnische Energiekonzern Fennovoima ein neues Atomkraftwerk „Hanhikivi 1“ in Pyhäjoki, in Nordwestfinnland. Der geplante Baubeginn ist für 2019 festgelegt und das Atomkraftwerk soll 2024 in Betrieb genommen werden. Der strategische Investor im Projekt ist der russische Reaktorlieferant Rosatom.[60]

Die finnische Erneuerbare-Energien-Branche ist mit Blick auf die Unternehmensgrößen polarisiert. Die großen Unternehmen sind meist branchenübergreifende Konzerne der Energiebranche und der Großteil (83 %) der Unternehmen sind Mikrounternehmen, die am Anfang der Wertschöpfungskette agieren. Der Anteil der KMUs beträgt 17 %. 2016 gab es insgesamt 1 224 Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien, was nur 9 Unternehmen (0,7 %) weniger waren als im Vorjahr. Insgesamt 6 193 Menschen waren hier 2016 beschäftigt. 2016 betrug der Gesamtumsatz der Branche 2,85 Milliarden Euro, d.h. 8,3 % (240 Mio. Euro) mehr als im Vorjahr. Investitionen lagen im Jahr 2016 bei ca. 1 Mrd. Euro, was sogar ca. 40 % mehr war als in 2015.[61]

2.1 Gesamtenergieverbrauch

Der Energieverbrauch liegt in den nordischen Ländern über dem europäischen Durchschnitt. Das Jahr 2016 war in Finnland wieder von etwas kälteren Temperaturen geprägt (im Vergleich zu dem sehr warmen Jahr 2015), was einen Einfluss auf den leichten Zuwachs des Energieverbrauchs von 2 % im Vergleich zum Vorjahr hatte. Der Gesamtenergieverbrauch für das Jahr 2016 in Finnland belief sich auf 371 TWh. Der Gesamtverbrauch der erneuerbaren Energien auf 127 TWh.[62]

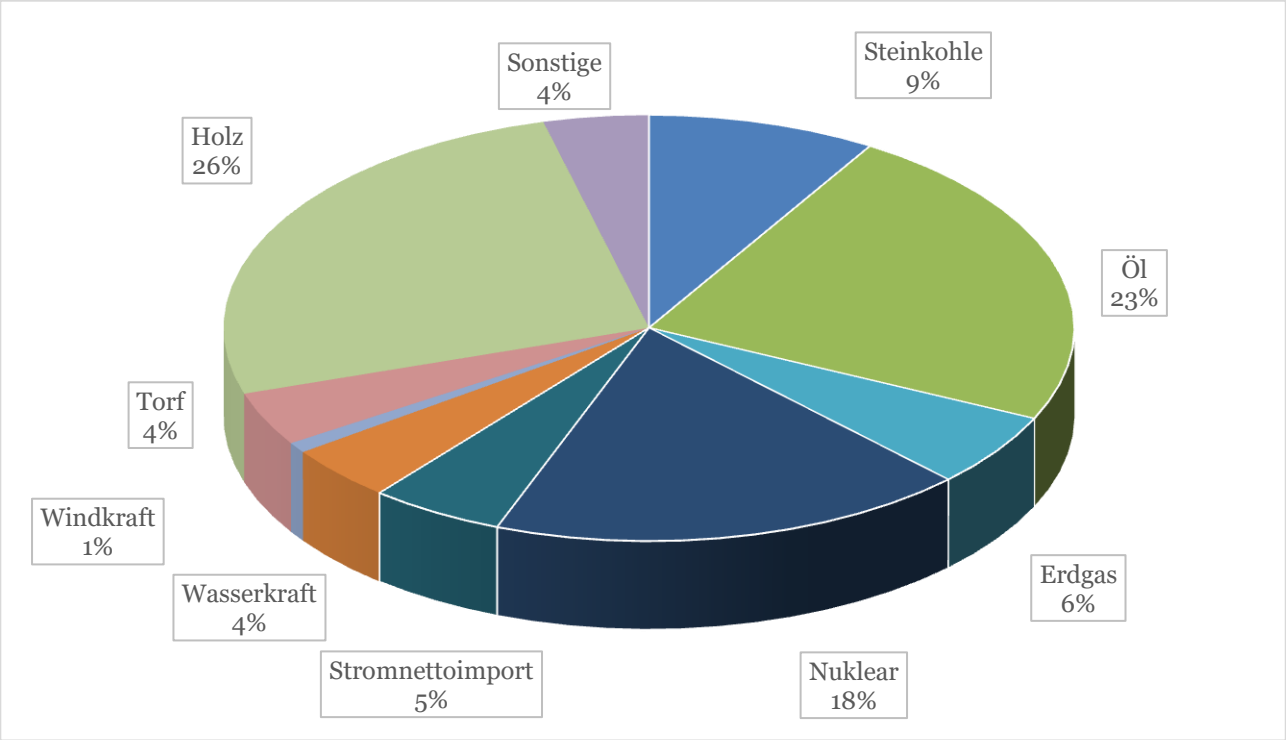


Abb. 3: Verteilung Primärenergieverbrauch nach Energieträgern [%], 2016[63]

[59] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; GTAI (2018): Finnland will den Anteil der erneuerbaren Energien erhöhen
[60] YLE (2017): Olkiluoto kolmonen viivästyy edelleen; GTAI (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland
[61] TEM (2017): Uusiutuvan energian toimialaraportti 2017
[62] Statistic Finland (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016; TEM (2017): Uusiutuvan energian toimialaraportti 2017
[63] AHK Finnland; Statistic Finland (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016; TEM (2017): Uusiutuvan energian toimialaraportti 2017

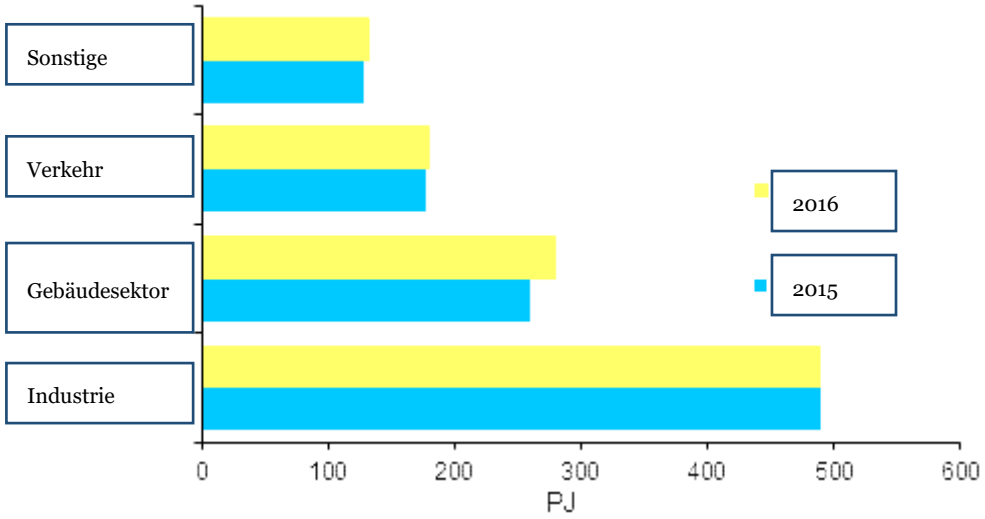


Abb. 4: Energieendverbrauch nach Sektroren in 2015 und 2016[64]

Laut dem finnischen Wirtschaftsministerium nutzen die finnischen Industrien etwa die Hälfte der Gesamtenergie des Landes (45 %). Die energieintensivsten Industrien sind dabei die Metallindustrie, Chemieindustrie sowie Holzindustrie. Nach dem Industriesektor gehen 26 % des Energieverbrauchs in Finnland auf das Konto des Gebäudesektors. Der Anteil des Verkehrssektors liegt bei 17 %.[65]

2.2 Stromerzeugung und -verbrauch

Die Stromerzeugung basiert in Finnland auf verschiedenen Energieträgern und Erzeugungsmethoden. Im Jahr 2016 wurden in Finnland 66,2 TWh Strom erzeugt. Ein Großteil wurde durch erneuerbare Energien gewonnen (29,6 TWh, d.h. 45 % inkl. Holz), gefolgt von Kernkraft (34 %), fossilen Energieträgern, wie Steinkohle und Erdgas (17 %) und Torf (4 %). Der Anteil der Wasserkraft ist hingegen stark abhängig von den vorhandenen Reserven. 2016 wurden 15,6 TWh Strom durch Wasser erzeugt, was etwa 6 % weniger war als im Vorjahr. Der Anteil der Wasserkraft betrug dennoch 24 % an der Stromerzeugung Finnlands. Die Windkrafterzeugung nahm um 32 % stark zu und hatte einen Anteil von 5 % an Stromerzeugung 2016.[66]

Im Jahr 2016 hat Finnland eine Rekordmenge an Strom, insgesamt 19,0 TWh, importiert, was einem Anstieg um 16 % im Vergleich zum Vorjahr entspricht. Der größte Teil des importierten Stroms stammte dabei aus Schweden (15,4 TWh). Ein großer Teil der Stromimporte stammt auch aus Russland (5,9 TWh) und nahm im Jahr 2016 sogar um 49 % zu. Finnland verkauft zudem einen Teil seines Stromes an die anderen nordischen Länder, vor allem aber an Estland im gemeinsamen nordischen Strommarkt. Elektrizität wird an der Börse Nord Pool gehandelt.[67]

Der Stromverbrauch betrug 2016 nach Informationen des finnischen Statistikamts ca. 85,1 TWh und stellte einen leichten Zuwachs im Jahresvergleich dar (+ 3 %). Dies kann auf verhältnismäßig kältere Temperaturen 2016 zurückgeführt werden. 2016 wurden 22 % durch Nettoimporte und 78 % durch Finnlands Eigenproduktion abgedeckt. Etwa ein Drittel der einheimischen Stromproduktion basierte auf Kraft-Wärme-Kopplung.[68]

[64] Statistic Finland (2017): Energian hankinta ja kulutus
[65] TEM (2017): Uusiutuva energia - Kohti vähähiilistä yhteiskuntaa
[66] Statistic Finland (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016; Statistic Finland (2017): Uusiutuvilla tuotettiin 45 % sähköstä ja 57 % lämmöstä
[67] Statistic Finland (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016; Statistic Finland (2017): Uusiutuvilla tuotettiin 45 % sähköstä ja 57 % lämmöstä
[68] Statistic Finland (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016; Statistic Finland (2017): Uusiutuvilla tuotettiin 45 % sähköstä ja 57 % lämmöstä

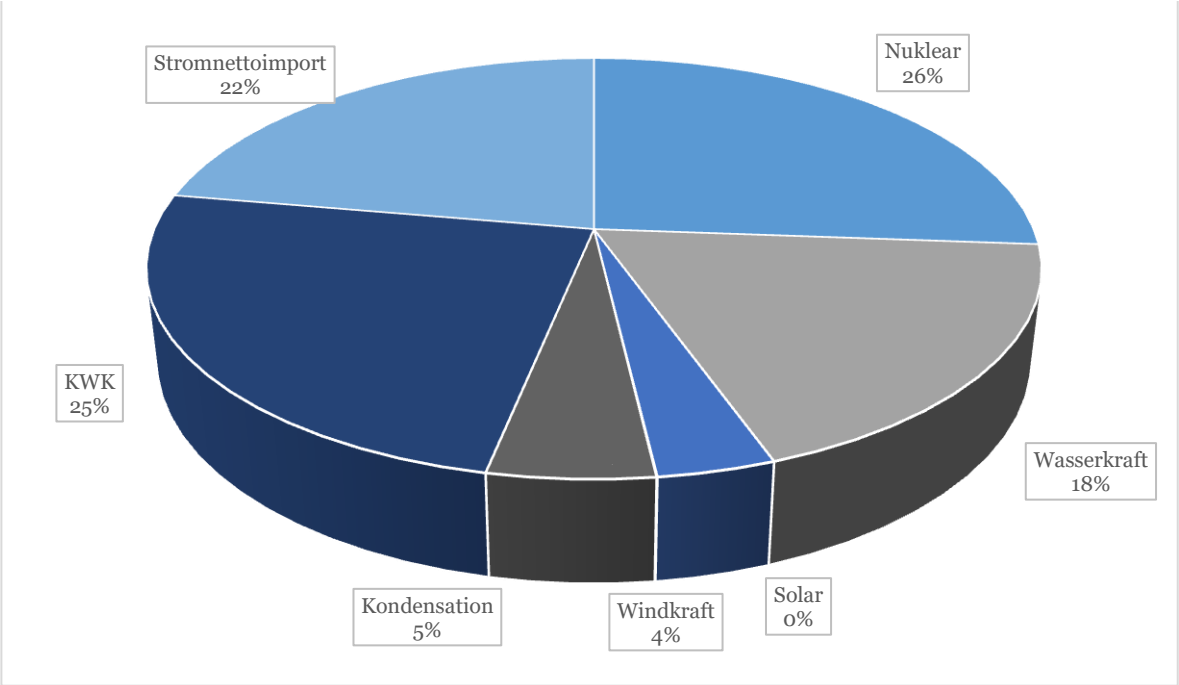


Abb. 5: Struktur der Strombereitstellung in Finnland [%], 2016[69]

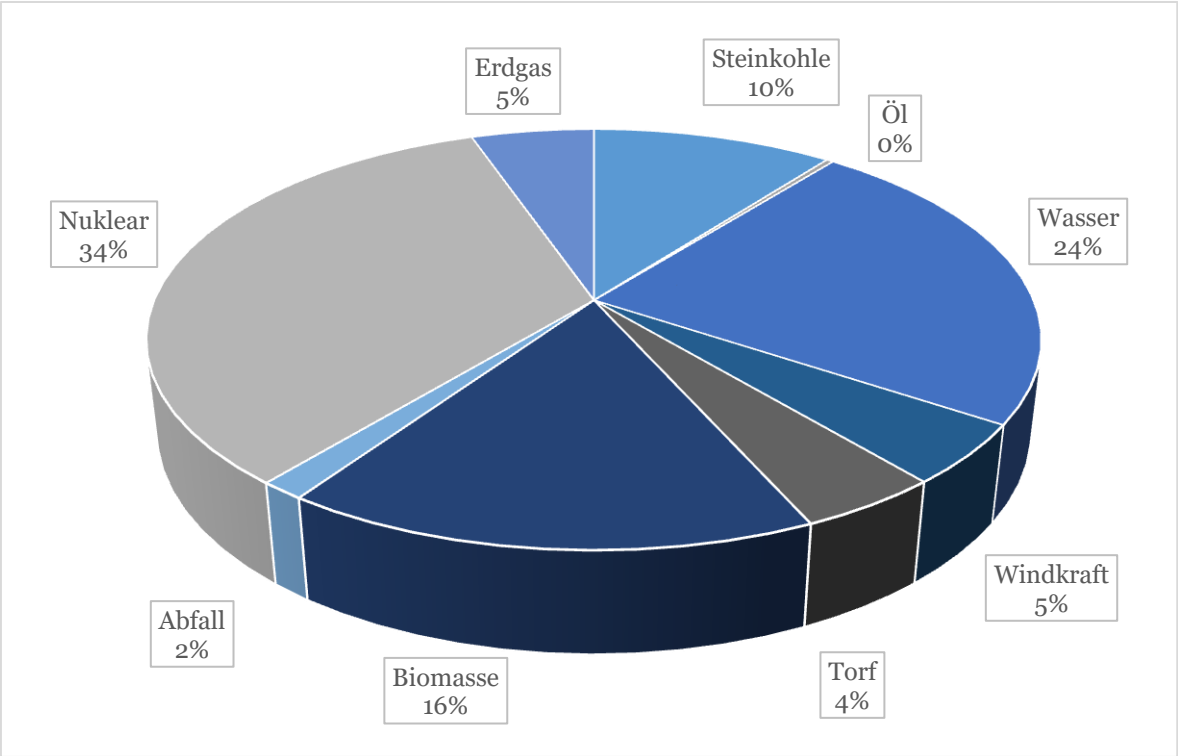


Abb. 6: Stromerzeugung nach Energieträgern in 2016 (66,2 TWh)[70]

[69] Statistic Finland (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016; Statistic Finland (2017): Uusiutuvilla tuotettiin 45 % sähköstä ja 57 % lämmöstä
[70] Energiateollisuus ry (2016): Sähköntuotanto

Der Konsument in Finnland kann die Art des bezogenen Stroms üblicherweise selbst wählen. So hat der Endverbraucher beim Abschluss eines Stromvertrages die Auswahl zwischen üblichem Strom oder Strom aus Solarenergie sowie Stromverträgen mit einem Fixpreis oder einem wechselnden, sich am Börsenpreis orientierenden Strompreis.71 Im Jahr 2009 wurde die Regelung eingeführt, dass in allen Haushalten ein automatischer Verbrauchszähler installiert werden muss. Dieser muss Konsumenten gratis zur Verfügung gestellt werden, d.h. der Netzbetreiber macht die Investition. Bis Anfang 2014 mussten mindestens 80 % der finnischen Haushalte mit Stromzählern ausgestattet werden. Die Regelung ermöglicht Haushalten, den eigenen Stromverbrauch zu verfolgen und so zu reduzieren. Zusätzlich soll der Konsument dadurch den eigenen Verbrauch zu den Zeitpunkten, an dem der Marktpreis für Strom am höchsten ist, reduzieren und so die Stromrechnung beeinflussen können. In Finnland gibt es ca. 120 Stromerzeugerfirmen und rund 400 Elektrizitätswerke, von welchen über die Hälfte Wasserkraftwerke sind.72

2.3 Wärmeerzeugung und -verbrauch

Im finnischen Wärmemarkt liegt die Hauptnutzung bei der Fernwärme. Fernwärme hatte 2016 einen Marktanteil von 46,1 % an dem Gebäudesektor, gefolgt von Strom (18,2 %) und Wärmepumpen (13,4 %). In den größten Städten sind über 90 % der privaten Gebäude und fast alle öffentlichen Gebäude mit Fernwärme beheizt. Im Jahr 2016 wurde Fernwärme und damit verbundener Strom in Höhe von 55,5 TWh erzeugt.[73]

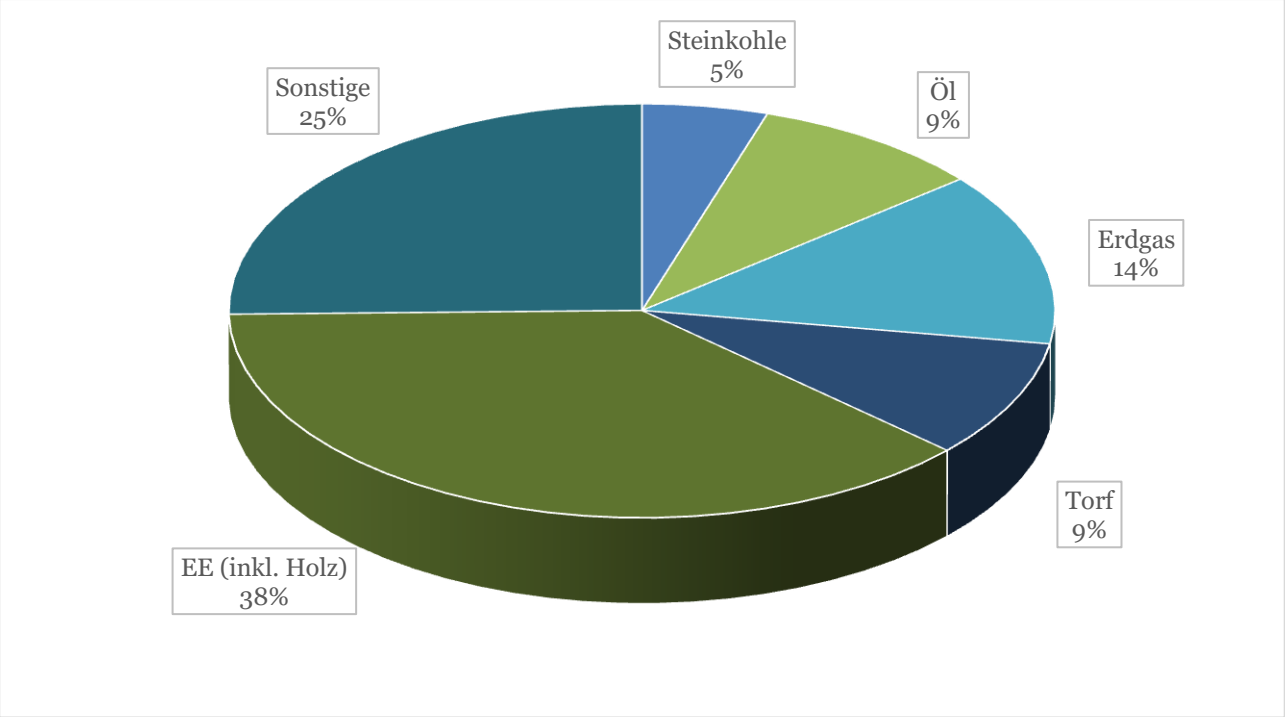


Abb. 7: Verteilung Wärmeerzeugung nach Energieträgern (separate Erzeugung) [%], 2016[74]

Finnland kann als Vorreiter in der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet werden. Diese Kompetenz hat sich durch die langjährige Zusammenarbeit zwischen Energieunternehmen und Unternehmen aus dem Maschinenbau ergeben, wobei man über die letzten 30 Jahre zusätzlich auf die Unterstützung von finnischen Universitäten und Forschungsinstituten bauen konnte. Zusätzlich haben seit Jahrzehnten finnische Städte und Industrieunternehmen heimische KWK-Lösungen verschiedenster Technologien in ihre eigenen Wärme- und Prozessdampfanlagen implementiert.[75]

Der Wärmemarkt in Finnland ist marktorientiert und die Kunden haben das Recht, den Heizungstyp selbst auszu-

[71] Helen (2015): Sähkötuotteemme sinulle
[72] AHK Finnland; Energiateollisuus ry (2016): Sähköntuotanto; TEM (2009): Älykkäät sähkömittarit käyttöön Suomessa: Kotitalouksille jopa reaaliaikaista tietoa omasta sähkönkäytöstä
[73] Energiateollisuus ry (2017): Kaukolämpövuosi 2016: Uusiutuvuus monipuolista kaukolämmössä
[74] Statistic Finland (2017): Sähkön ja lämmön tuotanto tuotantomuodoittain ja polttoaineittain 2016
[75] AHK Finnland

wählen oder zu wechseln. In der Praxis ist der Wechsel in den dicht besiedelten Kerngebieten von Städten, wo der Kunde an das Fernwärmenetz angeschlossen ist, technisch herausfordernd. Anfang 2009 wurde im finnischen Landnutzungs- und Baugesetz eine Vorschrift hinzugefügt: Laut dieser Vorschrift kann in vielen Fällen im Flächennutzungsplan eine Anschlusspflicht an das Fernwärmenetz für Neugebäude bestehen. Es gibt jedoch eine Ausnahme, was vor allem in Hinsicht auf die erneuerbaren Energien von Bedeutung ist: Sie betrifft gerade solche Neugebäude, deren Hauptheizung auf erneuerbaren Energien basiert oder deren Wärmeverlust maximal 60 % von dem für das Gebäude definierten Vergleichswärmeverlust beträgt.[76]

Die Anschlusspflicht ist mit der Verpflichtung verbunden, die Angemessenheit der Preise einzuhalten. Das finnische Verbraucherschutzgesetz und das finnische Verbraucheramt bestimmen die allgemeinen Grundsätze bezüglich des Status des Kunden. Das Funktionieren des finnischen Fernwärmemarktes überwacht die finnische Wettbewerbsbehörde.[77]

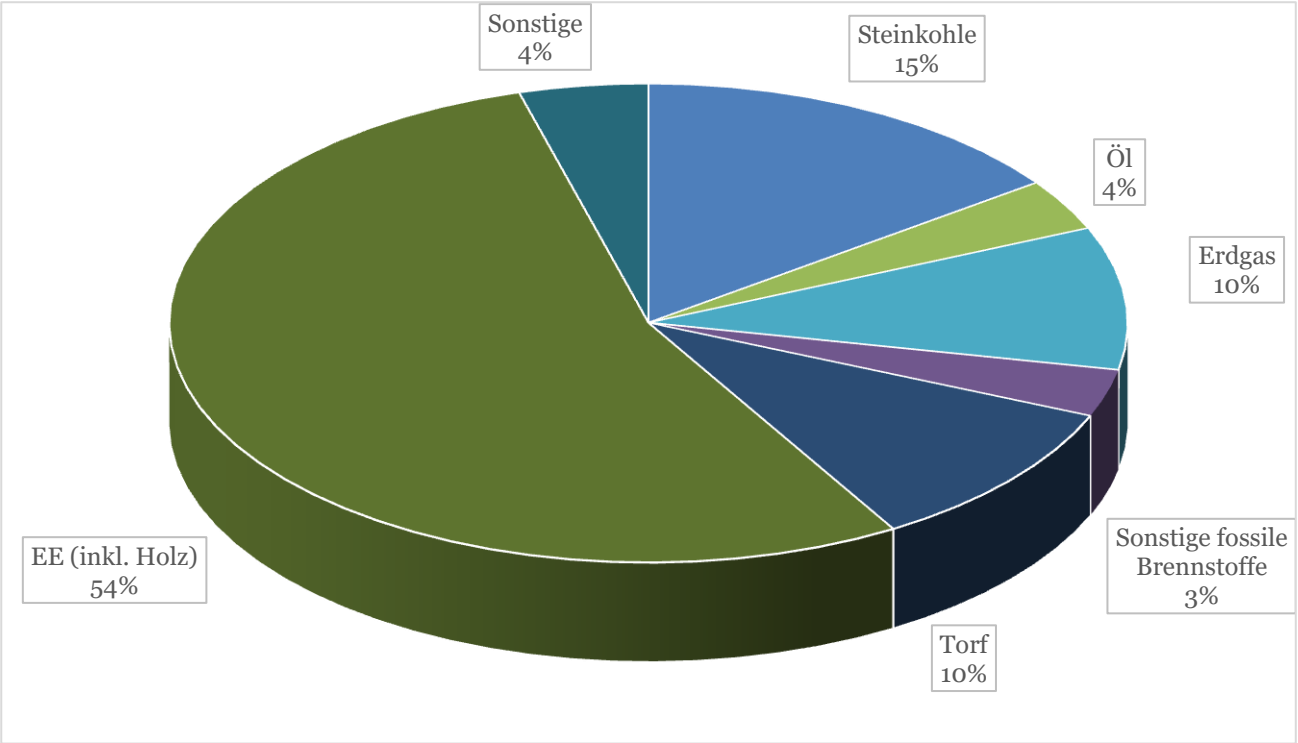


Abb. 8: Wärmebereitstellung (TJ) / Kraft-Wärme-Kopplung, 2016[78]

[76] Pöyry Management Consulting Oy (2011): Kaukolämmön asema suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa
[77] Pöyry Management Consulting Oy (2011): Kaukolämmön asema suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa
[78] Statistic Finland (2017): Energia

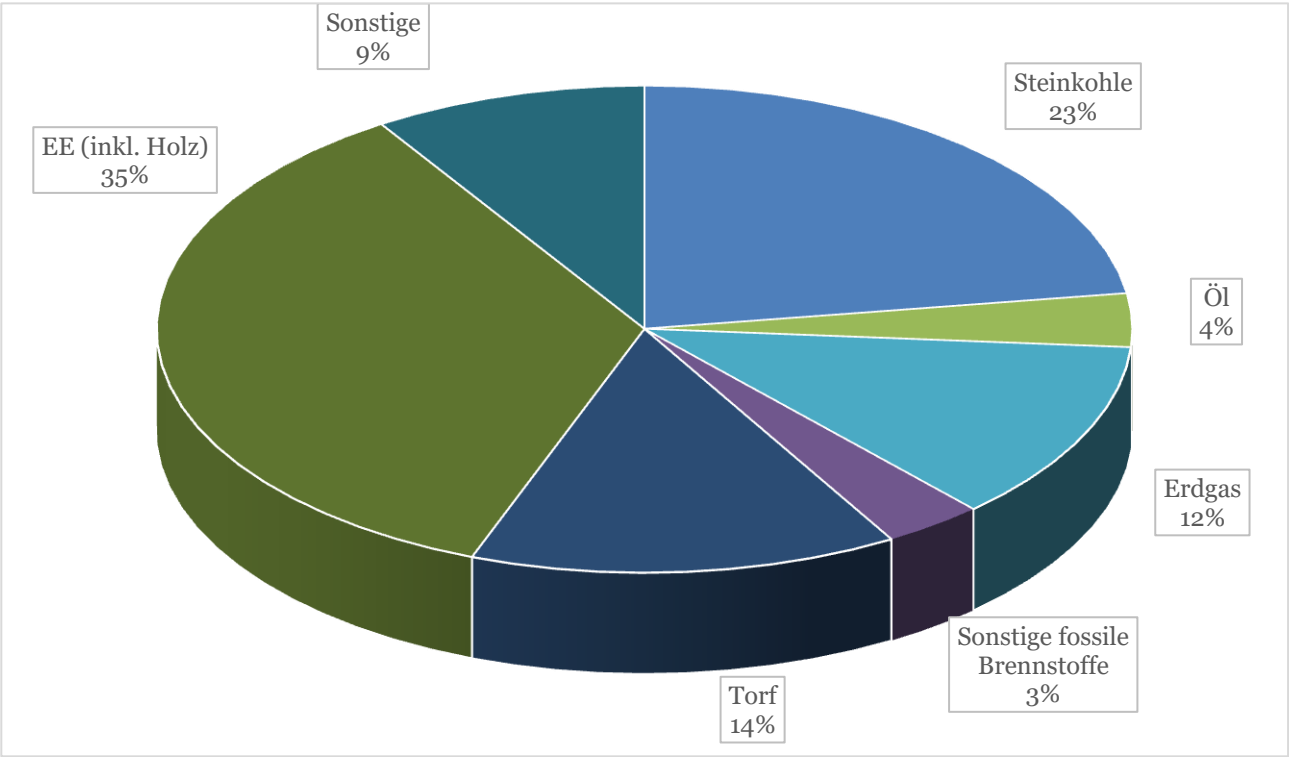


Abb. 9: Wärmebereitstellung (GWh) / Fernwärme, 2016[79]

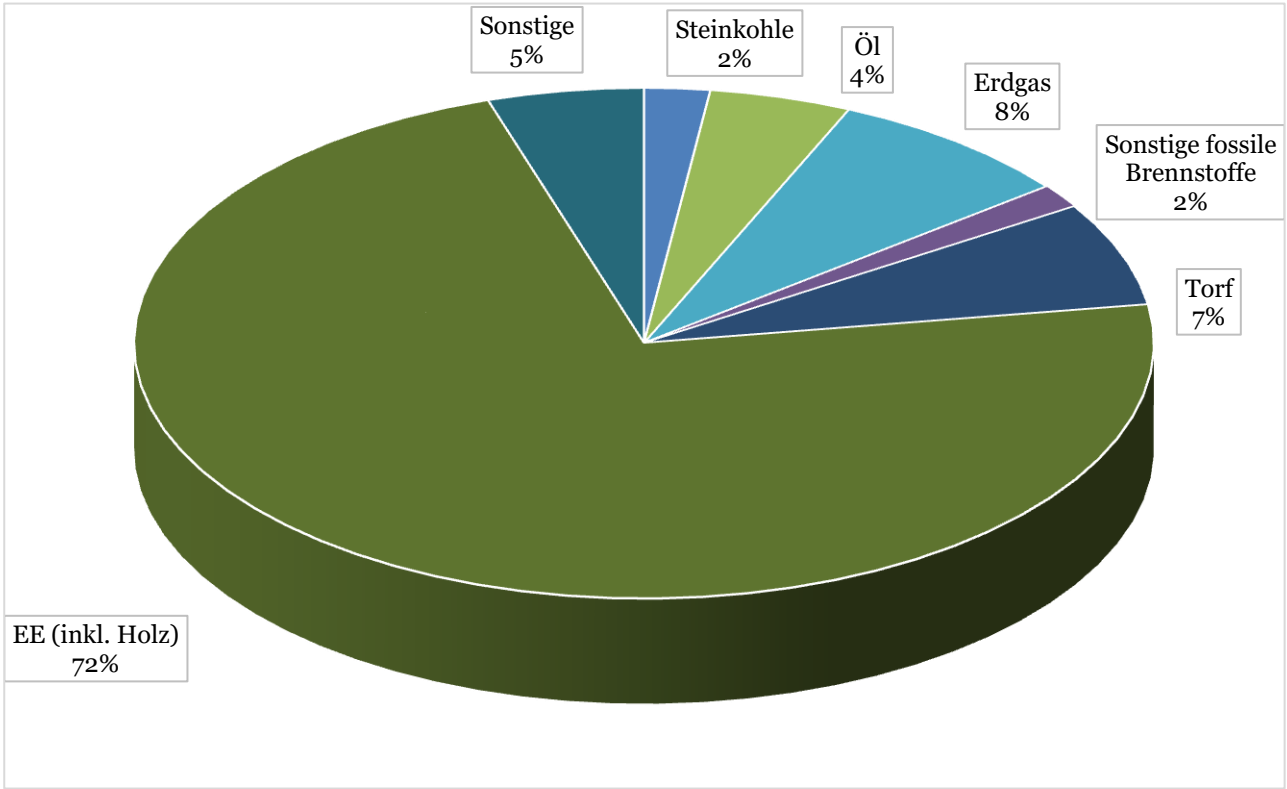


Abb. 10: Wärmebereitstellung (GWh) / Industrie, 2016[80]

[79] Statistic Finland (2017): Energia
[80] Statistic Finland (2017): Energia

2.4 Energiepreise

Finnlands Strompreise liegen unter dem EU-Durchschnitt, u.a. aufgrund guter hydrologischer Jahre in den Nord Pool-Ländern. Die Verfügbarkeit von Wasser wirkt sich direkt auf die Strompreise im Norden aus, da die Wasserkraft eine bedeutende Rolle in der Stromversorgung spielt. Der Strompreis variiert ferner nach Jahreszeit und Nutzertypus.[81]

Abb. 11: Entwicklung der SPOT-Preise (durchschnittlicher Monatspreis) in der Nord Pool-Strombörse 2000–2017[82]

Der durchschnittliche Systempreis der nordischen Strombörse, der durch Angebot und Nachfrage entsteht, lag im dritten Quartal 2017 25 % niedriger als zum gleichen Zeitpunkt 2016. Der finnische Regionalpreis lag im Durchschnitt 15 % über dem Systempreis im vierten Quartal 2017. Der Strompreis für Haushalte war durchschnittlich 7 % höher im Vergleich zum Vorjahreswert. Der Preis für Unternehmen und Großkunden blieb in etwa auf dem Vorjahreswert.[83] Verbraucherstrompreise gehören folglich mit durchschnittlich 0,158 Euro pro kWh (im Jahr 2017) zu den niedrigeren innerhalb der EU. Von Großverbrauchern genutzter Strom ist mit durchschnittlich 0,067 Euro pro kWh der niedrigste im EU-Vergleich.[84]

	Strompreis (pro kWh)					
	Haushalte (1)			Nicht-Haushalte und Industrie (2)		
	2015 S1	2016 S1	2017 S1	2015 S1	2016 S1	2017 S1
EU-28*	0,209	0,205	0,204	0,121	0,116	0,114
Eurozone*	0,220	0,218	0,220	0,126	0,122	0,121
Finnland	0,155	0,154	0,158	0,071	0,069	0,067

(1) jährlicher Verbrauch: 2 500 kWh < Verbrauch < 5 000 kWh
(2) jährlicher Verbrauch: 500 MWh < Verbrauch < 2 000 MWh

Tab. 4: Strompreise in Finnland[85]

Die Ölimportpreise sind im dritten Quartal des Jahres 2017 wieder angestiegen, was u.a. in der Erhöhung der Konsumentenpreise für flüssige Brennstoffe resultierte. Der Anstieg der Weltmarktpreise für Erdöl hatte einen direk-

[81] AHK Finnland
[82] Statistic Finland (2017): Nord Pool Spot -sähköpörssin kuukausikeskiarvot
[83] Statistics Finland (2017): Energian hinnat nousivat kolmannella neljänneksellä
[84] Eurostat (2017): Electricity price statistics
[85] Eurostat (2017): Electricity price statistics

ten Einfluss auf den Preis des Erdöls, das nach Finnland importiert wird. Dies wurde an den höheren Konsumentenpreisen im dritten Jahresquartal 2017 deutlich. Im dritten Jahresquartal 2017 betrugen die Benzin- und Dieselpreise 5–6 % mehr als zum gleichen Zeitpunkt im Vorjahr. Der entsprechende Preisanstieg von Heizöl betrug 13 %.[86]

Der Preis von Steinkohle stieg am Ende des Jahres 2016 ebenso deutlich an, aber im Jahr 2017 ist der Preis wieder etwas zurückgegangen. Der Preis von Steinkohle, die in der Stromerzeugung verwendet wird, war (ohne Steuern) im September 2017 sogar 34 % höher als zum gleichen Zeitpunkt im Vorjahr. Der Preis von Erdgas, welches in der Wärmeproduktion verwendet wird, hat im dritten Quartal des Jahres 2017 wiederum leicht abgenommen, aber der Preis von Erdgas in der Stromerzeugung war sogar 14 % höher als im Vorjahr.

Die Preise von Steinkohle und Erdgas mit Steuern sind 2017 auf Grund der Erhöhung der Verbrauchsteuer angestiegen. Deswegen war der Preis von Steinkohle (inkl. der Verbrauchssteuer) in der Wärmeproduktion im September 2017 14 % höher und ebenso der Preis von Erdgas 11 % höher als zum gleichen Zeitpunkt 2016. Die Preise für Fernwärme sind lediglich um 1 % gestiegen.[87]

Energiepreise in der Wärmeproduktion, im September 2017		
Energiequelle	**Preis Euro/MWh (1)**	**Jahresänderung in %**
Steinkohle (MwSt. 0 %)	38,33	13,8
Erdgas (MwSt. 0 %)	45,10	10,9
Holzhackspäne (MwSt. 0 %)	20,45	-1,4
Torf (MwSt. 0 %)	14,94	-1,7

(1) inkl. Verbrauchssteuer

Tab. 5: Energiepreise in der Wärmeproduktion, September 2017[88]

2.5 Netzstruktur, Netzzugang und Strommarktordnung

Die nordeuropäische Stromverteilungsinfrastruktur unterscheidet sich wesentlich von beispielsweise der mittel- oder südeuropäischen Strominfrastruktur. Das liegt an dem großen Anteil strombasierten Heizens in Haushalten. In knapp 50 % der finnischen Wohnhäuser (Einfamilien- oder Reihenhäuser) wird mit Strom geheizt (direkt oder durch Zentralheizung).[89] In neueren Wohnhäusern (Einfamilien- oder Reihenhäuser) basieren die Heizlösungen größtenteils auf Wärmepumpentechnologien (Luft-Luft, Luft-Wasser). Die große Rolle des strombasierten Heizens ist ein Hauptgrund dafür, dass die Netzwerke stark sind. Eine typische Netzanbindung für Endkunden ist dreiphasig mit 25 A-Sicherungen bei einem Spannungsniveau von 400 V (Hauptspannung). Dies erlaubt einen kontinuierlichen Spitzenlastverbrauch (oder -erzeugung) von maximal 17 kW für den Endkunden. Hintergrundinformationen zu Finnland und der finnischen Stromverteilung sind in Tabelle 8 unten dargestellt.[90]

Stromsystem und Verteilerunternehmen	
Spitzensystemleistung	15 000 MW
Jährliche Menge gelieferten Stroms im System	81,1 TWh
Verteilte Energie (niedrige Spannung Kunden) Verteilte Energie (mittlere Spannung Kunden)	35,4 TWh 11,5 TWh
Gesamtanzahl Verteilernetzbetreiber (VNB)	81
Stromendnutzer (davon % Wohnhäuser)	3,47 Mio. (28 %)
Netzwerke mit mittlerer Spannung (MV), 10 oder 20 kV	141 000 km
Netzwerke mit niedriger Spannung (LV), 0,4 kV	240 000 km
Verteilerstationen (MV/LV)	139 000
Strompreis (Stromsteuern + MwSt. + Verteilung/Übertragung + Strom), 2014	15,4 Cent/kWh (EU-28: 20,6)

Tab. 6: Hintergrundinformationen Finnland und Stromverteilerunternehmen

[86] Statistics Finland (2017): Energian hinnat nousivat kolmannella neljänneksellä
[87] Statistics Finland (2017): Energian hinnat nousivat kolmannella neljänneksellä
[88] Statistics Finland (2017): Energian hinnat nousivat kolmannella neljänneksellä
[89] Motiva (2015): Sähkölämmityksen tehostamisohjelma Elvari 2008–2015 loppuraportti
[90] Lappeenranta University of Technology (2016): Nationwide photovoltaic hosting capacity in the finnish electricity distribution system

Die Verbrauchs- und Erzeugungskurven im finnischen Stromsystem sind in der Abbildung 12 dargestellt. Ein starker Zusammenhang zwischen dem Verbrauch und den niedrigen Temperaturen im Winter ist in Bezug auf das elektrische Heizen ersichtlich.

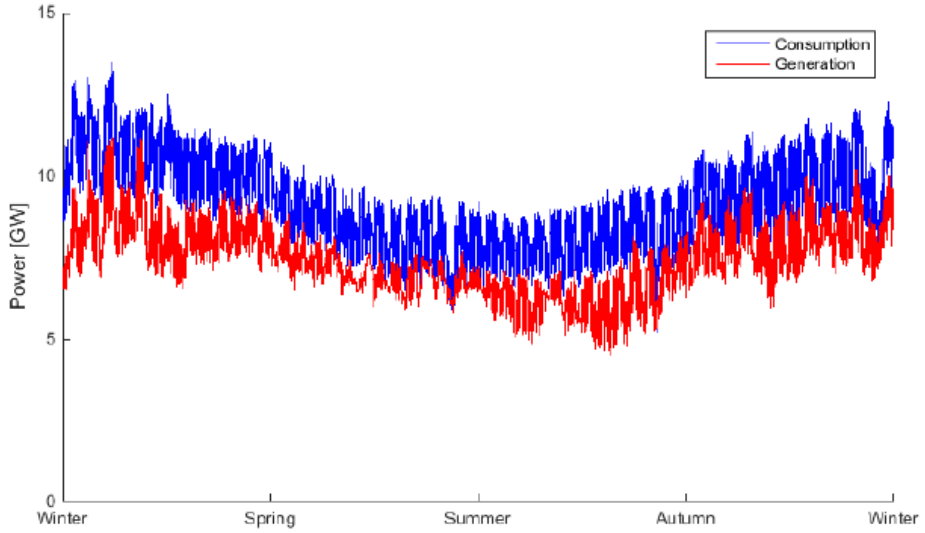


Abb. 12: Gesamtverbrauch und -produktion im finnischen Stromsystem 2015[91]

Finnland ist Teil des Nordischen Strommarktes, in dem freier Wettbewerb herrscht.[92] Der finnische Strommarkt kann grob in Hauptstromnetze, regionale Netze und Verteilnetze aufgeteilt werden. Das Hauptstromnetz wird für Fernübertragung und hohe Übertragungsspannungen verwendet. Die Gesamtlänge der Stromnetzwerke beträgt in Finnland etwa 400 000 km. Da die Verwendung unterirdischer Kabel bei Fernübertragungen sehr teuer wäre, sind die Stromnetze hauptsächlich oberirdisch gelegt. Um Übertragungsverluste zu minimieren, ist die Spannung auf der Hauptleitung hoch und liegt zwischen 110 und 400 kV. Im Maximum ist dies 2 000-mal höher als die Spannung, die in Steckdosen in Wohnbauten zur Verfügung steht.[93]

Das Hauptstromnetz ist des Weiteren mit den regionalen Netzwerken, welche Elektrizität regional, beispielsweise in eine bestimmte Provinz übertragen, verbunden. Die Verteilnetze können das Hauptstromnetz durch das regionale Netzwerk nutzen oder sie können sich direkt mit dem Hauptstromnetz verbinden. Der Unterschied zwischen dem regionalen und dem Verteilnetz liegt in der Höhe der Spannung. Die regionalen Netzwerke arbeiten mit einer Spannung von 110 kV, während Verteilnetze mit einer Spannung von 20 kV, 10 kV, 1 kV oder 0,4 kV arbeiten. Eine weitere Aufteilung des Stromnetzwerkes beruht auf der Höhe der Spannung: Die niedrigsten Spannungen bis zu 1 kV werden als Niedrigspannungen bezeichnet, die höchsten Spannungen sind die Mittelspannung (1-70 kV) oder Hochspannung (110-400 kV).[94]

Die Gesamtlänge des finnischen Hauptnetzes beträgt etwa 15 000 km. Die Gesamtlänge des Hochspannungsnetzwerkes (110-400 kV) beträgt ca. 22 500 km, die Gesamtlänge des Mittelspannungsnetzwerkes 140 000 km und die des Niedrigspannungsnetzwerkes 240 000 km.[95] Die Hochspannungsnetze und die regionalen Netze sind überirdisch gebaut, während 39 % der Niedrigspannungsnetze und 13 % der Mittelspannungsnetze aus unterirdischen Kabeln und Unterwasserkabeln bestehen. In den letzten Jahren hat der Anteil der unterirdischen Kabel stark zugenommen.[96]

Das Hauptnetz Finnlands wird vom teilstaatlichen Unternehmen Fingrid Oyj (gegründet 1996) verwaltet. Der Großteil der grenzüberschreitenden Verbindungen befindet sich ebenfalls im Besitz von Fingrid Oyj, das für die

[91] Lappeenranta University of Technology (2016): Nationwide photovoltaic hosting capacity in the finnish electricity distribution system
[92] Energiateollisuus ry (2015): Electricity Generation
[93] Energiateollisuus ry (o.J.): Sähköverkkojen rakenne; Energiateollisuus ry (o.J.): Energiaverkot Suomen selkärankana
[94] Energiateollisuus ry (o.J.): Sähköverkkojen rakenne; Energiateollisuus ry (o.J.): Energiaverkot Suomen selkärankana
[95] Energiateollisuus ry (2015): Network Structure
[96] Energiateollisuus ry (o.J.): Sähköverkkojen rakenne; Energiateollisuus ry (o.J.): Energiaverkot Suomen selkärankana

Instandhaltung der Netze hunderte verschiedene kleinere Firmen beauftragt. Finnland besitzt keinen eigenen Großhandelsmarkt, sondern teilt sich den Markt mit den anderen skandinavischen Ländern. Das finnische Stromversorgungssystem ist Teil von der nordischen Strombörse Nord Pool. Energieversorger können Elektrizität in Finnland, Dänemark, Norwegen und Schweden sowie in den baltischen Ländern ungehindert an der Börse Nord Pool ein- und verkaufen. Der finnische Stromeinzelhandel ist einer der wettbewerbsfähigsten in der EU, u.a. aufgrund der großen, wechselwilligen Kundenströme. Ein Händler benötigt im Übrigen keine Konzession, besitzt aber eine Lieferungspflicht.[97]

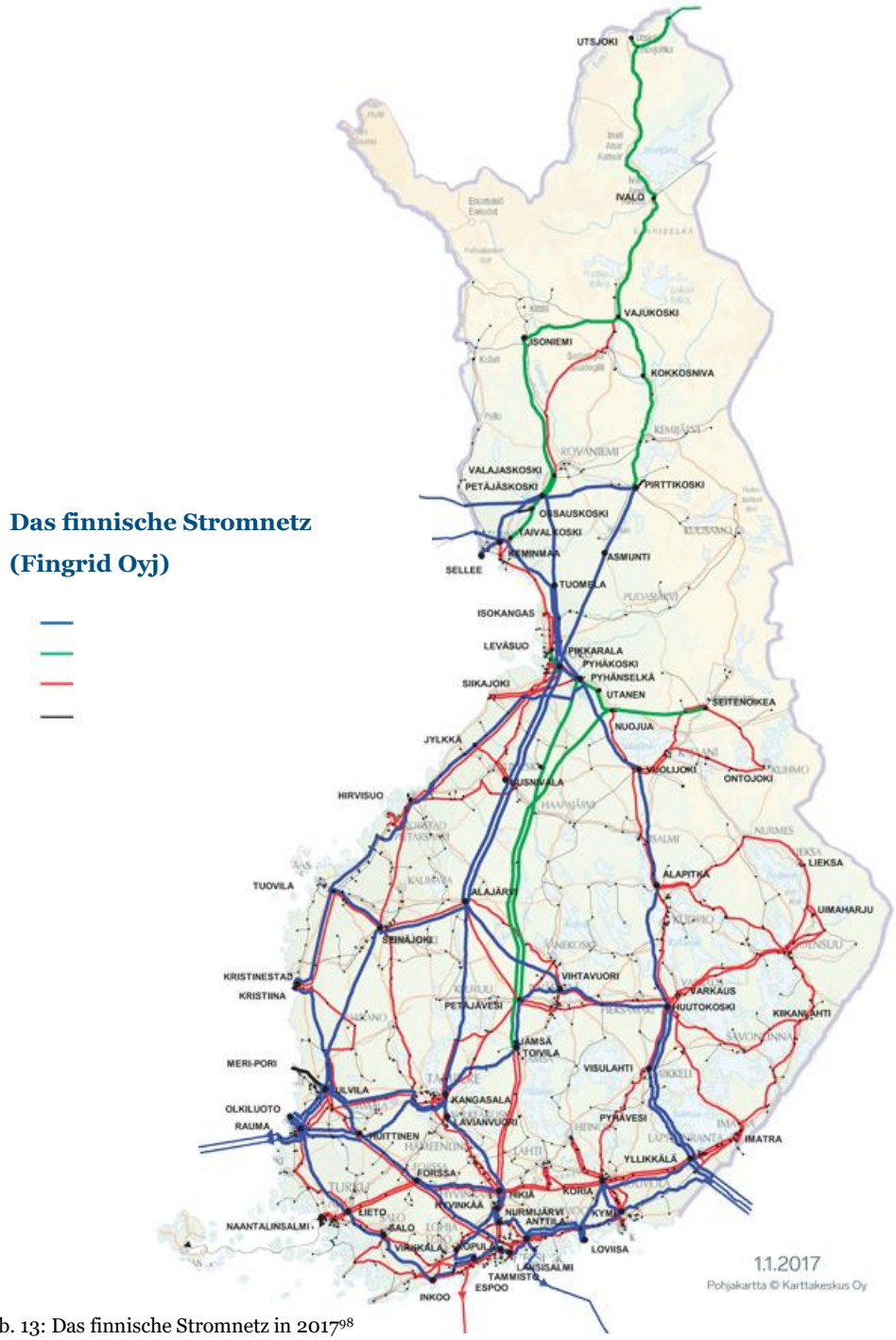


Abb. 13: Das finnische Stromnetz in 2017[98]

Die Stromverteilung ist in Finnland Aufgabe örtlicher Stromversorger. Die Stromproduktion unterliegt dagegen

[97] Fingrid (o.J.): Voimajärjestelmä
[98] Fingrid Oyj (2016): Voimansiirtoverkko

dem freien Wettbewerb. Zur Kontrolle des Stromnetzes wurde die Energiemarktbehörde (f. Energiamarkkinavirasto) gegründet (www.energiamarkkinavirasto.fi). Die Betreiber der Stromverteilungsnetze müssen die Erlaubnis der Energiemarktbehörde besitzen und ihre Vorgaben beachten. Sie tragen die Verantwortung für Betrieb, Instandhaltung und Ausbau des Netzes. Die Erlaubnis bezieht sich auf geographisch klar eingegrenzte Gebiete. Es gibt ungefähr 90 Stromnetzbetreiber in Finnland.[99]

Man kann sagen, dass der Netzzugang nicht oder sehr leicht reguliert ist. Es sind Abnahmebedingungen für alternativ erzeugten Strom durch den nationalen Strommarkt gesetzlich fixiert. Die (öffentlichen) Energieversorgungsunternehmen sind entsprechend zur Abnahme von Alternativstrom verpflichtet. Ferner benötigt jedes Projekt eine Baugenehmigung, die je nach den Gegebenheiten innerhalb von 3 bis 12 Monaten erteilt wird. Eine Umweltverträglichkeitsstudie wird verlangt für alle Großvorhaben (alle Netzprojekte mit einer Stromstärke größer 220 kV und einer Länge von mehr als 15 km) und in besonderen Fällen auch für kleinere Projekte. Wenn ein Kraftwerk seinen Strom in das Netz einspeisen möchte, dann muss der Besitzer oder das Unternehmen mit dem Netzbetreiber einen Anschluss- und Netzdienstleistungsvertrag unterzeichnen. Der Anschlussvertrag betrifft das physische Verbinden des Versorgungsnetzes mit dem Stromnetz des Produzenten. Der Netzdienstleistungsvertrag bestimmt die Bedingungen für die Übertragung des Stroms. Wenn der Strom weiterverkauft wird, wird zusätzlich ein Vertrag zum Stromverkauf aufgesetzt.[100] Der finnische Verband der Energieindustrie Energiateollisuus ry (www.energia.fi) hat Empfehlungen/Bedingungen zum Thema Netzanschluss auf seinen Webseiten veröffentlicht. Die Empfehlungen sind von der Energiemarktbehörde akzeptiert.[101]

2.6 Energiepolitische Rahmenbedingungen

Grundlegend für Finnlands Energiepolitik ist die Abhängigkeit des nordischen Landes vom Import, insbesondere von fossilen Brennstoffen aus Russland. Die finnischen Vorkommen beschränken sich auf Holz, Torf, Wasser- und Windkraft sowie die noch kaum genutzte Solarenergie. Hinzu kommt die immer stärker angewandte Möglichkeit, Abfall in Energie umzuwandeln. Der nationale Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP-4) Finnlands wurde im April 2017 aktualisiert. Das 2020-Ziel des absoluten, energetischen Endverbrauchs liegt bei 310 TWh. Außerdem sieht der neue Aktionsplan eine Verringerung von CO_2-Emissionen um 80–90 % bis 2050 vor.

Mit der Erneuerung und Öffnung des finnischen Strommarktes für den freien Wettbewerb wurde im Jahre 1995 mit dem Strommarktgesetz (386/1995) begonnen. Die Öffnung des Marktes erfolgte in mehreren Schritten und wurde im Januar 1997 vollendet. Heutzutage können alle Stromnutzer ihren Stromversorger frei wählen. Durch die Erneuerung des Strommarktes wurden Wettbewerbsbeschränkungen verringert und unnötige gesetzliche Bestimmungen in den Teilen des Marktes entfernt, in denen Wettbewerb möglich ist, u.a. Stromproduktion, -verkauf und Außenhandel.[102]

Eine zunehmende Anzahl an Entscheidungen bezüglich der Energie- und Klimabelange wird von der Europäischen Union gefällt. Zu den Zielen gehören die Schaffung eines funktionierenden Energiemarktes, die Gewährleistung der Energieversorgung sowie die Verminderung der Treibhausgase. Der Großteil der nationalen Gesetzgebung basiert auf EU-Beschlüssen.[103]

Im November 2016 wurde die neue Klima- und Energiestrategie Finnlands veröffentlicht. Die Strategie stellt konkrete Maßnahmen vor, mit denen sowohl die im finnischen Regierungsprogramm stehenden als auch die mit der EU vereinbarten Energie- und Klimaziele bis zum Jahr 2030 erreicht werden sollen. Das langfristige Ziel ist es, dass Finnland kohlenstoffneutral wird.

In Zukunft soll bei der Energieerzeugung vollständig auf den Einsatz von Kohle verzichtet werden und die Verwendung von emissionsfreier, erneuerbarer Energie soll erhöht werden, so dass ihr Anteil bis 2030 auf mehr als 50 % steigt. Der Selbstversorgungsgrad soll auf über 55 % angehoben werden. Die Entscheidung bedeutet, dass die Förderung für erneuerbare Energien technologieneutral ausgeschrieben wird. Das aktuelle Tarifsystem für Windstromeinspeisung wird eingestellt. Mit den Ausschreibungen soll eine Steigerung um 2 TWh bei der Produktion

[99] Finnish Energy Industries, Electricity Network Companies (2015)
[100] Fingrid Oyj (o.J.): Verkkohankkeet
[101] Energiateollisuus (o.J.): Sääntelyn tavoitteena kohtuulliset hinnat ja hyvälaatuinen energiantoimitus
[102] AHK Finnland
[103] Energiateollisuus (2015): EU affairs

erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 einhergehen. Weitere wichtige Ziele sind die Halbierung der Ölimporte für den inländischen Verbrauch und die Erhöhung der erneuerbaren Brennstoffe auf 40 % im Jahr 2030.

Weitere Informationen über die neue Energie- und Klimastrategie (auf Finnisch und Schwedisch) sind abrufbar unter: http://tem.fi/strategia2016[104]

2.7 Anreizsysteme für erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Finnlands Förderung für erneuerbare Energien wird derzeit reformiert. Das alte Einspeisetarifsystem für erneuerbare Energien wurde im November 2017 aufgehoben. Die Förderung für erneuerbare Energien wird künftig technologieneutral ausgeschrieben (bis 2020). Mit den Ausschreibungen soll eine Steigerung um 2 TWh bei der Produktion erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 einhergehen. Die technologieneutrale, jährliche Ausschreibung (für alle erneuerbaren Energien) ähnelt dem alten Einspeisetarifsystem, jedoch wird in diesem Modell jeweils die Höhe der Tarife ausgeschrieben. [105] Der Gesetzentwurf wurde vom Wirtschaftsministerium im November 2017 an das Parlament weitergeleitet und kann in finnischer und schwedischer Sprache eingesehen werden: http://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/HE_175+2017.aspx.[106]

Das finnische Parlament steht momentan unter Druck den Gesetzentwurf schnellstmöglich zu beschließen, damit die beihilferechtliche Freigabe durch die EU-Kommission rechtzeitig vor der geplanten ersten Ausschreibungsrunde im Herbst 2018 vorliegt. Eine zweite Runde im Herbst 2019 wird erwartet und je eine Terawattstunde pro Jahr pro Runde. Teilnehmen können Projekte aus den Bereichen Wind- oder Sonnenenergie, Wellenkraft, Biogas, Biomasse und KWK, sofern bei Antragsabgabe alle Genehmigungen eingeholt sind (u.a. Baugenehmigungen).

Investitionsförderung (Energy Aid) ist eine staatliche Kostenbeihilfe. Aus diesen Mitteln werden sowohl Investitions- und Forschungsprojekte zum Einsatz erneuerbarer Energien als auch Projekte gefördert, die Energieeinsparung und -effizienz fördern. Der Schwerpunkt liegt auf Projekten mit Einsatz neuer Technologien. Dazu will die finnische Regierung die Investitionen in erneuerbare Energien und neue Technologien mit insgesamt 100 Mio. Euro mit einer sog. Investitionsförderung für Schlüsselprojekte zwischen 2016–2018 fördern. Für 2017 und 2018 waren insgesamt noch 80 Mio. Euro vorgesehen. Es werden sowohl Investitions- und Forschungsprojekte zum Einsatz erneuerbarer Energien als auch solche Projekte gefördert, welche Energieeinsparungen und -effizienz fördern. Der Schwerpunkt liegt auf Projekten zur Nutzung neuer Technologien, die auf ihre Art in Finnland noch nicht breitflächig zum Einsatz gekommen sind. Unternehmen und Organisationen haben zudem fallbezogen die Möglichkeit, Unterstützung auch für „übliche“ Einsparungsinvestitionen zu erhalten, wenn sie einem Energieeffizienzübereinkommen zugehörig sind.[107]

In Finnland existieren viele öffentliche Förderinstitutionen, sowohl von landesweiter als auch von regionaler Bedeutung. Der Umfang der finanziellen Anreize ist abhängig vom Standort und in dünn besiedelten Gebieten im Norden, Osten sowie im Zentrum des Landes besonders hoch. Tendenziell legt Finnland bei der Förderung einen starken Schwerpunkt auf Forschung und Innovation, was dem Cleantech-Sektor entgegenkommt.[108] In die Biowirtschaft, Cleantech und saubere Lösungen (inkl. erneuerbare Energien) sollen im öffentlichen Sektor jährlich mindestens 300 Mio. Euro investiert werden. [109]

Grundsätzlich unterscheidet Finnland bei der Förderung nicht zwischen ausländischen Direktinvestoren und Unternehmen, die schon im Land ansässig sind. Das heißt, dass Firmen, die sich neu in Finnland engagieren, die gleichen Fördermaßnahmen beantragen können wie inländische Investoren. Dabei kommen sowohl Zuschüsse als auch Darlehen zu günstigen Konditionen oder Kreditgarantien in Frage. Es gibt allerdings keinen Rechtsanspruch hierauf. Viele Programme zielen mehr auf die Förderung von Forschung und Entwicklung sowie auf eine gesteigerte Wertschöpfung und weniger auf eine Investitionsvergünstigung durch Finanzanreize ab. Letztere ist vor allem in dünn besiedelten Regionen mit geringer Wirtschaftskraft eine Option. Ein Beispiel für ein solches Programm ist das Witty City-Programm von Business Finland: https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-

[104] TEM (2017): Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030
[105] AHK Finnland
[106] AHK Finnland
[107] AHK Finnland
[108] AHK Finnland
[109] Valtioneuvosto (2015): Hallitusohjelma (Regierungsprogramm)

customers/services/build-your-network/ended/witty-city/[110]

2.8 Öffentliches Vergabeverfahren und Ausschreibungen, Zugang zu Projekten

Da Finnland Mitglied der Europäischen Union und somit Teil des gemeinsamen Binnenmarktes ist, gelten in Finnland sämtliche europarechtlichen Vorschriften wie in Deutschland auch. Dies gilt insbesondere für das Recht der öffentlichen Auftragsvergabe. Die drei EU-Vergaberichtlinien, die am 17.04.2014 in Kraft getreten sind (RL 2014/24/EU – Vergaberichtlinie, RL 2014/25/EU– Sektorenvergaberichtlinie, RL 2014/23/EU – Konzessionsvergaberichtlinie) mussten also auch in Finnland innerhalb von zwei Jahren in nationales Recht umgesetzt werden.[111]

Auftraggeber großer Infrastrukturprojekte in Finnland sind meist staatliche Stellen oder diesen gleichgestellte. Die Anforderungen des Vergaberechts sind strikt einzuhalten, dies führt zu einer Öffnung des Marktes für internationale Anbieter. Großaufträge werden im Amtsblatt der EU veröffentlicht und können in der TED-Datenbank (http://ted.europa.eu) abgerufen werden. Kleinere Aufträge werden in der finnischen HILMA-Datenbank (www.hankintailmoitukset.fi) veröffentlicht. Auf Ausschreibungen können sich auch ausländische Anbieter bewerben.[112]

Um bei öffentlichen Ausschreibungen Aussicht auf Erfolg zu haben, sollten Unternehmen vollständige, widerspruchsfreie, formal korrekte und genau auf die Anforderungen zugeschnittene Angebote liefern. Da die Chancengleichheit bei der Vergabe gewährleistet sein soll, gelten bei öffentlichen Ausschreibungen geringe Flexibilität und strenge Verfahrensvorgaben. Die Bewertung der Angebote wird nach einer objektiven Punktevergabe vollzogen. Auswahlkriterien sind dabei die technische und wirtschaftliche Qualifikation des Bewerbers sowie die Kenntnis der lokalen Gegebenheiten.[113]

Bei Infrastrukturvergaben wird häufig ein Verhandlungsverfahren eingeleitet. Dabei wird zunächst eine Auswahl der Anbieter aufgrund ihres ersten Antrages getroffen. Mit den vorqualifizierten Teilnehmern werden Verhandlungen geführt, in denen Details der technischen und kommerziellen Lösungen ausgearbeitet werden. Das Erstangebot bleibt allerdings für die Vergabe ausschlaggebend sowie bindend, es kann entsprechend der Verhandlungen später nur im Detail modifiziert werden.[114]

Bei technologielastigen Projekten im Bereich intelligenter Infrastruktur- und Verkehrsprojekte kommt es häufig zu Anfechtungen der Vergabeentscheidungen, da selten zwei Produkte völlig vergleichbar sind. Anbietern ist zu raten, bei Ausschreibungen in diesem Bereich im Zweifel Fragen zu formulieren. Antworten aller Anbieter werden anderen Teilnehmern des Vergabeverfahrens zur Verfügung gestellt, so dass damit die Grundlagen für die Angebotserstellung für alle erleichtert werden.

Durch fristgerechtes (in der Regel 14 Tage) Klagen beim Marktgericht unmittelbar nach der Vergabeentscheidung kann eine fehlerhafte Entscheidung angefochten werden. Ist eine vorgelagerte Entscheidung (zum Beispiel beim Qualifizierungsverfahren) der Grund für den Ausschluss des Anbieters, kann bereits diese angefochten werden. Die Klage wird normalerweise nach Abschluss des Vergabevertrages entschieden. Die Verhandlungsdauer bis zu einer Entscheidung dauert in der Regel vier bis zehn Monate. Bei erfolgreicher Anfechtung muss das Vergabeverfahren unter Vermeidung des definierten Fehlers neu begonnen werden. Bei Infrastrukturprojekten werden die Verfahren allerdings wegen häufiger Eilbedürftigkeit der Projekte auch nach erfolgreicher Klage nach Vertragsschluss vollzogen. Für eine später als rechtswidrig befundene Vergabeentscheidung bleibt dem Kläger dann häufig nur ein Anspruch auf finanzielle Entschädigung. Den Geldersatz bekommt der Kläger jedoch nur, wenn er glaubhaft zeigen kann, dass er mit hoher Wahrscheinlichkeit die Vergabe ohne den Fehler für sich entschieden hätte.[115]

[110] GTAI (2014): Nationale Investitionsförderung – Finnland
[111] Bergmann Atterneys at Law (2015): Anbieten in Finnland – Erfolg bei öffentlichen Vergaben
[112] Bergmann Atterneys at Law (2015): Anbieten in Finnland – Erfolg bei öffentlichen Vergaben
[113] Bergmann Atterneys at Law (2015): Anbieten in Finnland – Erfolg bei öffentlichen Vergaben
[114] Bergmann Atterneys at Law (2015): Anbieten in Finnland – Erfolg bei öffentlichen Vergaben
[115] Bergmann Atterneys at Law (2015): Anbieten in Finnland – Erfolg bei öffentlichen Vergaben

IV Smart Grids in Finnland

1. Politische Rahmenbedingungen für Smart Grids

Im November 2016 wurde die neue Klima- und Energiestrategie Finnlands veröffentlicht. Die zentralen Elemente der Strategie sind die Erhöhung der Energieautarkie, Minderung der CO_2-Emissionen sowie verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien, vor allem außerhalb des Emissionshandels wie bei Kraftstoffen im Verkehrssektor. Die Strategie sieht eine deutliche Erhöhung der Nutzung erneuerbarer Energien vor, insbesondere im Bereich der Bioenergie. Hierbei ist jedoch von Bedeutung, dass in Finnland auch die Energie aus Holz als Bioenergie betrachtet wird. Das langfristige Ziel ist es, dass Finnland kohlenstoffneutral wird. In Zukunft soll bei der Energieerzeugung vollständig auf den Einsatz von Kohle verzichtet werden und die Verwendung von emissionsfreier, erneuerbarer Energie soll erhöht werden, so dass der Anteil bis 2030 auf mehr als 50 % steigt. Zudem soll der Selbstversorgungsgrad auf über 55 % angehoben werden.[116]

Weitere wichtige Elemente gerade hinsichtlich der Stromerzeugung und des -verbrauchs sind u.a. eine stärkere Betonung der Marktkonformität, ein marktkonformer und technologieneutraler Fördermechanismus für erneuerbare Energien, das Ziel, 250 000 Elektrofahrzeuge bis 2030 auf die Straße zu bringen, sowie der Ausstieg aus der Steinkohle. Die neue Strategie geht von einer leichten Steigerung des Stromverbrauchs aus. Neben den bereits laufenden Kernkraftprojekten Olkiluoto 3 und Hanhikivi 1 sieht die Strategie keinen weiteren Ausbau der Kernenergie vor. Laut Fingrid ist der Emissionshandel der kosteneffizienteste und auch ein technologieneutraler Weg zum kohlenstoffarmen Energiesystem. Nach Angaben von Fingrid steigen die Preise für Emissionsrechte in vielen Prognosen in Zukunft deutlich, vorausgesetzt, dass auf direkte Fördermechanismen verzichtet wird, so dass der Emissionshandel den Markt verstärkt steuern und regulieren kann.[117]

Die Struktur auf dem Energiemarkt und bei der Energieerzeugung ändert sich drastisch, wenn die Nutzung der erneuerbaren Energien in Finnland wie auch in den anderen europäischen Ländern wächst und der Anteil der fossilen, regelfähigen Produktionsanlagen gleichzeitig sinkt. Durch die häufigen Schwankungen bei der Stromproduktion ist der Strommarkt komplexer geworden. Laut Fingrid Oyj, dem nationalen Übertragungsnetzbetreiber Finnlands, sind die Wind- und Solarenergie bald auch ohne Zuschüsse rentabel. Die vermehrte Nutzung dieser Energiequellen führt auch teilweise zu sporadischem Mangel an Strom, geringer Elastizität sowie zur Trägheit des Netzsystems. Die digitale und stromabhängige Gesellschaft wird dadurch anfälliger und der Bedarf an neuen Lösungen steigt, so dass ein effizienter und zuverlässiger Strommarkt gewährleitet werden kann. Die bedarfsgerechte Steuerung der Stromerzeugung, -nutzung sowie -speicherung in Echtzeit gewinnt an Bedeutung. In der Praxis bedeutet dies, dass der Strommarkt einen kurzfristigen Handel und Preisvolatilität vor dem Erbringungszeitpunkt ermöglichen soll und dass die Preisinformationen den Marktteilnehmern in Echtzeit zur Verfügung stehen. Momentan wird Finnland als eine Regelzone betrachtet, aber Änderungen in der geologischen Lage der Produktionskapazität können auch Einfluss darauf haben, wie die Regelzonen optimal definiert werden. Außerdem ist es nicht ausgeschlossen, dass es in Zukunft Staatsgrenzen überschreitende Regelzonen gibt.[118]

Laut dem Zwischenbericht über die Smart Grids-Vision Finnlands vom finnischen Arbeits- und Wirtschaftsministerium werden die Stromverbraucher und Aggregatoren in dem zukünftigen Energiesystem eine wachsende Rolle haben, vor allem hinsichtlich der Laststeuerung. In der Vision sollen auch die Verbraucher aktiver auf dem Markt integriert sein. Flexibilität ist ein wesentlicher Baustein für den künftigen Energiemarkt, wo die Verbraucher aktive und wichtige Akteure sind. In Zukunft sollten die Verbraucher eine größere Auswahl an Anbietern, Zugang zu verlässlichen Preisvergleichsinstrumenten sowie die Möglichkeit, ihren eigenen Strom zu erzeugen und zu verkaufen, haben. Laut dem finnischen Landwirtschafts- und Umweltminister Kimmo Tiilikainen soll der Energiemarkt kosteneffektive Laststeuerungsdienstleistungen für die Verbraucher anbieten und durch viele Akteure und Wettbewerb gekennzeichnet sein. Aggregatoren, d.h. Lieferanten, welche keinen eigenen Bilanzkreis haben, sondern stattdessen mit einem (Sub-)Bilanzkreisverantwortlichen einen Liefervertrag schließen und seine Kunden dem betreffenden Bilanzkreis zuordnen, werden eine wichtige Rolle in dem Entwicklungsprozess des Strommarkts

[116] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; TEM (2016): Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030
[117] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; TEM (2016): Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030
[118] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

haben. Grundlage ist eine Vereinbarung zwischen Verbraucher und Aggregator über die Bereitstellung von Elastizität.[119]
Da Finnland Mitglied der Europäischen Union ist, wird auch die finnische Energiepolitik größtenteils durch EU-Richtlinien bestimmt. Im November 2016 hat die Europäische Kommission ihr Maßnahmenpaket „Saubere Energie“ vorgestellt. Mit den in diesem sog. „Winterpaket“ vorgestellten Maßnahmen soll dafür gesorgt werden, dass die Wettbewerbsfähigkeit der EU trotz der Veränderungen, die sich durch den Übergang zu regenerativen Energien für die globalen Energiemärkte ergeben werden, erhalten bleibt. Die EU hat sich verpflichtet, die CO_2-Emissionen bis 2030 um mindestens 40 % zu reduzieren, wobei die Energieeffizienz hierbei eine sehr wichtige Rolle spielt. Darüber hinaus will die EU weltweit führend im Bereich der erneuerbaren Energien sein und ein faires Angebot für die Verbraucher bereitstellen.[120]

Teile des Winterpakets der Europäischen Kommission sind eben auch eine Richtlinie und eine Verordnung zum funktionierenden Elektrizitätsbinnenmarkt. Dadurch werden dem Kunden mehr Rechte verliehen, es wird u.a. ein Regulierungsrahmen für Aggregatoren festgelegt und die Rollen und die Zuständigkeiten der Marktteilnehmer werden definiert. Das Ziel ist es, den ordnungsrechtlichen Rahmen für den Elektrizitätsmarkt neu auszurichten und europaweit zu harmonisieren. Im Dezember 2017 hat der Europäische Rat eine allgemeine Ausrichtung zu einer Richtlinie mit gemeinsamen Regeln festgelegt, mit der sichergestellt werden soll, dass der Elektrizitätsbinnenmarkt in der EU wettbewerbsfähig, verbraucherorientiert, flexibel und diskriminierungsfrei ist. Diese Maßnahmen und Richtlinien sollen gewährleisten, dass in dem künftigen Strommarkt die Stromanbieter die Preise frei festsetzen können. Darüber hinaus sollen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass es den Stromanbietern möglich ist, Verträge mit dynamischen Stromtarifen anzubieten. Durch diese Verträge und andere Instrumente, wie zum Beispiel intelligente Zähler, werden die Stromverbraucher entscheidungsfähiger und auch in der Praxis fähig, sich aktiver auf dem Markt einzubringen. Finnland ist weltweit schon ein Vorläufer zum Beispiel beim Einsatz der intelligenten Stromzähler. Bereits 2009 wurde durch einen Regierungserlass die Ausrüstung der Stromanschlüsse mit Smart Meter festgelegt. AMR-Systeme sind seit 2013 in Finnland Pflicht. Bis 2013 wurden sogar 3 Mio. Zähler installiert. Seit Anfang 2014 sind nahezu alle Stromanschlüsse in Finnland mit intelligenten Zählern (Smart Meter) ausgerüstet, so dass für alle Haushalte die Möglichkeit besteht, Endgeräte zur Verfolgung der eigenen Stromnutzung in Betrieb zu nehmen.[121]

Bezüglich der Energiespeicheranlagen werden die EU-Mitgliedstaaten unter bestimmten Umständen sowohl den Verteilernetzbetreibern als auch den Fernleitungsnetzbetreibern gestatten, Eigentümer dieser Anlagen zu sein oder diese zu errichten, zu verwalten und zu betreiben. Laut dem Rat der Europäischen Union sollen öffentliche Anhörungen durchgeführt werden, um zu prüfen, ob bei den Marktteilnehmern möglicherweise Interesse daran besteht, in diese Anlagen zu investieren. Mit der Durchführung dieser Anhörungen sollen sie laut den neuen Regeln zusammen mit den nationalen Regulierungsbehörden betraut werden.[122]

1.1 Verordnungen und rechtliche Rahmenbedingungen

Finnlands Förderung für erneuerbare Energien wird derzeit reformiert. Das alte Einspeisetarifsystem für erneuerbare Energien wurde im November 2017 aufgehoben und die Förderung für erneuerbare Energien wird künftig technologieneutral ausgeschrieben. Mit den Ausschreibungen soll eine Steigerung um 2 TWh bei der Produktion erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 einhergehen. Insgesamt soll in zwei Ausschreibungsrunden ein Stromproduktionsvolumen pro Jahr vergeben werden (insgesamt 2 TWh). Die technologieneutrale, jährliche Ausschreibung (für alle erneuerbaren Energien) ähnelt dem alten Einspeisetarifsystem, jedoch wird in diesem Modell jeweils die Höhe der Tarife ausgeschrieben. Das neue Gesetz über die technologieneutrale Ausschreibung soll im Frühjahr 2018 in Kraft treten.

Der Gesetzentwurf wurde vom Wirtschaftsministerium im November 2017 an das Parlament weitergeleitet und kann in finnischer und schwedischer Sprache eingesehen werden: http://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/HE_175+2017.aspx.

[119] TEM (2017)
[120] Europäische Komission (2016): Saubere Energie für alle Europäer – Wachstumspotenzial Europas erschließen
[121] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“; Elenia (2017); Europäische Komission (2016): Saubere Energie für alle Europäer – Wachstumspotenzial Europas erschließen; Europäischer Rat (2017); Finlex.fi (2009); Fortum (2013): News; Tampere University of Technology (2014); YLE (2017)
[122] Europäischer Rat (2017)

Das finnische Parlament steht momentan unter Druck den Gesetzentwurf schnellstmöglich zu beschließen, damit die beihilferechtliche Freigabe durch die EU-Kommission rechtzeitig vor der geplanten ersten Ausschreibungsrunde im Herbst 2018 vorliegt. Eine zweite Runde im Herbst 2019 wird erwartet und je eine Terawattstunde pro Jahr pro Runde. Teilnehmen können Projekte aus den Bereichen Wind- oder Sonnenenergie, Wellenkraft, Biogas, Biomasse und KWK, sofern bei Antragsabgabe alle Genehmigungen eingeholt sind (u.a. Baugenehmigungen).

Neben den zentralen EU-Direktiven zur Energieeffizienz (Richtlinie 2012/27/EU: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32012L0027) gibt es eine Reihe von nationalen Verordnungen und Gesetzen, die den Strommarkt und intelligente Netze fördern. In dieser Zielmarktanalyse werden die wichtigsten nationalen Verordnungen und Gesetze nachfolgend vorgestellt. Die folgenden Gesetze finden dabei Berücksichtigung: Gesetz über die elektronische Kommunikation (7.11.2014/917), finnisches Strommarktgesetz (588/2013), Gesetz über die Regelleistung (117/2011), Verordnung zum Herkunftsnachweis für Strom (417/2013), Novelle der Stromversorgungs- und -messungsverordnung (217/2016) sowie Verordnung zum Informationsaustausch zur Stromversorgung (273/2016). Auch das finnische Landnutzungs- und Baugesetz sowie die Gesetzgebung bezüglich der Energieeffizienz sind in diesem Zusammenhang von Bedeutung (5.2.1999/132).[123]

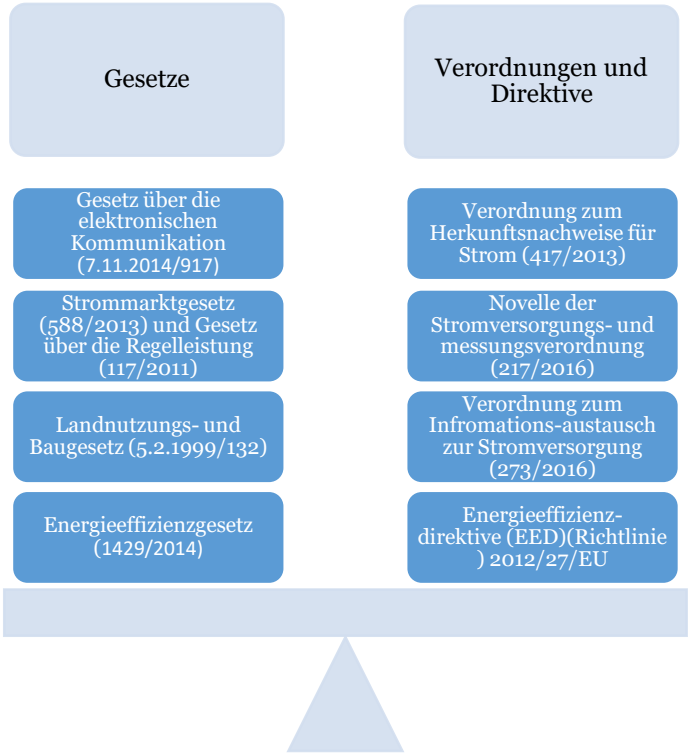


Abb. 14: Ordnungsrechtlicher Rahmen für den Elektrizitätsmarkt und die intelligenten Netze in Finnland[124]

Laut Järventausta et al. ist der ordnungsrechtliche Rahmen bezüglich der elektrischen Systeme besonders im Baubereich immer noch stark fragmentiert und teilweise unvollständig. Problematisch ist, dass zum Beispiel die IT- und Gebäudemanagementsysteme nicht als wesentlicher Bestandteil der Immobilien behandelt, sondern als separate Systeme verstanden werden. Diesbezüglich sind jedoch viele Reformen und Novellierungen in Vorbereitung, die gute Voraussetzungen für die Zukunft bieten. In der neuen Gesetzgebung sollen auch stärker die Lastkontrolle und Anreize für die Steuerung der Lasten, zum Beispiel durch diverse Energieeffizienzklassen, berücksichtigt werden. Die Förderung und der Einsatz von intelligenten Netzen und deren Infrastruktur setzen voraus, dass der ordnungsrechtliche Rahmen klarer gestaltet wird.[125]

[123] Energiateollisuus ry (o.J.): Lait ja asetukset
[124] AHK Finnland (2017): Eigenrecherche
[125] Harsia et al. (2017); Järventausta et al. (2015); TEM (2017): Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskeskeistä sähköjärjestelmää

1.1.1 Gesetz über die elektronischen Kommunikation (7.11.2014/917)

Breitbandzugang ist in Finnland ein Bürgerrecht, das durch das Gesetz über die elektronische Kommunikation geregelt wird. Jeder einzelne finnische Bürger hat das Recht auf einen Breitbandzugang mit einer Geschwindigkeit von mindestens 2 Megabit pro Sekunde. Darüber hinaus müssen die Netze technisch fortgeschritten, sicher, qualitativ hochwertig sowie kostengünstig sein.[126]

1.1.2 Strommarktgesetz (588/2013)

Der finnische Strommarkt wurde mit dem Strommarktgesetz (386/1995) im Jahre 1995 liberalisiert. Die Öffnung des Marktes erfolgte in mehreren Schritten und wurde im Januar 1997 vollendet. Man kann sagen, dass der Netzzugang heutzutage dadurch nicht oder nur sehr leicht reguliert ist.[127]

Das Strommarktgesetz wurde 2013 erneuert (588/2013), um die Vermittlungssicherheit der Stromübertragung zu verbessern. Diese Erneuerung beruhte u.a. auf den im Sommer 2010 und Winter 2011 unverhältnismäßig starken Stürmen, welche große Schäden am Verteilungsnetz verursacht hatten. Durch Sturm und Schnee verursachte Unterbrechungen dürfen seither innerhalb von Städten nicht mehr länger als 6 Stunden und außerhalb von Städten nicht länger als 36 Stunden andauern. Alle Stromnetzbetreiber müssen diese Grenzen bis spätestens 2028 gewährleisten können. Die Betreiber der Stromnetze müssen die Erlaubnis der Energiemarktbehörde besitzen und ihre Vorgaben beachten. Sie tragen die Verantwortung für Betrieb, Instandhaltung und Ausbau des Netzes. Die Erlaubnis bezieht sich auf geographisch klar definierte Gebiete. Darüber hinaus werden die Abnahmebedingungen für alternativ erzeugten Strom durch das Strommarktgesetz fixiert.[128]

Derzeit ist auch schon eine neue Novellierung des Strommarktgesetzes (588/2013) im Gange, welche die Preiserhöhung für die Übertragung von Elektrizität beschränkt. Der Übertragungsnetzbetreiber darf die Tarife für Stromübertragung und -verteilung maximal um 15 % im Vergleich zu den in den letzten 12 Monaten geltenden Preisen vor der Preiserhöhung steigern. Diese Erneuerung beruht auf den teilweise heftigen Preiserhöhungen der Stromübertragung, die einige Übertragungsnetzbetreiber im Jahr 2016 durchgeführt hatten. Mit dem neuen Gesetz sollen solche Fälle und kontinuierliche Preiserhöhungen vermieden werden.[129]

1.1.3 Gesetz über die Regelleistung (117/2011)

Das Gesetz über die Regelleistung zielt darauf ab, die ungestörte Stromversorgung innerhalb der finnischen Gesellschaft zu sichern. Dadurch sollen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, die Regelleistung und somit die Versorgungssicherheit im finnischen Stromsystem gewährleisten zu können. Potenzielle Anbieter von Regelenergie sind verpflichtet, sicherzustellen, dass sie die zur Sicherheit der Elektrizitätsversorgung erforderlichen Anforderungen für die Erbringung der unterschiedlichen Regelenergiearten unter bestimmten Bedingungen erfüllen können. Dabei spielen die notwendigen technischen Fähigkeiten, ein angemessener Preis, Planung, umweltbezogene Aspekte sowie der Zeitrahmen, innerhalb dessen die Regelenergie bereitgestellt werden muss, eine zentrale Rolle.[130]

1.1.4 Landnutzungs- und Baugesetz (5.2.1999/132)

Die Regulierung der Baugewerbe beruht in Finnland auf dem Landnutzungs- und Baugesetz (5.2.1999/132), dass die planungsrechtliche Grundlage für Flächennutzungen und Bauvorhaben enthält. Die wesentlichen Baugesetze und -regelungen gelten hierbei landesweit, wobei die lokalen Vorgaben der Gemeinde je nach den örtlichen Gegebenheiten variieren können. Historisch gesehen haben die rechtlichen Rahmenbedingungen bezüglich des Gebäudebaus überwiegend den Neubau betroffen, ansonsten geht es im Landnutzungs- und Baugesetz vorwiegend darum, wo, wie viel und mit welchen Materialien man bauen darf. Heutzutage wird zusätzlich der jährliche Energieverbrauch in Neubauten reguliert, aber es gibt zum Beispiel kaum Regulierung für den Stromverbrauch der Gebäude und bei der Gebäudeplanung wird oft eine effektive und optimale Leistungsaufnahme völlig außer Acht gelassen.[131]

---

[126] Finlex (2014): Laki sähköisen viestinnän palveluista; Viestintävirasto (2016)
[127] AHK Finnland (2017): Eigenrecherche
[128] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze"; Finlex.fi (2013)
[129] Finlex.fi (2017): Laki sähkömarkkinalain muuttamisesta
[130] Finlex (2011): Laki sähköntuotannon ja -kulutuksen välistä tasapainoa varmistavasta tehoreservistä
[131] Finlex.fi (1999); Järventausta et al. (2015)

Die Förderung von intelligenten Netzen und deren Infrastruktur erfordert, dass die künftige Gesetzgebung in Finnland klarer gestaltet wird. Derzeit steuert die Gesetzgebung in Finnland sogar gegen die direkte Elektroheizung und Speicherheizung. Jedoch können beispielsweise die Wärmepumpen die Energieeffizienz deutlich steigern und die Spitzenleistung erhöhen, wie im weiteren Verlauf im Kapitel 2 (IV Smart Grids in Finnland) verdeutlicht wird. Dazu kommt, dass laut dem finnischen Landnutzungs- und Baugesetz in vielen Fällen im Flächennutzungsplan sogar eine Anschlusspflicht an das Fernwärmenetz für Neubauten bestehen kann. Mit der Anschlusspflicht wird eigentlich der Wettbewerbsdruck beseitigt. Es gibt jedoch eine Ausnahme, die vor allem in Hinsicht auf die erneuerbaren Energien von Bedeutung ist: Sie betrifft gerade solche Neubauten, deren Hauptheizung auf erneuerbaren Energien basiert oder deren Wärmeverlust maximal 60 % von dem für das Gebäude definierten Vergleichswärmeverlust beträgt. Solche Neubauten sind von dieser Anschlusspflicht befreit.[132]

Problematisch ist, dass zum Beispiel manche Gebäude- und Energiemanagementsysteme nicht als wesentlicher Bestandteil der Gebäude behandelt, sondern als separate Systeme gesehen werden. Diesbezüglich wird das ganze finnische Baugesetz derzeit erneuert und viele Novellierungen sind in Vorbereitung. In der neuen Baugesetzgebung soll stärker auch die Laststeuerung berücksichtigt werden. Ähnlich wie in Energieausweisen wird die Energieeffizienz in den jetzigen Bauverordnungen in Finnland mit Hilfe des Gesamtenergieverbrauchs des Gebäudes (Energieeffizienzklassen) definiert. Dieselbe Methode und Klassifizierung könnte man eventuell auch in Zukunft für die Regulierung und Förderung der Laststeuerung nutzen.[133]

Zudem setzt die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD Recast) fest, dass ab 2021 alle Neubauten als Niedrigstenergiehäuser („nearly zero-energy building“) errichtet werden. Bei Niedrigstenergiegebäuden liegt der Energiebedarf nahezu bei null. Diesem Standard müssen ab 2019 zusätzlich alle Neubauten entsprechen, die von öffentlichen Einrichtungen genutzt bzw. erworben werden. Ausnahmen können lediglich in solchen Fällen gemacht werden, in denen die Maßnahme ökonomisch oder technisch nicht sinnvoll ist. Mit dieser Novellierung der Gebäuderichtlinie soll ein zentraler Beitrag zur Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele der EU geleistet werden. Ein Änderungsantrag, der diese Richtlinie berücksichtigt, trat in Finnland im Jahr 2017 in Kraft und ist ein Teil des Landnutzungs- und Baugesetzes.[134]

1.1.5 Energieeffizienzgesetzgebung

Am 4.12.2012 ist die europäische Energieeffizienzdirektive (EED) in Kraft getreten. Diese ersetzt die Energiedienstleistungsdirektive (2006/32/EY) und die sog. CHP-Direktive (2004/8/EY). Mit der EED wird ein gemeinsamer Rahmen für Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz in der Europäischen Union geschaffen, um sicherzustellen, dass das übergeordnete Energieeffizienzziel der Union von 20 % bis 2020 erreicht wird. Darüber hinaus dient sie der Vorbereitung weiterer Energieeffizienzverbesserungen in der Folgezeit. Ferner werden Regeln festgelegt, mit denen Hemmnisse im Energiemarkt, die der Effizienz bei der Energieversorgung und -nutzung entgegenstehen, beseitigt werden sollen. Darüber hinaus ist die Festlegung indikativer nationaler Energieeffizienzziele bis 2020 vorgesehen. Die Umsetzung der Energieeffizienzdirektive (EED) erfolgte in Finnland Anfang des Jahres 2015 mit der Einführung des neuen Energieeffizienzgesetzes und den damit verbundenen Gesetzesänderungen. Mit Hilfe dessen soll die Energieeffizienz gefördert, zur Energieersparnis beigetragen und der Energieendverbrauch sowie der Primärenergieverbrauch verringert werden.

Das neue Gesetz schreibt großen Unternehmen vor, alle vier Jahre eine verpflichtende Energiebilanz aufzustellen. Davon betroffen sind unabhängig vom Tätigkeitsfeld alle Unternehmen, deren Mitarbeiterzahl 250 Personen übersteigt oder deren Umsatz mehr als 50 Mio. und deren Jahresbilanzsumme über 43 Mio. Euro beträgt. Die Untersuchungen betreffen Industrie-, Dienstleistungs-, Service- sowie Bank- und Versicherungsunternehmen. Die erste Energiebilanz war bis zum 5.12.2015 durchzuführen. Zur Untersuchung gehören die Kartierung des gesamten Stromverbrauchs sowie eine Stichprobe der Energiebilanz der Gebäude und der Industrie. Die Energiebilanz umfasst die Untersuchung des gesamten Energieverbrauchs, der Energiesparmöglichkeiten und die Berichterstattung der umgesetzten Energieeffizienzförderungsmaßnahmen. Die Energiebilanz kann sich dabei auf Gebäude, Gebäudeteile, Industrieanlagen (oder Teile davon), Transportketten oder sonstige unabhängige Energieverbrauchsein-

[132] Finlex.fi (1999); Järventausta et al. (2015)
[133] Finlex.fi (1999); Järventausta et al. (2015)
[134] EUR-Lex (2010); Finlex.fi (2016)

heiten beziehen. Dabei muss die in die Bilanz einbezogene Einheit mindestens 10% des Gesamtenergieverbrauchs des Unternehmens oder mindestens 10% der Gebäude abdecken. Der Fokus soll jedoch auf solche Einheiten gelegt werden, die den höchsten Energieverbrauch und das höchste Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz haben. Befreit von der Aufstellung der Energiebilanz sind Großunternehmen, welche ISO 50 001 (Energiemanagement) oder ISO 14 001 (Umweltmanagement) anwenden.

Ein Gesetz zu Energiezertifikaten und der Energieeffizienz bei Lüftungssystemen von Kühlanlagen in Gebäuden (487/2007) ist am 1.1.2008 in Kraft getreten, gemäß der Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Laut diesem Gesetz müssen auch die Verkäufer oder Vermieter eines alten Gebäudes ein Energiezertifikat vorlegen können. Außerdem werden u.a. die Energieverbrauchskennwerte von Produkten gesetzlich im sog. Ökoplanungsgesetz (1005/2008) und in der ergänzenden Ökoplanungsverordnung (1043/2009) reguliert. Diese Gesetze sind ebenfalls auf EU-Richtlinien (Ecodesign-Richtlinie (2009/125/EY) und die Richtlinie über Energieverbrauchskennwerte (2010/30/EU)) zurückzuführen. Diese Verordnungen betreffen meist Haushaltsprodukte.

1.1.6 Novelle der Stromversorgungs- und -messungsverordnung (217/2016)

Die Einspeisung in das Übertragungsnetz soll nach der Novelle der Stromversorgungs- und -messungsverordnung (217/2016) immer messbar sein. Das heißt, dass in den Kraftwerken entsprechende Messgeräte eingebaut werden müssen. Befreit sind jedoch solche Anlagen, die eine maximale Nennleistung von 100 kVA haben, mit einem Stunden-Messgerät ausgerüstet sind und die Strommengen messen können.

1.1.7 Verordnung zum Herkunftsnachweise für Strom (417/2013)

Die Verordnung zum Herkunftsnachweis für Strom setzt voraus, dass der aus erneuerbaren Quellen und durch Kraft-Wärme-Kopplung effizient erzeugte Strom nachgewiesen und die Herkunft bekanntgegeben werden muss.[135]

1.1.8 Verordnung zum Informationsaustausch zur Stromversorgung (273/2016)

Gemäß der Verordnung zum Informationsaustausch zur Stromversorgung (273/2016) haben die Betreiber von Stromversorgungsnetzen die Energie, die sie zur Deckung von Verlusten benötigen, nach transparenten, nicht diskriminierenden und marktorientierten Verfahren zu beschaffen. Die Betreiber von Stromversorgungsnetzen sind verpflichtet, Verlustenergie in einem marktorientierten, transparenten und diskriminierungsfreien Verfahren zu beschaffen. Dabei sind Ausschreibungsverfahren durchzuführen, soweit nicht wesentliche Gründe entgegenstehen.

1.2 Anreize, Förderung und Finanzierung des Smart Grid-Marktes

Der finnische Staat unterstützt den Ausbau alternativer Energiequellen sowie die sauberen Cleantechlösungen und Technologien, die zu einer besseren Energieeffizienz führen, durch eine Reihe von Förderinstitutionen, die auch ausländischen Investoren zur Verfügung stehen. Möglich sind sowohl Zuschüsse als auch Darlehen. Einen Rechtsanspruch darauf gibt es jedoch nicht. Investitionsvergünstigungen durch Finanzanreize sind vor allem in Regionen mit geringer Wirtschaftskraft von Bedeutung. Ansonsten setzen die Programme zumeist auf Forschungs- und Innovationsförderung.

1.2.1 Förderprogramme und -institutionen für Smart Grid-Innovationen

Mehrere öffentliche und halbstaatliche Institutionen fördern in Finnland Smart Grid-Innovationen. Unter anderem fördert die bis 2020 laufende Maßnahme „Innovative Cities“ Kompetenzcluster für nachhaltige Energielösungen. Bis 2017 lief das Programm „Witty City“, das ebenso die intelligent gesteuerte Energienutzung und Mobilität thematisierte. Das Forschungskonsortium Clic Innovation Oy, das Unternehmen und Institutionen in den Bereichen Energie und Umwelt vereint, hatte 2015 das Förderprogramm Flex für innovative und flexible Energiesysteme aufgelegt. Das Programm ist in übergeordnete Forschungen zu nachhaltigen, zukünftigen Energiesystemen eingebunden und läuft bis 2019. Zudem untersucht das Technische Forschungszentrum Finnlands VTT als einen Schwerpunkt die intelligenten und ressourceneffizienten Energielösungen. Darüber hinaus bietet der finnische

[135] Finlex (2013): Valtioneuvoston asetus sähkön alkuperän varmentamisesta

Innovationsfonds Sitra auch Finanzierungen von anderen Projekten zur Ressourceneffizienz und CO_2-Neutralität an.[136]

Maßnahme (Zeitraum)	Institution, Anmerkungen	Internet-Adresse
Innovative Cities (2014–2020)	Business Finland	www.businessfinland.fi
Witty City (2013–2017)	Business Finland	www.businessfinland.fi
Flex - Flexible Energy System (2015–2019)	Clic Innovation (im Rahmen der strategischen Forschung zum Thema „Architecture of a sustainable future energy system“)	https://clicinnovation.fi
Projektfinanzierung im Bereich Ressourceneffizienz und CO_2-neutrale Gesellschaft	Finnischer Innovationsfonds Sitra	www.sitra.fi
Innovative Dienstleistungen zur Entwicklung intelligenter und ressourceneffizienter Energielösungen in der Stadt	Technisches Forschungszentrum Finnland VTT	www.vtt.fi
Case Smart Energy Åland	Business Finland & Clic Innovation	https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/services/build-your-network/bioeconomy-and-cleantech/aland-islands/

Tab. 7: Beispiele von Smart Grid-Förderprogrammen in Finnland

Weitere öffentliche und halbstaatliche Institutionen werden im Folgenden vorgestellt:

Business Finland

Im Januar 2018 schlossen sich TEKES, die finnische Förderagentur für Technologie und Innovation, und Finpro, die staatliche Organisation, die Internationalisierungsdienstleistungen anbietet, zusammen. Die neue Organisation trägt den Namen Business Finland und vereinigt alle staatlichen Dienstleistungen zu Innovationsförderung, Export, Investitionen und Tourismusförderung unter einem Dach. Etwa 600 Mitarbeiter gehen in die neugeformte Organisation über, die Anfang 2018 ihre Arbeit aufnehmen soll.[137]

Business Finland hilft finnischen KMU, sich international zu positionieren und zu wachsen. Zudem fördert Business Finland ausländische Direktinvestitionen und den Tourismus in Finnland. Das Ziel von Business Finland ist es, Finnland zu wirtschaftlichem Wachstum zu verhelfen. Business Finland verwaltet große Projekte und Wachstums- und Förderprogramme, einschließlich zu Themen wie Energie und Smart Grids. Finpro ist eine öffentliche Einrichtung, welche ein Teil des Team Finland-Netzwerks ist, und besteht aus den Abteilungen Export Finland, Visit Finland und Invest in Finland.[138]

Invest in Finland

Invest in Finland bietet internationalen Unternehmen Geschäftsmöglichkeiten und Berufsberatungsdienstleistungen an. Es handelt sich dabei um eine Regierungsbehörde, welche ausländische Investitionen in Finnland fördert. Invest in Finland unterstützt internationale Unternehmen bei der Suche nach Geschäftsmöglichkeiten in Finnland und bietet kostenlose Informationsrecherchen und Beratungsdienstleistungen an, um erfolgreich Investitionen in Finnland zu gewährleisten.[139]

[136] GTAI (2015): Finnland investiert in neueste Smart-Grid Lösungen
[137] AHK Finnland (2017): Tekes und Finpro schließen sich zu Business Finland zusammen
[138] Finpro
[139] Invest in Finland

Sitra

Sitra, der Nationale Finnische Fonds für Forschung und Entwicklung, untersteht der Aufsicht des Parlaments und setzt im Rahmen seiner Investitionstätigkeiten vor allem auf Energietechnologien und -dienstleistungen in den folgenden Bereichen:

- Energieeffizienz – Gebäude, Kommunen und Industrieprozesse
- Saubere Energieerzeugung
  Energieübertragung, Verteilung und Lagerung

Erstaufwendungen liegen normalerweise zwischen einer halben und zwei Mio. Euro und Sitra ist in den Zielunternehmen zumeist als aktiver Minderheitsaktionär tätig. Dabei betätigt sich Sitra sowohl als individueller Investor als auch zusammen mit privaten Geldgebern und Fonds.[140]

Finnvera Oyj

Das staatseigene Finanzunternehmen Finnvera Oyj richtet sich an finnische Firmen und dient sowohl der Unterstützung ihres Inlandsgeschäftes als auch ihrer Exporttätigkeiten. Finnvera vergibt Kredite zur Unternehmensgründung, -übernahme oder -beteiligung von bis zu 85 000 Euro, leistet Kreditgarantien für Umwelt- und Energieinvestitionen und vergibt Darlehen und Garantien zur Erschließung von Auslandsmärkten.[141]

Cleantech Invest / Loudspring

Cleantech Invest / Loudspring ist ein Risikokapitalfonds für Cleantech-Unternehmen in ihrer Frühphase. Der Fonds bietet Finanzierung für prominente Wachstumsunternehmen mit guten Aussichten auf Internationalisierung. Cleantech Invest hat auch Zugang zur Verteilung der staatlichen Fördergelder. Die Organisation kooperiert zusammen mit Business Finland als Unternehmens-Accelerator.[142]

1.2.2 Fördermittel für Smart Grid

Der finnische Staat fördert oft neue Pilotprojekte im Bereich Energieeffizienz und innovative Energielösungen. Beispiele von förderfähigen Themen sind Stromspeicherung, intelligente Technologien, Smart Grid-Lösungen und Einspeisung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Im Folgenden werden die für die Förderung von Smart Grids relevanten Fördermittel in Finnland vorgestellt.

Investitionsförderung (Energy Aid)

Der sog. Energy Aid ist eine staatliche Kostenbeihilfe und aus diesen Mitteln werden sowohl Investitions- und Forschungsprojekte zum Einsatz erneuerbarer Energien als auch solche Projekte, welche Energieeinsparung und -effizienz fördern gefördert. Der Schwerpunkt liegt auf Projekten, bei denen neue Technologien eingesetzt werden, welche auf ihre Art und Weise in Finnland noch nicht breitflächig zum Einsatz gekommen sind. Unternehmen und Organisationen haben zudem fallbezogen die Möglichkeit, Unterstützung auch für „übliche“ Einsparungsinvestitionen zu erhalten, wenn sie einem Energieeffizienzübereinkommen zugehörig sind. Laut dem Staatshaushaltsentwurf 2017 betrug die Energiehilfe 2017 ca. 70 Mio. Euro.[143]

Finanzielle Unterstützung wird in Form von Beihilfen gewährt. Die Höhe der Beihilfe ist abhängig von der Wirtschaftlichkeit und den technischen Risiken (neue technische Lösungen oder besondere Standorte) des Projektes und möglichen regionalen Förderungen. Die Investitionsförderung kann sofort beantragt werden, wenn hinsichtlich der Eigentumsverhältnisse und des Projektumfanges Gewissheit besteht. Vor Beantragung der Förderung sollten jedoch bereits alle weiteren Genehmigungen sichergestellt sein. Die Bearbeitungszeit des Antrages beträgt

[140] Sitra
[141] Finnvera
[142] Cleantech Invest
[143] TEM (Finnisches Arbeits- und Wirtschaftsministerium) (2016): Energiatuki

dann ungefähr ein bis zwei Monate.[144]

Geförderte Projekte

Finanzielle Unterstützung aus diesen Mitteln kann gewährt werden für:

- Investitionen und Machbarkeitsstudien, die zu höherer Effizienz bei Energieerzeugung oder -nutzung und zur Erzeugung und Nutzung von erneuerbaren Energien führen, oder die Einführung neuer Technologien unterstützen.
- Investitionen (Pilotprojekte), die zur Erzeugung und Nutzung durch Biobrennstoffe führen und für Studien, die Umwelt- und volkswirtschaftliche Wirkungen von Biobrennstoffen im Verkehr beinhalten.
- Energiespeicher-Projekte
- Machbarkeitsstudien für Projekte, die zur Senkung der Umweltschäden durch die Energieerzeugung oder zur Einsparung von Energie führen, oder auf sonstige Art und Weise die Sicherheit und Vielfältigkeit der Energieversorgung fördern.
- Teilnahme an europäischen Kooperationen, die zur Normung von Kriterien der nachhaltigen Entwicklung innerhalb der Energiebranche oder zum Einsatz neuer Brennstoffe im Verkehr führen.

Vorhaben, welche die Kommerzialisierung neuer Technologien zum Gegenstand haben, genießen Priorität. Den unter dem Kyoto-Protokoll stehenden Projekten (Gemeinschaftsprojekte) kann keine Unterstützung aus diesen Mitteln gewährt werden. Projekten, die unter das Emissionsrechtehandelsgesetz (683/2004) fallen, können Investitionsförderungen grundsätzlich nur bei Einsatz von neuen Technologien bewilligt werden.[145]

Energiesteuer

Das finnische Energiesteuersystem richtet sich nach der Direktive der EU (2003/96/EG), welche aus Gründen des Umweltschutzes Mindeststeuersätze auf Energieerzeugnisse festlegt.[146] In Finnland wird eine Energieverbrauchssteuer auf Strom, Steinkohle, Tallöl, Erdgas, flüssige Brennstoffe (Benzin, Diesel) sowie auf Heizöl erhoben. Über drei Viertel stammen dabei aus Steuern im Transportsektor (Benzin und Diesel). Der restliche Betrag setzt sich aus Steuereinnahmen für Wärmeerzeugung und Energieproduktion zusammen. Einige der Steuern auf Energieprodukte teilen sich in CO_2-Steuern und Energiegehaltssteuern auf. Zusätzlich wird eine Mehrwertsteuer auf Energieerzeugnisse erhoben.[147]

Die Steuern auf Strom sind dabei in zwei Steuerklassen aufgeteilt. Die niedrigste Stufe (Klasse II) bezieht sich auf den Strom, welcher in der Industrie oder in Rechenzentren verwendet wird. Für alle anderen Stromverbräuche findet die höchste Steuerklasse (Klasse I) Anwendung.[148] Anfang des Jahres 2015 ist ein neues Energiesteuergesetz in Kraft getreten. Hierbei wurden die Steuern in der Klasse I erhöht und auch die Besteuerung auf Diesel und Benzin stieg um 1,3 bzw. 2 %. Mit der Erhöhung der Steuern auf Energieprodukte will die Regierung den Fokus des Steuersystems auf den Umweltschutz weiter verstärken.[149]

Befreiung von den Energiesteuern und den Übertragungsgebühren

Ein wichtiger Anreiz für den Stromverbraucher liegt in der Befreiung sowohl von den Übertragungsgebühren als auch von Energiesteuern, wenn der Strom oder die Wärme für den Eigenverbrauch erzeugt wird. Die gesetzlich definierten Gebühren auf den Vorsorgevorrat und die Stromsteuer betreffen Energieanlagen einzelner Gebäude nicht, wenn die Nennleistung unter 100 kVA liegt oder die jährliche Energieerzeugung 800 000 kWh nicht überschreitet. Die Besitzer von Anlagen, welche die Nennleistung von 100 kVA überschreiten, sind laut dem Gesetz steuerpflichtig und müssen beim finnischen Zoll eine jährliche Steuererklärung bezüglich der Stromerzeugung

[144] TEM (Finnisches Arbeits- und Wirtschaftsministerium) (2016): Energiatuki
[145] TEM (Finnisches Arbeits- und Wirtschaftsministerium) (2016): Energiatuki
[146] Tulli.fi (Finnischer Zoll), Energiaverotus (Energiebesteuerung) (2015)
[147] Veronmaksajat.fi , Energiaverot eri EU-maissa/Energiesteuern in verschiedenen EU Ländern (2015)
[148] Tulli.fi (Finnischer Zoll), Energiaverotus (Energiebesteuerung) (2015)
[149] Finlex.fi, Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi/Änderung der Rechtsvorschriften für Energie (2014)

einreichen. Dies ist bei Kleingebäuden jedoch nur selten der Fall. Auch die 800 000 kWh-Grenze ermöglicht für die Industrie und größere Gebäude immer noch zum Beispiel die Installation einer 900 kWp-Photovoltaikanlage oder einer Kleinwindanlage, ohne dass sie verpflichtet wären, Stromsteuer oder Gebühren für die Versorgungssicherheit (bezogen auf den für Eigenverbrauch erzeugten Strom), zu zahlen.[150]

Kaufprämie für Elektroautos

In der aktuellen Klima- und Energiestrategie Finnlands wurde das Ziel gesetzt, 250 000 Elektrofahrzeuge bis 2030 auf finnische Straßen zu bringen. Der finnische Staat will das Inverkehrbringen von Elektrofahrzeugen zwischen 2018 und 2021 mit einer neuen Kaufprämie mit insgesamt 6 Mio. Euro pro Jahr fördern. Insgesamt stellt der Staat demnach 24 Mio. Euro für die Förderung der Elektrofahrzeuge zur Verfügung. Der Käufer eines elektrisch betriebenen Pkws kann insgesamt einen Zuschuss von 2 000 Euro erhalten, aber nur Privatpersonen können die Subvention beantragen. Der finnische Staat hat zusätzlich eine Preisobergrenze für die E-Autos festgelegt: Der Gesamtpreis des Elektroautos darf 50 000 Euro nicht überschreiten (inkl. Mehrwert- und Kraftfahrzeugsteuern). Außerdem werden nur Fahrzeuge gefördert, die zwischen 1.1.2018–30.11.2021 gekauft und registriert worden sind.[151]

2. Infrastruktur und technisches Potenzial für Smart Grids in Finnland

Das vorherrschende kalte Wetter, große Distanzen zwischen den Städten und eine große Anzahl von Freileitungsnetzen im Mittelspannungsbereich müssen in Finnland entsprechend berücksichtigt werden. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Finnland waren aus diesen Gründen vornehmlich auf die Weiterentwicklung der Verteilungsnetze ausgerichtet. Durch diese Fokussierung haben sich hier Anbieter innovativer Lösungen etabliert. Finnische Verteilnetzbetreiber haben diese heimischen Lösungen zudem bereits frühzeitig in ihre Netze integriert, so dass eine Vielzahl von Applikationen und Lösungen sich über die Jahre zu einer finnischen Smart Grid-Version 2.0 herausbilden konnten. Auch das LTE-Netz (4G) ist in Finnland fast flächendeckend verfügbar und der Breitbandzugang sogar ein Bürgerrecht. In Finnland hat jeder das Recht auf einen Breitbandzugang mit einer Geschwindigkeit von mindestens 2 Megabit pro Sekunde. Trotzdem gibt es auch viele Herausforderungen auf dem Markt – von der Verbesserung von Dienstleistungen über innovative Energien bis hin zu neuen IT-Lösungen. Auch die Realisierung einer wirtschaftlich umsetzbaren Energiespeicherung ist eine der größten Herausforderungen auf dem jetzigen Markt.[152]

Das finnische Netzsystem ist stabil und die Instandhaltung des Netzes ist reibungslos. Momentan sind das finnische Stromsystem und die Instandhaltung des Netzes jedoch im schnellen, außergewöhnlichen Wandel begriffen, da die Struktur der Stromerzeugung kohlenstofffrei und gleichzeitig noch wetterabhängiger wird, was neue Herausforderungen mit sich bringt. Energieautarkie, Minderung der CO_2-Emissionen sowie verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien stehen im Mittelpunkt der neuen Energie- und Klimastrategie Finnlands. Die rasche technologische Entwicklung sowie die nationalen Förderungsmechanismen haben zur verstärkten Nutzung der erneuerbaren Energien im skandinavischen Strommarkt geführt. Vor allem die vermehrte Windkrafterzeugung hat einen Einfluss auf den gesunkenen Strompreis gehabt. Die Rentabilität der traditionellen Stromproduktion hat sich deutlich vermindert, was allmählich zur Abschaltung regelfähiger, traditioneller Kraftwerke führt. Die CO_2-Emissionen können dadurch reduziert werden, aber gleichzeitig steigt das Risiko von Strommangel, geringer Elastizität sowie der Verletzbarkeit in der Gesellschaft, die zugleich immer digitaler und stromabhängiger wird. Das zukünftige Stromsystem muss daher noch zuverlässiger sein, so dass die zentralen Funktionen der Gesellschaft gewährleistet werden können. So steigt der Bedarf nach grenzüberschreitender Übertragungskapazität, virtuellen Kraftwerken sowie nach neuem Strompotenzial, was durch Laststeuerung und neue Speicherungstechnologien ermöglicht wird. In unmittelbarer Zukunft werden wahrscheinlich keine neuen Lösungen bzw. Technologien für die Übertragungstechnik entwickelt. Es sind die Digitalisierung sowie digitale Lösungen, die sowohl die Weitergabe der Marktinformationen in Echtzeit als auch die Entwicklung neuer Werkzeuge für das immer kompliziertere Stromnetz-Management ermöglichen. Die IKT-Infrastruktur muss das Übertragen von Mess- und Steuersignalen in Smart Grids zwischen den verschiedenen Marktakteuren (Endkunde, Verteilnetzbetreiber, Stromhändler, Aggregator und Hauptnetzbetreiber) ermöglichen.[153]

[150] Aalto University (2016)
[151] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Finlex.fi (2017); TEM (2016): Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030; Trafi (2018): Sähköauton hankintatuki; Trafi (2017): Liikennekäytössä olevat sähköautot
[152] AHK Finnland (2017): Eigenrecherche
[153] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Järventausta et al. (2015)

Exkurs: Blockchain in Smart Grids

Die Blockchain-Technologie erregt momentan auch in Finnland ein großes Interesse: ein autonomes, für jeden mit einem PC und einem Internetanschluss nutzbares System, das eigentlich den Zwischenhändler (wie Verteilnetzbetreiber und Energieversorger) einsparen kann. Mit Hilfe von Blockchain kann der Strom unmittelbar, ohne den zentralen Energieversorger, zum Beispiel von lokalen Erneuerbare-Energie-Erzeugern bezogen werden. So können auch die Stromerzeuger umgekehrt den Verbrauchern ihren Strom direkt vermarkten. Die Nutzer haben eine Einsicht in die Blockchain und ihre dort registrierten Transaktionen, wie Stromverbrauch, -bezug sowie Zahlungen. Nichtsdestotrotz sehen auch Energieversorger und Verteilnetzbetreiber neue Marktchancen. So kann Blockchain beispielsweise interne Prozesse optimieren und dadurch Kosten sparen. Das technische Potenzial für Blockchain-Pilotprojekte im Energiebereich ist in Finnland vorhanden und eigentlich bietet das nordische Land dank der hervorragenden Internet- und Smart Grid-Infrastruktur ein ideales Testumfeld. Derzeit laufen jedoch noch keine Blockchain-Pilotprojekte, aber die Revolution ist im Anmarsch.[154]

2.1 Übertragungstechniken im finnischen Stromnetz und Altersprofil

Das finnische Übertragungsnetz basiert auf Freileitungen und Wechselstrom. Das nationale Hochspannungsnetz in Finnland ist im Besitz von Fingrid Oyj und in diesem Hauptnetz wird Strom bei 400, 220 und 110 kV-Spannung übertragen. Zwischen den Spannungsbereichen wird Strom über Transformatoren übertragen. Die Leistung der von Fingrid verwendeten 400/220-kV- und 400/110-kV-Transformatoren liegt typischerweise zwischen 100 und 250 MVA. Ein Teil der Leitungen im finnischen nationalen Stromnetz stammt immer noch aus den 1920er Jahren. Einige der Transformatorstationen gehen zurück bis in die 1970er Jahre. Man geht davon aus, dass die derzeit im Bau befindlichen Leitungen mindestens 60–80 Jahre im Betrieb sein werden.[155]

Typisch für das finnische Grid sind die langen Entfernungen innerhalb der Übertragungsnetze. Im finnischen Netz werden die Hochspannungswechselstromkabel normalerweise nur in der direkten Nähe von Transformatorstationen verwendet und die Länge von Kabeln beträgt üblicherweise höchstens wenige Hundert Meter.
So ist die Stromübertragung mit Wechselstromkabeln über längere Entfernungen aufgrund der hohen Kosten und stromtechnischen Begrenzungen nicht rentabel, vor allem im 110–400-kV-Netz. Die Übertragungskapazität der 400-kV-Freileitungen ist zwei- oder sogar dreimal so groß, im Vergleich zu den leistungsfähigsten Kabeln. Die Freileitungen können nur durch mehrere parallele Kabel ersetzt werden. Die grenzüberschreitenden Netze zwischen Finnland, Schweden und Estland funktionieren mit Gleichstromtechnik, was auch die längeren Kabelverbindungen ermöglicht. Nachteile des Gleichstroms sind jedoch sehr hohe Baukosten und die schlechtere Versorgungsqualität aufgrund der komplizierteren Technik. Außerdem ist es teuer und technisch herausfordernd, Zwischenstationen im Gleichstromnetz zu bauen. Deswegen eignen sich die Gleichstromnetze laut Fingrid Oyj nicht für das nationale Netz Finnlands.[156]

Die Übertragungskapazität der Hochspannungsnetze ist aufgrund diverser stromtechnischer Phänomene begrenzt, wie zum Beispiel Spannungsstabilität und Leistungsschwankungen nach eventuellen Störungen. Hier bieten die innovativen Technologien neue Möglichkeiten, diese Begrenzungen zu beseitigen. Beispiele dafür sind die Serien-Kompensation der langen 400-kV-Leitungen sowie ein Blindleistungskompensator (SVC), der in Kangasala in Mittelfinnland gebaut wurde. Dadurch ist es gelungen, die Übertragungskapazität und Versorgungsqualität der finnischen Netze weiter zu erhöhen. Die zusätzlichen Netzspannungsstabilisatoren in großen Anlagen ermöglichen auch größere Übertragungskapazitäten. Im finnischen Lappland wurde das weltweit erste Steuerungssystem für einen Windpark in Betrieb genommen (Power Oscillation Damping, POD), mit dem man die Leistungsschwankungen effizient dämpfen kann. Diese Lösung ermöglicht den Anschluss von deutlich mehr Produktionskapazität an das Netz.[157]

[154] EnergieAgentur.NRW GmbH (o.J)
[155] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[156] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[157] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

Die im skandinavischen Stromnetz installierten, sehr genauen Messgeräte (PMU) ermöglichen eine kontinuierliche Verfolgung der Leistung und des Zustands sowie eine Analyse diverser Phänomene im Netz (WAMS-System). In den letzten Jahren hat Fingrid Oyj das Instandhaltungsmanagement bei Gleichstromverbindungen weiterentwickelt, um eine hohe Versorgungsqualität garantieren zu können. Seit 2016 hat Fingrid Oyj mehr Personalressourcen zur Verfügung sowie einen 24-Stunden-Bereitschaftsdienst des HGÜ-Personals (Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung) etabliert. Dadurch konnte die Störungsdauer im Vergleich zu den Durchschnittswerten zwischen 2013–2015 auf ca. 10 % gesenkt werden. Gleichzeitig ließen sich damit mehr als die Hälfte der Störungsfälle verhindern.[158]

Die Kraftleitungen und Transformatorenstationen, die aus verschiedenen Komponenten und Bestandteilen bestehen, haben unterschiedliche Lebenszyklen sowie Wartungs- und Instandhaltungsbedürfnisse. Das finnische Übertragungsnetz hat seine derzeitige Form in den letzten 80 Jahren erhalten. Das Unternehmen Fingrid Oyj ist in Finnland für das nationale Übertragungsnetz zuständig und unterhält das dortige Hochspannungsleitungsnetz. Die ältesten 110-kV-Leitungen wurden schon in den 1920er Jahren gebaut. Der Großteil der ältesten Kabelstücke des Übertragungsnetzes ist bereits renoviert oder durch neue ersetzt worden, jedoch sind trotzdem auch noch alte Leitungen im Netz vorhanden. Die ältesten Transformatorstationen und deren Komponenten sind wiederum schon längst durch neue ersetzt worden. Das finnische Übertragungsnetz hat derzeit ein Durchschnittsalter von etwa 26 Jahren. Die Stromleitungen haben ein durchschnittliches Alter von 31 Jahren und Trafokomponenten von 19 Jahren. Etwa 25 % der Stromleitungen, bezüglich der Gesamtlänge, sind älter als 50 Jahre. Von den Transformatoranlagen sind nur 5 % älter als 40 Jahre. Das Durchschnittsalter der Stromkabel steigt um 0,7 Jahre.[159]

Komponente	Lebensdauer	Komponente	Lebensdauer
Transformatoren	60 Jahre	Überspannungsschutz	40 Jahre
Elektrische Schalter	40 Jahre	Kondensatoren	40 Jahre
Trennschalter	40 Jahre	Reaktoren (Induktanz, Öl)	45 Jahre
Messwandler	35 Jahre	Reaktoren (Induktanz, trocken)	30 Jahre

Tab. 8: Technische Lebensdauer von Netzkomponenten in Finnland[160]

Stromkabel / -komponente	Lebensdauer
Freileitungsmasten aus Stahl	80 Jahre
Strommasten mit Stützen	65 Jahre
Strommasten über Ackerland	50–65 Jahre
Strommasten aus Aluminium mit Stützen	65 Jahre
Holzmasten mit Stützen	50 Jahre
Holzmasten in Baugrund eingesetzt	35 Jahre
Drähte	65 Jahre
Blitzableiter	50–65 Jahre
Optische Blitzableiter	40 Jahre

Tab. 9: Technische Lebensdauer von Stromkabeln und -komponenten in Finnland[161]

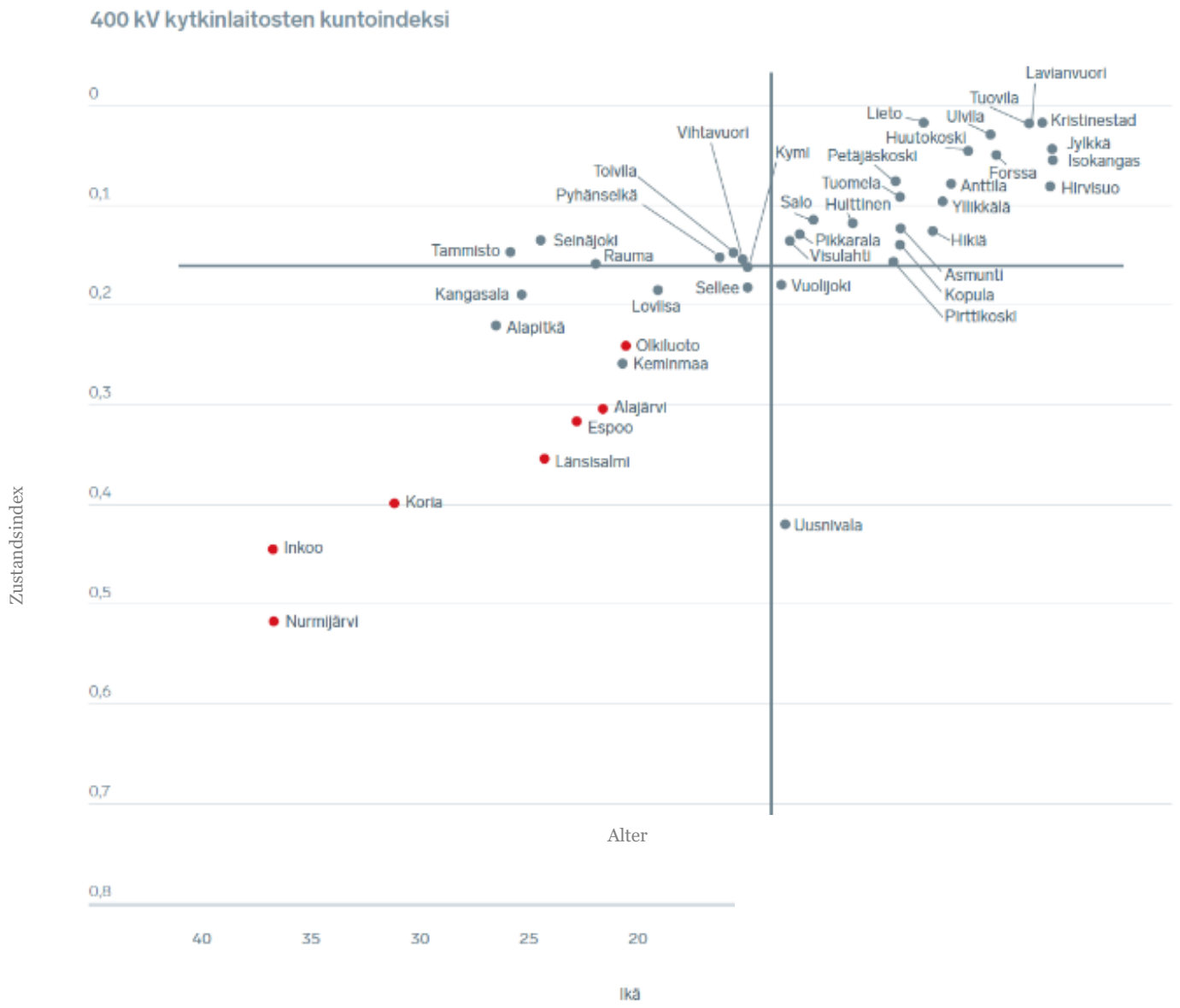
Beim Neubau von Transformatorstationen wird normalerweise zusätzlicher Raum für Erweiterungen reserviert, weswegen das Alter von Transformatorstationen komponentenweise betrachtet werden muss. Das Alter der Leitungen ist oft eindeutiger zu definieren und generell sind Leitungen langlebiger als Transformatorstationen. Die Lebenserwartung der Leitungen liegt oft zwischen 35 und 80 Jahren, wobei die Holzmasten die kürzeste und die Freileitungsmasten aus Stahl die höchste Lebenserwartung haben. Die Lebenserwartung der Transformatorstationen und ihrer Komponenten liegt zwischen 30 und 60 Jahren.[162]

[158] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[159] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[160] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[161] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[162] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

Wenn die Komponente ihre Altersgrenze erreicht hat, soll sie durch ein neues Bauteil ersetzt werden, bevor Schäden entstehen können. Die Verlängerung des Lebenszyklus durch regelmäßige Wartung und Renovierung ist jedoch möglich. Generell darf die Versorgungszuverlässigkeit bei Wartungs- und Austauscharbeiten nur leicht geschwächt werden – die Nutzungssicherheit und Sicherheit des Personals jedoch niemals. Auch vor dem Erreichen der Altersgrenze kann bereits ein Austausch von Komponenten notwendig werden. Zum einen kann die Qualität

Zustandsindex der 400-kV-Schaltanlagen

as den Austausch notwendig macht. Zum anderen kann eine Steinischen Leitungen alter Komponenten nicht mehr ausreichend sind und durch stärkere ersetzt werden müssen. Auch werden alte Anlagen durch neue ersetzt, wenn deren technische Eigenschaften besser und die Verluste niedrigerer sind.[163]



Kuva 9. 400 kV kytkinlaitosten kuntoindeksi

— Durchschnittsalter (Alter, Zustandsindex)

• 400-kV-Schaltanlage (Alter, Zustandsindex)

• Erneuerung im Gange

[163] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

Abb. 15: Zustandsindex der 400-kV-Schaltanlagen in Finnland, Stand 2017[164]

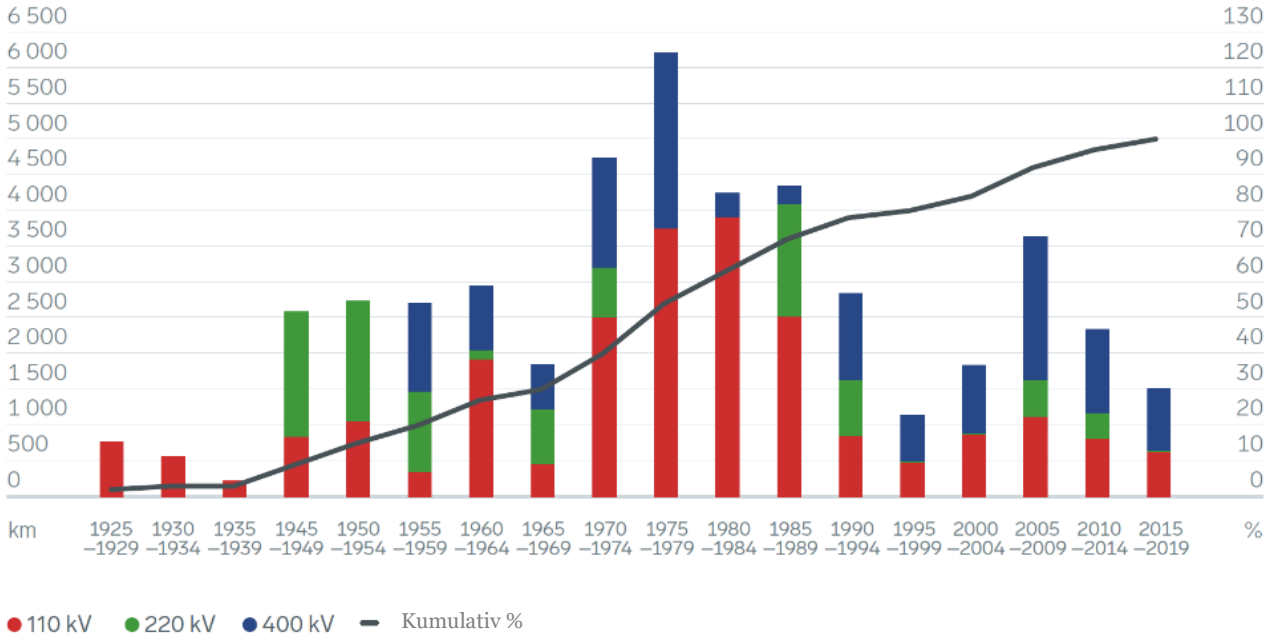
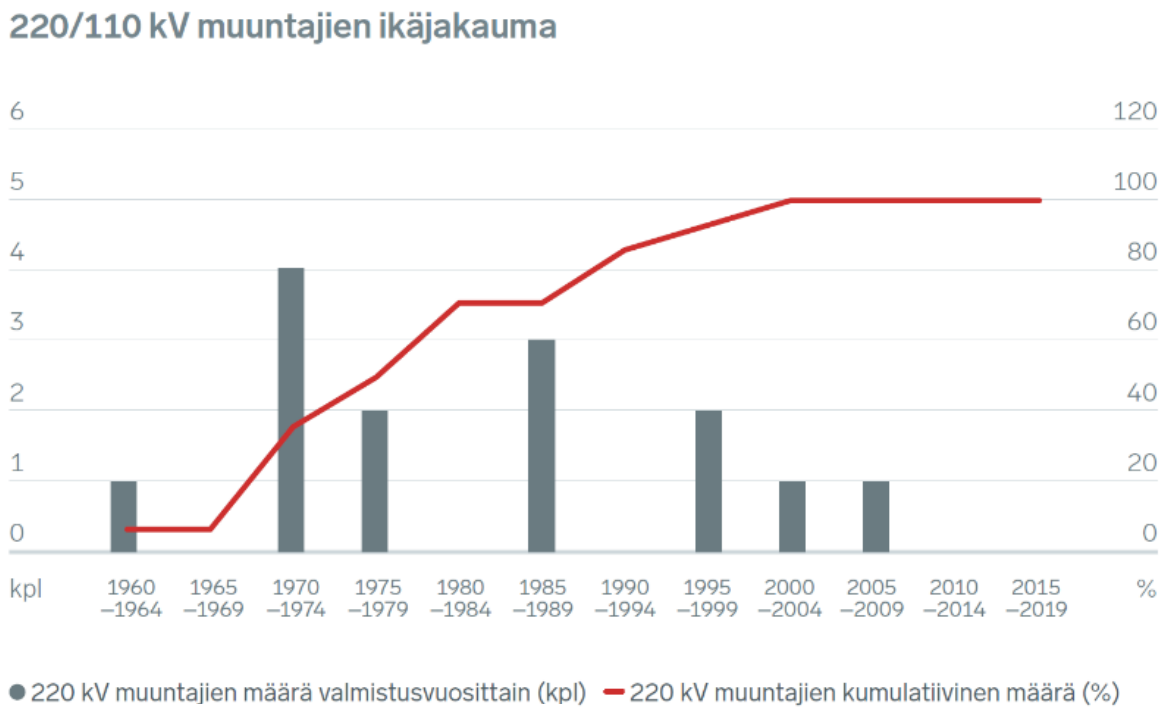


Abb. 16: Altersprofil der Strommasten in Finnland[165]



Altersprofil von 220/110-kV-Transformatoren

[164] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[165] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

Abb. 17: Altersprofil von 220/110-kV-Transformatoren in Finnland[166]

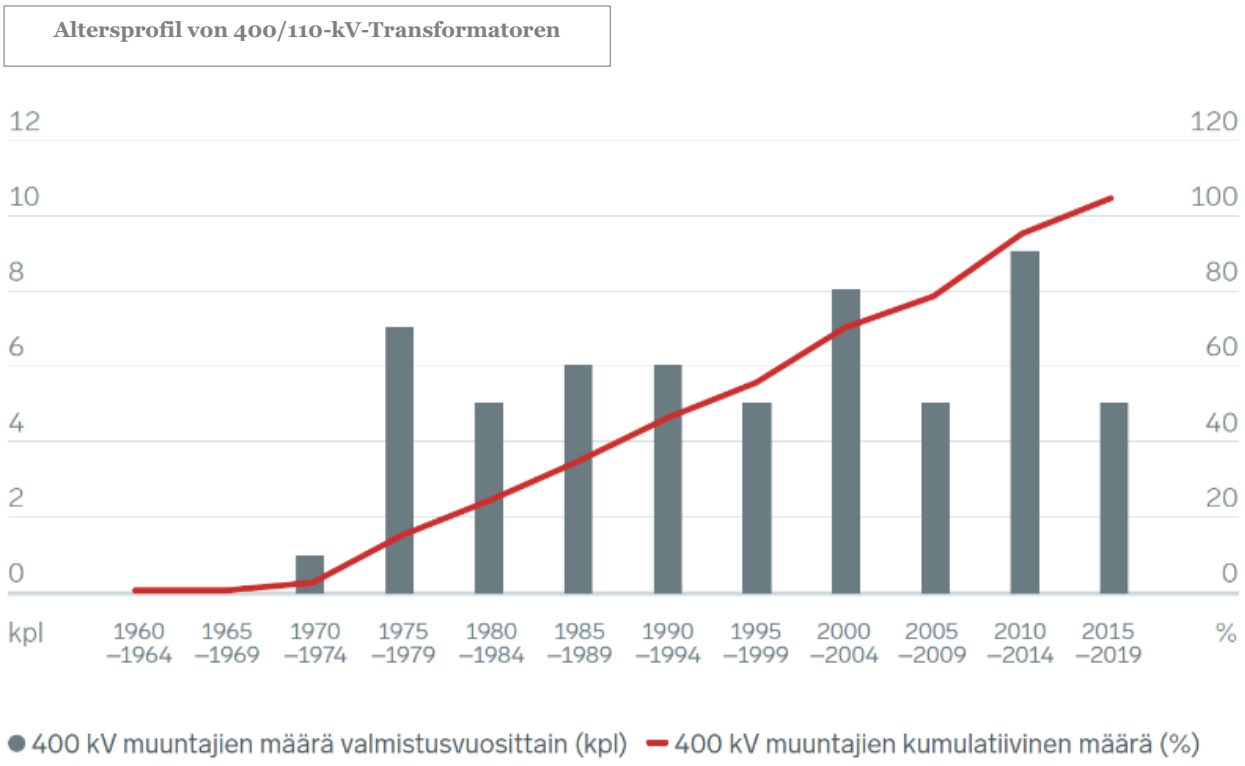


Abb [illegible] [167]

Altersprofil von 400/110-kV-Transformatoren

2.2 Internet-Infrastruktur in Finnland

Zwischen 2010 und 2016 wurde in Finnland ein breites LTE-Netz (4G) mit Basisstationen eingerichtet. Das LTE-Netz von TeliaSonera deckte im Jahr 2016 beinahe das ganze Land ab. Ausnahmen sind lediglich die unberührten Naturgebiete in Lappland sowie weitere dünnbesiedelte Gebiete in der Nähe der russischen Grenze. Das LTE-Netz des finnischen Telekommunikationskonzern Elisa deckte im Jahr 2016 ebenso fast ganz Finnland bis hin zur nordfinnischen Stadt Oulu ab – auch hier ausgenommen die dünnbesiedelten Gebiete. Der Elisa-Konzern deckt ebenso die Mehrheit der Siedlungszentren und Wohngebiete an den Hauptverkehrsstraßen der nördlichen Teile Finnlands ab, wie zum Beispiel in Lappland oder Kainuu. Im Jahr 2014 haben TeliaSonera und DNA einen Kooperationsvertrag abgeschlossen. Das daraus entstandene Unternehmen Suomen Yhteisverkko Oy wird in Zukunft die 2G-, 3G- und 4G-Netze in Nord- und Ostfinnland von Telia und DNA einrichten. Somit ist die Netzabdeckung in diesen Regionen einheitlich. Derzeit entwickelt Finnland seine Netzinfrastruktur noch weiter und es laufen zahlreicheTestprojekte zum 5G-Netz. Die finnische Internet-Infrastruktur wird ständig ausgebaut und die Kapazität der Netze verbessert. Laut einer kürzlich durchgeführten Studie von European Communications Engineering Oy (ECE) verfügt Elisa bezüglich Datenübertragung über das schnellste 4G-Netz in Finnland. Telia platzierte sich auf dem zweiten Platz und DNA auf Platz drei. Der Löwenanteil der finnischen Bevölkerung, nämlich 99 %, wohnt im Abdeckungsgebiet von Elisa.

In Finnland hat jeder das Recht auf einen Breitbandzugang mit einer Geschwindigkeit von 2 Megabit pro Sekunde für einen angemessenen Preis im eigenen Heim oder im Büro. Im Durchschnitt soll die Geschwindigkeit mindes-

Anzahl von 400-kV-Transformatoren nach Herstellungsjahr (Stück)

Kumulative Anzahl von 400-kV-Transformatoren (%)

[166] Fin[illegible]

[167] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

tens 1,5 Mbit/s während einer 24-stündigen Messperiode betragen und 1 Mbit/s während einer vierstündigen Messperiode. Breitbandnetze sind in Finnland fast flächendeckend gut verfügbar. In Gebieten, wo kein Breitbandnetz kommerziell verfügbar ist, hat FICORA, die finnische Regulierungsbehörde für Telekommunikation, einen sog. Universaldienstleiter benannt. Der Universaldienstleiter ist verpflichtet, sicherzustellen, dass die Kunden bei Bedarf eine funktionierende Verbindung erhalten. Die Breitbandnetze funktionieren entweder mit Hilfe einer ortsfesten Technik (wie zum Beispiel ADSL, Kabel oder Glasfaser) oder über das Mobilfunknetz (3G oder 4G).

2.3 Technologien und Infrastruktur des Lastmanagements in Finnland – virtuelle Kraftwerke

Das Stromnetz funktioniert nur dann, wenn Produktion und Verbrauch zu jeder Sekunde im Gleichgewicht gehalten werden. Wird die Produktion weniger steuerbar, muss der Verbrauch regelfähiger und flexibler werden. Das Potenzial für Demand Response, zu Deutsch Laststeuerung, ist auf dem finnischen Markt enorm. Die Übertragungstechnik hat sich dagegen in den letzten Jahren gar nicht verändert und in unmittelbarer Zukunft sind keine neuen Lösungen in diesem Bereich absehbar. Die Lösung zur Erhaltung des Gleichgewichts ist demnach die Laststeuerung des flexiblen Verbrauchs. Die Lasten können durch diverse technische Lösungen kontrolliert werden, wie etwa durch Gebäudeautomation und -steuerung (BACS, Building Automation and Control System), Energiemanagementsysteme, Elektromobilität, Speicherlösungen, (gerätespezifische) IoT-Lösungen sowie intelligente Zähler.[168]

2.3.1 Technisches Potenzial im Gebäudesektor

Der Haushalts- und Dienstleistungssektor verbraucht gut die Hälfte des Gesamtstromverbrauchs in Finnland und sogar zwei Drittel des Bedarfs in Spitzenlastzeiten. Es gibt ca. 1,5 Mio. Gebäude und knapp 3 Mio. Wohnungen in Finnland, wobei Stromheizungen vor allem in Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften, Reihenhäusern und kleinen Dienstleistungsgebäuden typisch sind.[169]

Die Elektroheizung stellt eine sehr gut vorhersehbare Leistung dar. In Finnland sind Regeleinrichtungen in vielen Elektroheizungsobjekten bereits installiert. Die Netzbetreiber hatten bis Mitte der 1990er-Jahre eine zentrale Rolle bei der Regulierung der Verkabelung von Immobilien sowie bei der Laststeuerung. Die Vorschriften und Empfehlungen von SLY, dem finnischen Stromversorgungsverein (*finn. Suomen Sähkölaitosyhdistys*), für den Anschluss einer Elektroheizung sind sehr weit verbreitet (SLY 7/92). Dank dieser Anschlussstandards sind standardisierte Schaltanlagen für Elektroheizungsobjekte in Finnland weit verbreitet.[170]

Die neuen Energieeffizienzanforderungen und die weitere Regulierung des Baugewerbes haben auch einen Einfluss auf die Laststeuerung in Finnland. Die Einzelraumheizung wird laut Järventausta et al. zurückgehen und der Anteil der Wärmepumpen soll drastisch steigen. Ende 2014 wurden in 55 % der Neubauten (Einfamilien- und Reihenhäuser) Wärmepumpen installiert und auch in vielen Altbauobjekten hat man diese inzwischen nachgerüstet. Der Wechsel der Heizungstypen ist angesichts der Laststeuerung nicht unbedeutend. Laut Järventausta et al. besteht die Problematik darin, dass es in den derzeitigen Vorschriften und Empfehlungen keine Elemente gibt, welche die Anwendung von solchen Lösungen fördern würden, mit denen die Lasten ausgeglichen bzw. begrenzt werden könnten. In den Gebäuden werden laut Järventausta et al. sogar zu große Anschlüsse (3x35 A oder 3x50 A) installiert, u.a. aufgrund von zusätzlichen Widerständen sowie von einem höheren Einschaltstrom für Wärmepumpen. Im Zusammenhang mit Rohrsanierungen werden teilweise neue Drei-Phasen-Schalter in den Wohnungen installiert. Laut Järventausta et al. kann dies u.a. zu einer zunehmenden Verwendung von Fußbodenheizungen führen, auch in solchen Wohnungen, die mit Fernwärme geheizt werden.[171]

In Abbildung 19 stellen Järventausta et al. die Schwankungen des Stromverbrauchs von drei Gebäuden (Einfamilien- bzw. Reihenhäuser) auf Stundenbasis während der kältesten Tage des Untersuchungsjahres (2013) dar. Der Stromverbrauch der Untersuchungsobjekte ist ungefähr gleich, da alle in derselben Region liegen und das gleiche Baujahr haben. In Abbildung 19 ist zu erkennen, welche Auswirkungen die Anwendung von elektrischen Saunaöfen am Freitagabend auf den Stromverbrauch und die Spitzenlast in den Wohnungen hat, die mit Wärme-

[168] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Lappeenranta University of Technology (2016): Ahonen, Tero; Honkapuro, Samuli
[169] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Statistic Finland (Tilastokeskus) (2017): Liitetaulukko 1. Rakennukset, asunnot ja henkilöt talotyypin ja kerrosluvun mukaan 31.12.2016; Järventausta et al. (2015)
[170] Järventausta et al. (2015); SLY, Suomen Sähkölaitosyhdistys ry (1992)
[171] Järventausta et al. (2015)

pumpen geheizt werden. Die großen Schwankungen sowie die Spitzenlast könnten u.a. durch intelligente Steuergeräte und -schalter sowie Kontrollgeräte für Steuerung und Verwaltung der Systemressourcen vermieden werden.[172]

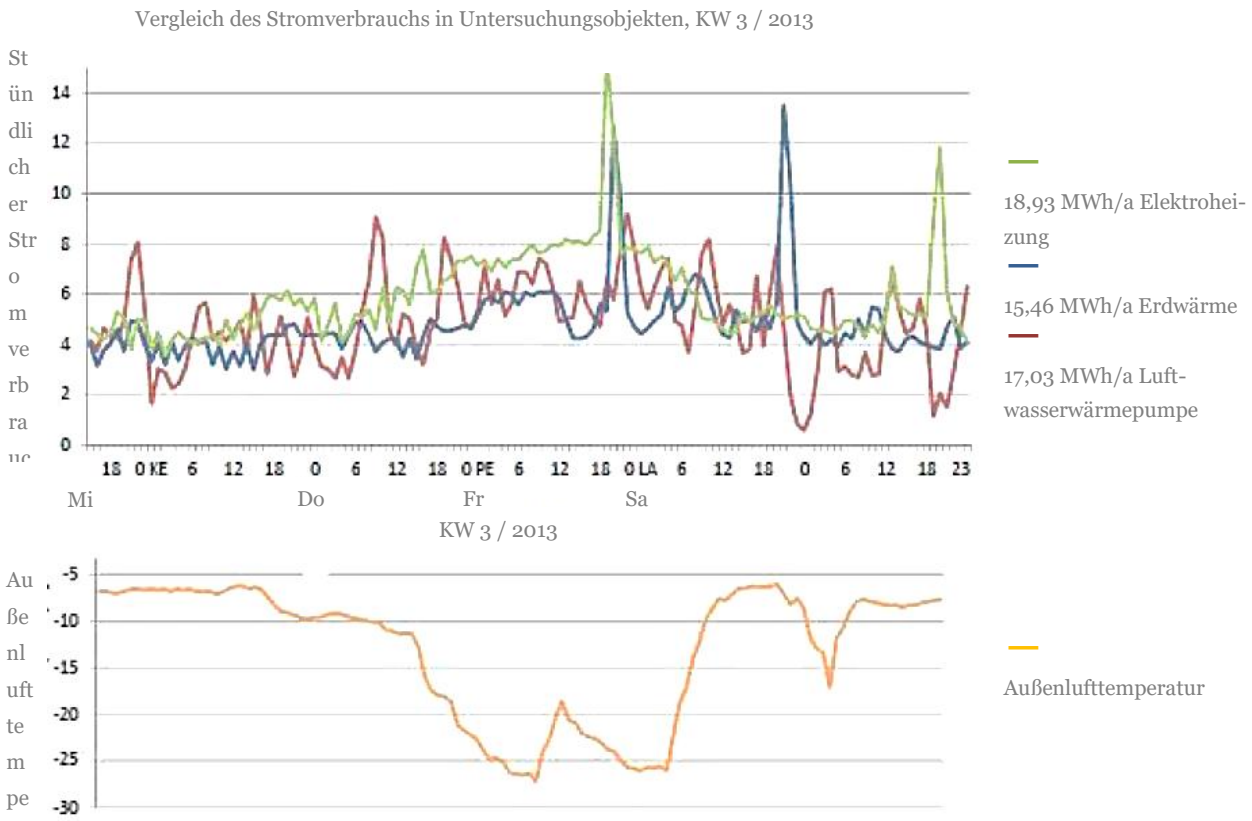
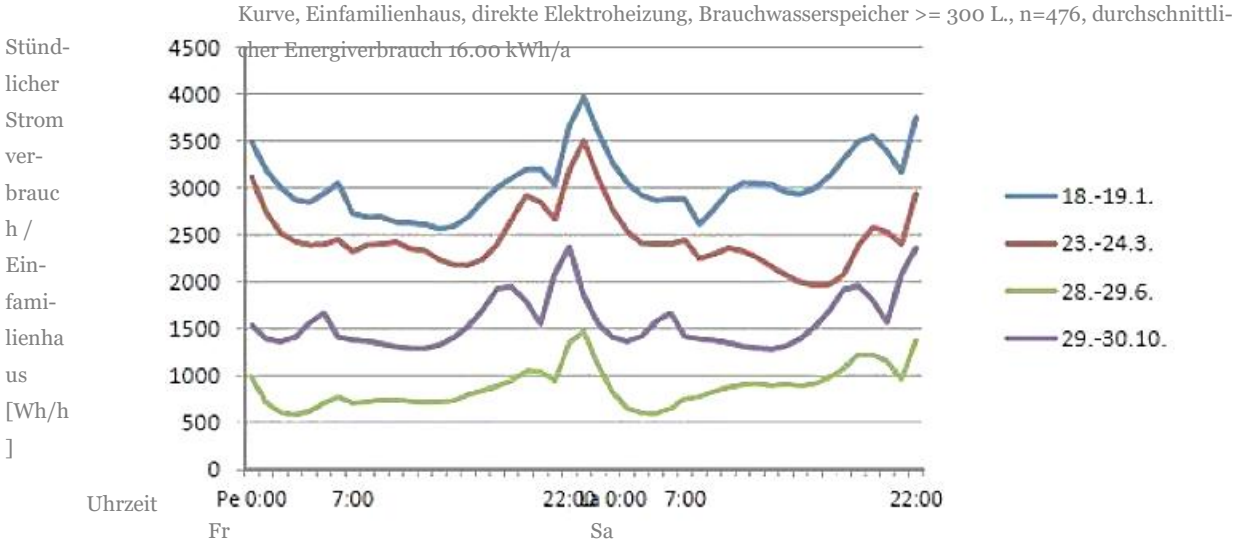


Abb. 19: Vergleich von drei Gebäuden (Einfamilien- und Reihenhäuser) während Spitzenlastzeiten, 2013[173]



[172] Järventausta et al. (2015)
[173] Järventausta et al. (2015); Leanheat Oy (2018)

Abb. 20: Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Stunde der Untersuchungsobjekte in verschiedenen Jahreszeiten. Direkte Elektroheizung.[174]

In den Gebäuden mit Elektroheizungen ist die Spitzenleistungszeit normalerweise in der Nacht, aufgrund der Einschaltung der Warmwasserspeicher, am höchsten. Morgens und abends, also während der Spitzenlast der Wohnungen, wird typischerweise auch weitere Heizleistung verbraucht, so dass die kontinuierliche, schnell regelbare Elektroheizung sich ausschaltet. In Abbildung 20 beschreiben Järventausta et al. die durchschnittliche Verteilung des Energieverbrauchs pro Stunde in verschiedenen Jahreszeiten in den Untersuchungsobjekten.[175]

Laut Järventausta et al. steckt die größte regelbare Leistung in den Hochhäusern in Finnland in der elektrischen Standheizung, Saunen und möglichen Fußbodenheizungen in Sanitärräumen, das Laststeuerungspotenzial in Hoch- und Mehrfamilienhäusern ist jedoch hier schwieriger zu nutzen. [176]

Erhöht sich der Anzahl der Elektroautos, wird auch die elektronische Standheizung, wie eben auch die ganze Stromverteilung in Hochhäusern einem großen Veränderungsdruck ausgesetzt, was wiederum neue Möglichkeiten für die Laststeuerung bietet. Zudem werden Wärmepumpen in Hochhauswohnungen üblicher und ersetzen oder ergänzen die Öl- oder Fernwärmeheizung. In diesem Fall würde der Stromverbrauch trotz der Einschränkung des Gesamtenergieverbrauches der Immobilien steigen. Außerdem gibt es auf dem Markt schon neue intelligente Lösungen, die den Stromverbrauch auch in Mehrfamilienhäusern optimieren können. Zum Beispiel bietet das finnische Unternehmen Leanheat Oy eine neue, patentierte Technologie und entsprechende Dienstleistungen an, bei der in den Wohnungen Sensoren sowie Gebäudeheizsysteme installiert werden, die über eine künstliche Intelligenz (KI) von Leanheat geregelt wird. Über die in den Wohnungen installierten Sensoren lernt die Software von Leanheat das thermodynamische Verhalten eines Gebäudes kennen und kann so die Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage durch KI optimal steuern. Dabei wird die Heizung unabhängig von den jeweiligen klimatischen Bedingungen oder den Veränderungen der Gebäudeeigenschaften über die Jahre stets optimiert. Im Jahr 2016 wurden mehr als 8 000 Wohnungen mit dem Leanheat-System zur Optimierung der Spitzenlasten ausgestattet und es konnte eine Reduktion der Spitzenlasten um ca. 20 % nachgewiesen werden. Das Unternehmen kooperiert mit finnischen Bauherren, Energieversorgungsgesellschaften sowie Wohnungsbaugesellschaften.[177]

Der Strombedarf der Büro- und Dienstleistungsgebäude variiert stark nach Nutzungszweck, Baujahr und technischen Lösungen des Gebäudes. Deswegen ist es weniger sinnvoll, das Laststeuerungspotenzial nach Gebäudetypen zu betrachten, sondern nach den technischen Lösungen und Systemen, die in verschiedenen Büro- und Dienstleistungsgebäuden verwendet werden. Potenzial für regelbare Lasten bieten hier beispielsweise der Stromverbrauch für die Lüftung, Kühlung, Beleuchtung sowie thermostatgesteuerte Heizungen, so dass u.a. die Rohrleitungen frostfrei gehalten werden können. In der Tabelle 8 wird die Leistungsaufnahme von Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und thermostatgesteuerter Heizung u.a. für die Rohrleitungen geschätzt.[178]

	Schätzung der elektrischen Leistung / MW					
	Anzahl von Gebäuden, Stk.	Geschossfläche, m²	Lüftung	Kühlung	Beleuchtung	thermostatgesteuerte Heizung u.a. für die Rohrleitungen
Geschäftsgebäude	42.580	28.320.638	160	140	540	30
Bürogebäude	10.907	19.229.947	90	160	240	20
Bildungsgebäude	8.916	18.104.779	160	40	220	20
		Gesamtleistung / MW	410	340	1000	70

Tab. 10: Schätzung der elektrischen Leistung (MW) in Geschäfts-, Büro- und Bildungsgebäuden[179]

In der folgenden Tabelle 9 werden die Leistung der Stromheizungsanlagen und das Steuerungspotenzial geschätzt (basierend auf dem in Finnland typischen „SLY-Anschluss“, definiert von SLY, dem finnischen Stromversorgungs-

[174] Järventausta et al. (2015)
[175] Järventausta et al. (2015)
[176] Järventausta et al. (2015)
[177] Järventausta et al. (2015)
[178] Järventausta et al. (2015)
[179] Järventausta et al. (2015)

verein). Laut dieser Schätzung von Järventausta et al. (2015) beträgt das Leistungspotenzial der Zeitrelais über 3 200 MW. Darüber hinaus hätten die Gebäude Potenzial für die Steuerung der thermischen Leistung und der Heizanlagen in Höhe von etwa 2 900 MW, entweder mit Hilfe von intelligenten Zählern oder anderen Systemen. Dazu können die Spitzenlasten, zum Beispiel der elektrischen Saunaöfen, durch intelligente Steuergeräte und -schalter geregelt werden. Die folgende Tabelle 9 zeigt die Schätzungswerte des durchschnittlichen Strombedarfs des finnischen Gebäudebestands bei 0 °C, was der durchschnittlichen Außenlufttemperatur in der Heizperiode (Wintermonate) entspricht. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich die Heizleistung bei starkem Frost zumindest verdoppelt. Als Gegenstand einer spezifischen Untersuchung werden in der folgenden Tabelle Lüftungsgeräte betrachtet. Sie sind auch unter Gebäudetechnik berücksichtigt.[180]

Schätzung des durchschnittlichen Strombedarfs des finnischen Gebäudebestands bei 0 °C (=Durchschnittstemperatur in der Heizperiode)	Elektroheizung in den Räumen	Warmbrauchwasser	Beleuchtung	Gebäudetechnik	Sonstige	Gesamt	Exkurs: Lüftungsgeräte tagsüber
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Einfamilienhäuser	1.379	193	118	137	609	2436	49
Reihenhäuser	207	28	26	28	131	420	12
Wohnhochhäuser	30	4	71	108	333	546	41
Private Büro- und Dienstleistungsgebäude	183	23	267	148	264	885	146
Öffentliche Büro- und Dienstleistungsgebäude	61	6	151	91	147	457	64
Produktionsstätten	317	32	363	304	846	1.863	224
Ferienwohnungen	130	2	9	9	31	182	0
Wohngebäude insgesamt	1.616	225	215	273	1.074	3.402	102
Dienstleistungsgebäude insgesamt	243	29	418	239	412	1.341	209
Wohn-, Büro und Dienstleistungsgebäude insgesamt	1.859	254	633	512	1.485	4.743	312
Alle Gebäude insgesamt	2.306	288	1.004	825	2.363	6.788	536

Tab. 11: Schätzung des durchschnittlichen Strombedarfs des finnischen Gebäudebestands bei 0 °C (Außenlufttemperatur)[181]

[180] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Statistic Finland (Tilastokeskus) (2017): Liitetaulukko 1. Rakennukset, asunnot ja henkilöt talotyypin ja kerrosluvun mukaan 31.12.2016; Järventausta et al. (2015); SLY, Suomen Sähkölaitosyhdistys ry (1992)
[181] Järventausta et al. (2015)

Etwa 42 % der Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften in Finnland heizen mit Strom, die meisten davon mit Direktstromheizung. In Finnland gibt es insgesamt etwa 1,1 Mio. Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften. Ein Einfamilienhaus mit Stromheizung hat einen durchschnittlichen Stromverbrauch von etwa 17–18 MWh im Jahr (inkl. Stromverbrauch von Haushaltsgeräten und Warmwasser), wobei Schwankungen sehr stark sind. Neben Elektroheizungen mit Heizkörpern werden Luftwärmepumpen und Holz als zusätzliche Heizung verwendet. Hierbei gibt es auch regionale Unterschiede; zum Beispiel wird Holz für die Heizung in den Stadtgebieten weniger als auf dem Land verwendet.[182]

Etwa 28 % der Reihenhäuser in Finnland haben eine Elektroheizung als Hauptheizungstyp, davon handelt es sich bei den meisten um eine Direktstromheizung. Der Reihenhäuserbestand in Finnland umfasst 80 547 Gebäude mit etwa 400 000 Wohnungen. Zudem sind Luftwärmepumpen in Reihenhäusern sehr beliebt; auch Holz wird verwendet, jedoch weniger als in Einfamilienhäusern. Der jährliche Stromverbrauch beträgt im Durchschnitt 11–12 MWh, doch genauso wie bei den Einfamilienhäusern schwankt dieser sehr stark.[183]
Die Tabelle 10 berücksichtigt jedoch nicht das zusätzliche Potenzial, wie der Stromverbrauch noch weiter als Laststeuerung dienen könnte. Zum Beispiel haben fast alle Ölheizkessel einen elektrischen Widerstand als Reserve. Bei Bedarf kann man so anstatt mit Öl mit Strom heizen. Momentan liegt der Stromverbrauch dieser Reserven nahezu bei null, aber das Potenzial, Strom hierbei zunehmend bei Bedarf zu nutzen, ist laut Järventaka et al. bedeutend. Das Potenzial für die Laststeuerung in den Ferienwohnungen bei kaltem Wetter ist auch deutlich größer, als die Zahlen in Tabelle 10 vermuten lassen. Der Grund dafür ist, dass diese Gebäude normalerweise im Winter auf Mindesttemperatur gehalten werden und nur selten genutzt werden. Dadurch spielt der Wärmekomfort eine untergeordnete Rolle und beschränkt die Laststeuerung nicht. Außerdem werden zum Beispiel die Steuerungsmöglichkeiten in Erdwärmepumpen, welche sich sehr gut für den Ausgleich der Spitzenlasten eignen, in Finnland derzeit noch kaum verwendet.[184]

	Alle	Schaltersteuerung des Netzbetreibers (Schätzung)	SLY-Steuerung		Schätzung der Laststeuerung
			Direkt oder mit teilweiser Speicherung	Stromspeicher + Wasserheizung	
Menge	604.643 Stk.	125.000 Stk.	280.000 Stk.	60.000 Stk.	
Geschossfläche	78.695.863 m²	16.269.065 m²	36.442.706 m²	7.809.151 m²	
Gesamtleistung der Elektroheizung (Schätzung 25 W / m²)	5.115 MW	1.057 MW	2.369 MW	508 MW	
Wärmespeicher á Leistung					
Warmwasserbereiter 3 kW		375 MW	840 MW		
Speicher				630 MW	
Teilweise Speicherung der Wärme (Schätzung)			1.441 MW		
Speicherung und Steuerung mit Zeitrelais (Schätzung) K2		375 MW	2.281 MW	630 MW	3.286 MW
Heizung, Stromsteuerung - Widerstand					
Einzelraumheizung (Zimmer) (60 % der Leistung)		637 MW	827 MW		
Heizung mit teilweiser Speicherung			1.125 MW		
Speicher/Tagesnutzung				300 MW	

[182] AHK Finnland (2017): Interview mit Virve Rouhiainen, Spezialistin Umwelt un Energie, Statistic Finland (Tilastokeskus); Statistic Finland (Tilastokeskus) (2017): Liitetaulukko 1. Rakennukset, asunnot ja henkilöt talotyypin ja kerrosluvun mukaan 31.12.2016
[183] AHK Finnland (2017): Interview mit Virve Rouhiainen, Spezialistin Umwelt un Energie, Statistic Finland (Tilastokeskus); Statistic Finland (Tilastokeskus) (2017): Liitetaulukko 1. Rakennukset, asunnot ja henkilöt talotyypin ja kerrosluvun mukaan 31.12.2016
[184] Järventausta et al. (2015)

Stromsteuerwiderstand (Schätzung) K1		637 MW	1.952 MW	300 MW	2.888 MW

Tab. 12: Schätzung der Leistungskapazität der Elektroheizung in Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften und Reihenhäusern[185]

Das größte Steuerungspotenzial in Finnland liegt mutmaßlich im Bereich Elektroheizungen der Einfamilienhäuser sowie Stromverbrauch von Wärmepumpen während der Heizungsperiode. Die Gebäude können dadurch auch als sog. virtuelle Kraftwerke funktionieren. Etwa ein Viertel des Leistungsbedarfes von Warmwasser stammt aus Warmwasserspeichern, die in anderen Gebäuden, welche nicht mit Strom beheizt werden, installiert sind (zum Beispiel Gebäude mit Holzheizung). Intelligente Laststeuerung im Gebäudesektor bietet dementsprechend enorme Möglichkeiten für das Lastmanagement. Die Fernkontrolle der Lasten sowie die automatische, intelligente Steuerung, deren Status sowie des Angebot-Nachfrage-Gleichgewichts und die intelligente Gebäudeautomation ermöglichen die Optimierung des Stromverbrauchs auf Sekunden-, Minuten- und Stundenbasis. Dadurch werden zusätzlich Kosten minimiert und es besteht kein Bedarf der manuellen Steuerung. Der Verbraucher profitiert von niedrigeren Stromrechnungen und der sog. Aggregator, der die Steuerung übernimmt, kann Regelleistung verkaufen und dadurch Umsätze generieren („virtuelles Kraftwerk").[186]

2.3.2 Elektromobilität und Batterien – Lastverschiebungspotenzial durch V2G und G2V

Auch in Finnland bietet die Elektromobilität neue Möglichkeiten für das Lastmanagement an (Vehicle-to-Grid, V2G/Grid-to-Vehicle, G2V). In der aktuellen Klima- und Energiestrategie Finnlands wurde das Ziel gesetzt, 250 000 Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2030 auf finnische Straßen zu bringen. Bis Ende September 2017 wurden insgesamt lediglich knapp 1 300 Elektroautos angemeldet, was das definierte Ziel ausgesprochen ehrgeizig macht. Ladestationen gab es im Jahr 2017 knapp 300. Der finnische Staat will deshalb die Zulassung von Elektrofahrzeugen auf finnischen Straßen mit einer neuen Kaufprämie zwischen 2018 und 2021 mit insgesamt 6 Mio. Euro pro Jahr fördern. Der Käufer eines elektrisch betriebenen Pkws kann hierbei von einem Zuschuss von insgesamt 2 000 Euro profitieren, jedoch können nur Privatpersonen die Subvention beantragen. Der finnische Staat hat zusätzlich eine Preisobergrenze für die E-Autos festgelegt: Der Gesamtpreis eines Elektroautos darf 50 000 Euro nicht überschreiten (inkl. Mehrwert- und Kraftfahrzeugsteuern). Außerdem werden nur Fahrzeuge gefördert, die zwischen 1.1.2018–30.11.2021 gekauft und registriert werden.[187]
Die Batterien von Elektrofahrzeugen können als potenzielle Stromspeicher funktionieren, da intelligentes Laden und Steuerung der Ladeleistung ein exzellentes Mittel für das Lastmanagement bieten (G2V). Anderseits kann die unregulierbare Ladeleistung jedoch auch eine gegenteilige Auswirkung haben und zu flächendeckenden Stromausfällen durch technische Störungen führen. Deswegen ist es äußerst wichtig, die Ladeinfrastruktur für E-Autos von Anfang an intelligent zu bauen. Ebenso kann in der Fahrzeugbatterie gespeicherte Energie zu Spitzenlastzeiten wieder in das Stromnetz eingespeist werden und als Reserve funktionieren (V2G).[188]

Das Ökosystem rund um das intelligente Laden von Elektroautos ermöglicht auch weitere Anwendungsfälle für die Laststeuerung. Wenn die Produktion von Batterien für Elektroautos weiterhin zunimmt, sinken gleichzeitig die Preise. Die alten Batterien, die nicht mehr in Elektrofahrzeugen verwendet werden, können als stationäre Speicher funktionieren. Eine zunehmende Anzahl von Batterien im Netzökosystem würde das kurzfristige Stromspeicherungspotenzial deutlich steigern, eine noch bessere Laststeuerung ermöglichen und das Engpassmanagement erleichtern.[189]

2.3.3 Langfristspeicher – P2G und P2H

In den nordischen Ländern nutzt man aufgrund der gegebenen geographischen Rahmenbedingungen traditionell vor allem die Wasserkraft für das Speichern von Strom. Die Energie wird in Wasserbecken gespeichert, die bei Spitzenbedarf geleert werden. Der Ausbau der Wasserkraft in Finnland ist jedoch begrenzt und bietet alleinig keine echte Lösung für die Herausforderungen in der Zukunft. Eine Möglichkeit, dem langfristigen Bedarf zur Speicherung von Strom gerecht zu werden, stellt die Umwandlung von Strom in eine andere Form dar. Hier können bei-

[185] Järventausta et al. (2015)
[186] Järventausta et al. (2015); Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027
[187] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Finlex.fi (2017); TEM (2016): Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030; Trafi (2018): Sähköauton hankintatuki; Trafi (2017): Liikennekäytössä olevat sähköautot
[188] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Sähköinenliikenne.fi (2017)
[189] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Tekniikka & Talous (2017)

spielsweise die Umwandlung in synthetisches Methan (Power-to-Gas, P2G) und in Wasserstoff (Power-to-Hydrogen, P2H) als vielversprechende Möglichkeiten genannt werden. In beiden Fällen wird in Zeiten der Spitzenleistung mit der überschüssigen Wind- und Solarenergie gasförmiger Brennstoff produziert. Bei Spitzenlasten kann dieser Brennstoff wieder in sog. Kombikraftwerken, Gasturbinen bzw. in Brennstoffzellen-Kraftwerken zurück in Strom umgewandelt werden. Die Nutzung von Erdgas in den KWK-Kraftwerken (Kraft-Wärme-Kopplung) oder die Verwendung von Wasserstoff in Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Kraftwerken ermöglicht gleichzeitig auch die Nutzung von Wärme für die Wärmebereitstellung. Wie in anderen Ländern sind diese Technologien auch in Finnland noch nicht rentabel, es ist jedoch sicherlich von Interesse, diese Entwicklungen auch in Zukunft genau zu verfolgen. Die technische Universität von Lappeenranta sowie VTT, das technische Forschungszentrum Finnlands, haben in die Entwicklung von diversen Power-to-X-Lösungen im Rahmen von einem sog. Soletair-Pilotprojekt investiert. Daneben planen im Wirtschaftssektor auch das finnische Chemieunternehmen Kemira, der finnische Gaskonzern Gasum sowie die Stadt Lappeenranta eine erste Methan-Produktionsanlage in Joutseno, Südostfinnland.[190]

2.3.4 Intelligente Zähler (AMR) und Home Energy Management System (HEMS)

Es können grundsätzlich zwei Systemgruppen unterschieden werden: intelligente Zähler (Automated Meter Reading, AMR) und intelligente Energiemanagementsysteme der Gebäude, sog. Home Energy Management Systems (HEMS). Intelligente Zähler sind technologisch deutlich einfacher gestaltet als die HEMS-Systeme und generieren Messdaten auf stündlicher Basis mit der Möglichkeit einer On-off-Fernsteuerung (drahtlose Kommunikation). HEMS-Systeme dagegen beinhalten die Möglichkeit der Echtzeit-Messung und sind darüber hinaus wegen einer flexibleren Steuerung vielseitiger.[191]

Finnland ist ein Vorreiter beim Einsatz von intelligenten Stromzählern weltweit. Bereits 2009 wurde durch einen Regierungserlass die Ausrüstung der Stromanschlüsse mit Smart Meter festgelegt. AMR-Systeme sind, wie bereits erörtert, seit 2013 in Finnland Pflicht, aber viele alte Technologien ermöglichen noch keine direkte Lastenkontrolle. Bis 2013 wurden 3 Mio. Stromzähler installiert. Seit Anfang 2014 sind nahezu alle Stromanschlüsse in Finnland mit intelligenten Zählern (Smart Meter) ausgerüstet, so dass für alle Haushalte die Möglichkeit besteht, Endgeräte zur Verfolgung der eigenen Stromnutzung in Betrieb zu nehmen. Die ersten intelligenten Stromzähler wurden bereits Anfang der 2000er Jahre, die meisten dann zwischen 2008–2013 installiert.
Die technische Nutzungszeit beträgt ca. 15 Jahre, weshalb die Zähler teilweise schon ab 2017 erneuert werden müssen. Die Erneuerung der Zähler hat in Finnland bisher ca. 800 Mio. Euro gekostet. Die nächste Phase für einen massiven Zähler-Austausch in Finnland findet zwischen 2023 und 2028 statt.[192]

Die neue intelligente Stromzählertechnologie ist notwendig. Die Windkrafterzeugung wächst in den nordischen Ländern ständig, neue Solarpaneele werden installiert und die Nutzung von Elektrofahrzeugen wird rasch zunehmen. Die neuen intelligenten Stromzähler sind hierbei ein weiterer Schritt in Richtung Smart Grids. Der zentrale Unterschied im Vergleich zu den alten AMR-Technologien ist, dass die Messperiode des Stromverbrauchs deutlich kürzer wird und bessere Lastenkontrolle ermöglicht. Zurzeit wird in Finnland der Stromverbrauch auf Stundenbasis berechnet. In naher Zukunft wird es aber möglich sein, den Stromverbrauch jede fünfte Minute zu verfolgen, wobei das klare Ziel ist, eine noch schnellere Aktualisierung, nämlich auf Minuten- oder Sekundenbasis, zu erreichen. Die baldige Realität der Analyse des Stromverbrauchs nahezu in Echtzeit birgt enormes Potenzial auch bezüglich der Laststeuerung in Finnland.[193]

Der Markt für HEMS-Systeme steckt dagegen in gesamt Nordeuropa noch in seinen Kinderschuhen. Dies birgt interessante Marktchancen, welche von deutschen Anbietern genutzt werden könnten. In naher Zukunft können die intelligenten Zähler auch mit den HEMS-Systemen verbunden werden. Auf dem finnischen Markt gibt es ein paar Anbieter in diesem Bereich, aber es gibt auch viel Potenzial für neue Anbieter auf dem Markt (siehe VI Profile der Marktakteure).[194]

---

[190] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Sähköinenliikenne.fi (2017)
[191] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“; Elenia (2017); Finlex.fi (2009); Fortum (2013): News; Tampere University of Technology (2014); YLE (2017)
[192] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“; Elenia (2017); Finlex.fi (2009); Fortum (2013): News; Tampere University of Technology (2014); YLE (2017)
[193] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“; Elenia (2017); Finlex.fi (2009); Fortum (2013): News; Tampere University of Technology (2014); YLE (2017)
[194] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung

3. Geschäftspotenzial und wirtschaftliche Rahmenbedingungen

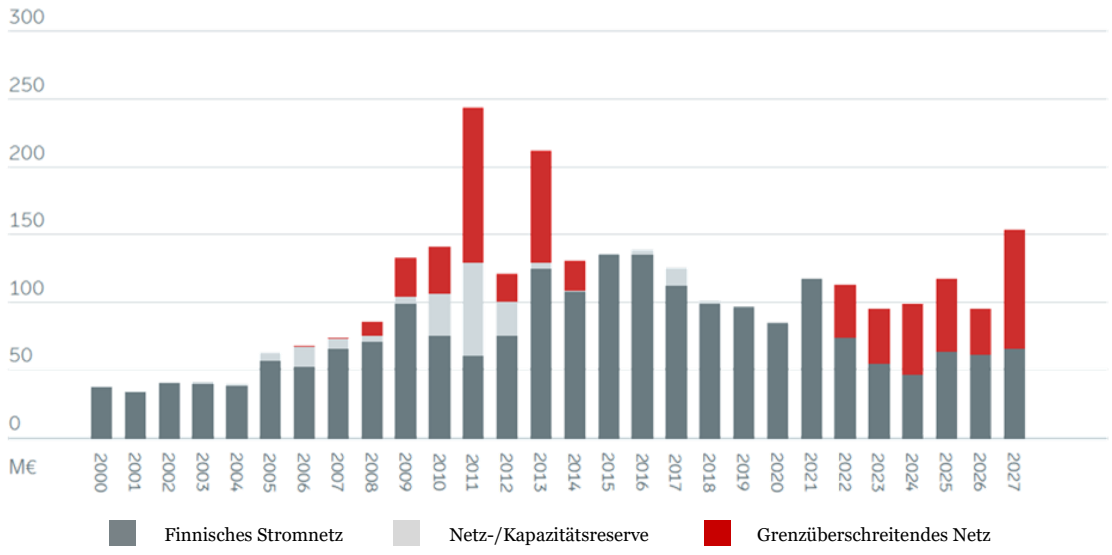
Laut dem finnischen Strommarktgesetz dürfen Stromunterbrechungen innerhalb von Städten nicht länger als 6 Stunden und außerhalb der Städte nicht länger als 36 Stunden andauern. Alle Stromnetzbetreiber müssen diese Grenzen in Finnland bis spätestens 2028 gewährleisten können, was für die Betreiber umfangreiche Investitionen in den nächsten Jahren (u.a. Netzautomation) bedeutet. Berücksichtigt man zudem, dass ein Großteil des Verteilungsnetzes in den 70-80er Jahren errichtet wurde, erhöht sich nochmals die Reparatur- und Erneuerungspflicht. Hierbei erneuern viele Netzbetreiber ihr Netz direkt auf Smart Grid-Niveau. Folglich plant auch Fingrid Oyj bis 2027 Netzinvestitionen in Höhe von gut 100 Mio. Euro pro Jahr. Es entstehen hieraus für erfahrene Marktakteure aus Deutschland zwangsläufig neue Geschäftsmöglichkeiten.[195]

Finnland ist Wegbereiter in der Implementierung von Smart Meters und AMR (Automatic Meter Reading)-Systemen. Finnland ist eines der ersten Länder, das die Zählerfernablesung adaptierte. Damit ist es möglich, Daten über den stündlichen Elektrizitätsverbrauch zu erfassen. Dies hat zu verbesserten Informationen zur Energienutzung für Kunden, zum verbesserten Load Profiling, zur Rechnungserstellung in Echtzeit, zur Zählerfernablesung und -überwachung sowie zur erhöhten Effizienz des Practical Meter Reading geführt.

Zusätzlich haben führende Industrieunternehmen wie ABB, Wärtsilä und Vacon ihre Wurzeln und Kompetenzen im traditionellen finnischen Energiesektor. Darüber hinaus ist der finnische Strommarkt offen und seit den 90er Jahren mit dem nordischen Markt vernetzt. Der finnische Markt ist in vielerlei Hinsicht transparent, digital und und das hohe technische Potenzial (fortsgeschrittene Netzstruktur und LTE-Netze) bietet eine flexible Plattform für verschiedene Akteure. Neue Akteure werden in den Markt eintreten, wie zum Beispiel Betreiber von virtuellen Kraftwerken, die neue Dienstleistungen u.a. für Stromspeicherung und -management anbieten. Gleichzeitig ändert sich die Rolle des Endverbrauchers. Die neue Stromrevolution bildet neue Herausforderungen heraus, aber die Laststeuerung und neue Blockchain-Anwendungen bieten auch neue Geschäftsmöglichkeiten für Technologieanbieter, Dienstleister und Entwickler neuer Geschäftsmodelle, wie Aggregator und Stromdirektvermarktung. Neue Dienstleistungen und Anwendungen, mit denen man die Sicherheit der Technologien und Netze erhöhen und gleichzeitig die Instandhaltungskosten der Netze verringern kann, sind sehr gefragt.[196]

3.1 Investitionen in das finnische Übertragungsnetz

Die letzten Jahre waren Rekordjahre für Investitionen in das finnische Stromnetz und es wurden mehrere Investitionen in verschiedenen Teilen Finnlands getätigt. Zwischen den Jahren 2017 und 2027 wird Fingrid, der finnische Übertragungssnetzbetreiber, 1,2 Mrd. Euro, also circa 100 Mio. Euro jährlich, investieren. In der Abbildung 21 sind die Netzinvestitionen von Fingrid zwischen 2000–2027 dargestellt.



– Intelligente Netze"; Elenia (2017); Finlex.fi (2009); Fortum (2013): News; Tampere University of Technology (2014); YLE (2017)
[195] AHK Finnland (2017): Eigenrecherche
[196] AHK Finnland (2017): Eigenrecherche; Järventausta et al. (2015)

Abb. 21: Netzinvestitionen von Fingrid zwischen 2000–2027 in Mio. Euro

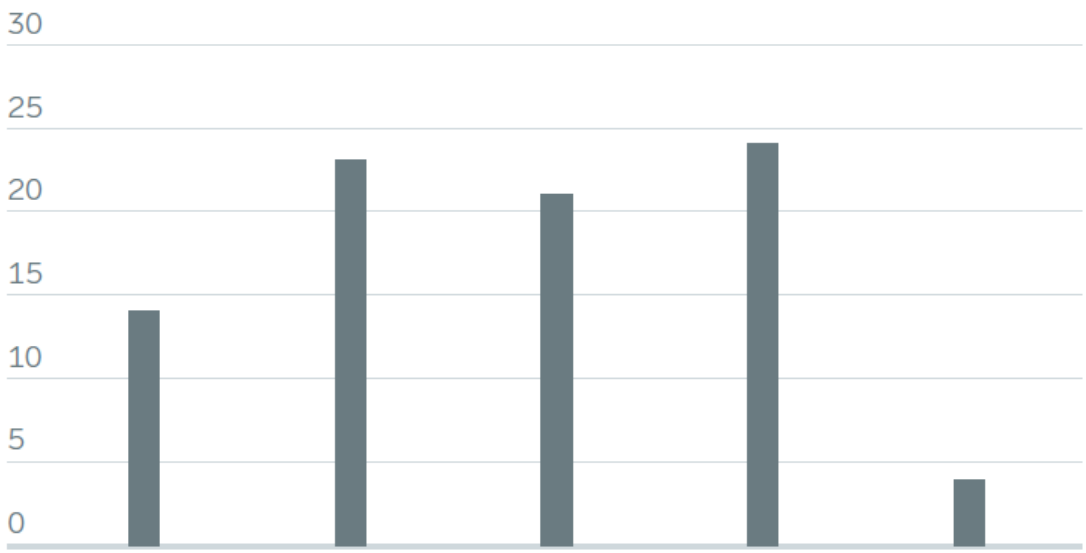
Die großen Investitionen fingen Mitte der 2000er Jahre an. In den letzten zehn Jahren hat Fingrid beispielsweise die Fenno-Skan2 HGÜ-Verbindung in Schweden und die EstLink 2-Verbindung in Estland gebaut. Zusätzlich wurden die Hälfte der EstLink 1-Verbindung gekauft und Spitzenlastkraftwerke wurden in Olkiluoto und Forssa, beides Standorte für finnische Kernkraftwerke, gebaut. Die Stromnetze des finnischen Hauptnetzes wurden mehrfach verstärkt und Teile des veraltenden Netzes wurden erneuert. In den 1970er Jahren wurde eine große Anzahl von 400 kV-Stromnetzen gebaut, von denen die meisten in den letzten zehn Jahren erneuert worden ist oder derzeit erneuert werden.

In den nächsten zehn Jahren liegt der Fokus von Fingrids Investitionen auf der Entwicklung der grenzüberschreitenden Übertragung und der Entwicklung des nationalen Hauptnetzes. Auch ist geplant, dass bestehende Stromnetze repariert oder erneuert werden. In Abbildung 22 wird dargestellt, wie die Investitionskosten zwischen 2017 und 2027 zwischen dem Umspannwerk des Kraftübertragungssystems und der HGÜ-Projekte aufgeteilt werden.

Abb. 22: Aufteilung der Investitionskosten zwischen 2017–2027

Ungefähr die Hälfte der Investitionskosten fokussiert sich auf Neuinvestitionen. Bei genauerer Betrachtung einzelner Projekt fällt auf, dass bei zwei Drittel der Projekte einer der Investitionsgründe der Zustand der Netze ist. Vor allem die Investition in neue und bessere Strukturen spielt bei Neuinvestitionen eine ausschlaggebende Rolle. Zum Beispiel kann eine Holzmast mit 110 kV durch eine 400+110 kV-Stromleitung ersetzt werden, womit mehr als das Zehnfache der Übertragungsleistung erreicht werden kann. Zusätzlich werden während der Konzeptionsphase der Neuinvestitionen viele grundlegenden Reparaturen und Erneuerungen der veraltenden 110 kV-Stromleitungen durchgeführt.

In Abbildung 23 wird die Anzahl der Umspannwerkprojekte zwischen 2017 und 2027 dargestellt. Wahrscheinlich werden aber zusätzliche Projekte je nach Bedarf ausgeführt. Während der Planung werden auch die aus den 80er Jahren stammenden 110 kV-Schaltanlagen renoviert. Diese Schaltanlagen können weiterverwendet werden, solange die veralteten Geräte gewechselt werden.



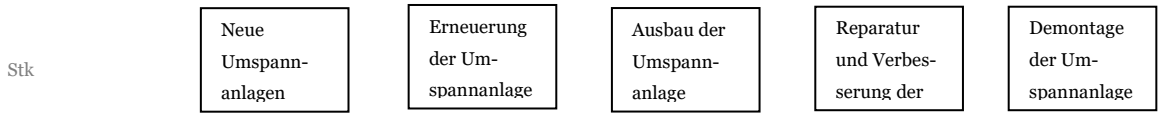


Abb. 23: Anzahl und Art der Umspannwerkprojekte zwischen 2017 und 2027

Abbildung 24 zeigt die Altersverteilung der Stromleitungen. Es ist zu erkennen, dass alle zwischen den Jahren 1920 und 1930 gebauten Stromleitungen abgerissen und zum größten Teil während der Konzeptionsphase durch neue ersetzt werden müssen. Für die veralteten Stromleitungen wird ein Zustandsbericht angefertigt, so dass eine Maximierung der Laufzeit ohne Unsicherheit darüber, ob die Leitungen benutzt werden kann, möglich ist.

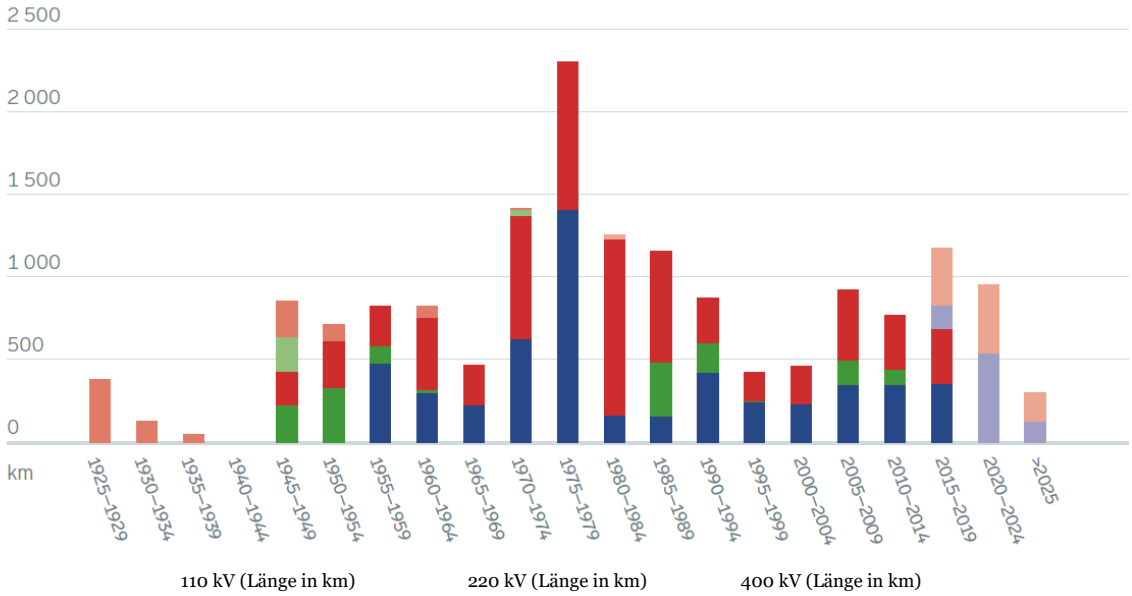


Abb. 24: Altersverteilung der finnischen Stromleitungen und deren Länge

Fingrid arbeitet eng mit verschiedenen Partnern zusammen und bereitet sich auf neue mögliche Partnerschaften vor. Die Investitionen in das Stromnetz werden je nach Bedarf rechtzeitig realisiert. Das Entwicklungsprojekt des Hauptnetzes ist ein Teil eines größeren Plans für die Entwicklung des Netzes. Fingrid aktualisiert diesen Plan kontinuierlich und abhängig von dem sich wandelnden Umfeld und Rahmenbedingungen. Aktuelle Informationen befinden sich auf der Internetseite von Fingrid (www.fingrid.fi). Der nächste Entwicklungsplan wird 2019 publiziert.

3.2 Wirtschaftliches Potenzial der Laststeuerung

Das wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung ist generell immer höher, wenn der Markt in Echtzeit funktioniert. Gewinnerwartungen auf dem Spotmarkt sind angemessen niedrig im Vergleich zum Reserve- und Regelleistungsmarkt. Järventaka et al. haben das wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung der direkten Elektroheizung auf diversen Marktplätzen in Finnland untersucht. In der Studie wird das Potenzial des Nord Pool-, Regelleistungs-

und Reservemarktes sowie der Lastensteuerung beim Bilanzmanagement des Stromhändlers betrachtet. Die Ergebnisse zeigen, dass das wirtschaftliche Potenzial vom Nord Pool-Markt relativ niedrig ausfällt, im Vergleich zu den anderen Marktplätzen. Das Bilanzmanagement des Stromhändlers und die Laststeuerung bieten dreifache Gewinnerwartungen. Das Höchstgewinnpotenzial auf dem Reservemarkt ist dagegen fast siebenmal so hoch im Vergleich zu dem Nord Pool-Markt und die einfachen Angebotsstrategien für die Regelleistungsbereitstellung bieten vierfach höhere Gewinnerwartungen. Laut Järventaka et al. ist dementsprechend das wirtschaftliche Potenzial des Reservemarkts am höchsten. In Abbildung 25 wird das wirtschaftliche Potenzial auf diversen Marktplätzen betrachtet. Die Abbildung basiert auf Strompreisdaten von 2011, 2012 und 2013.[197]

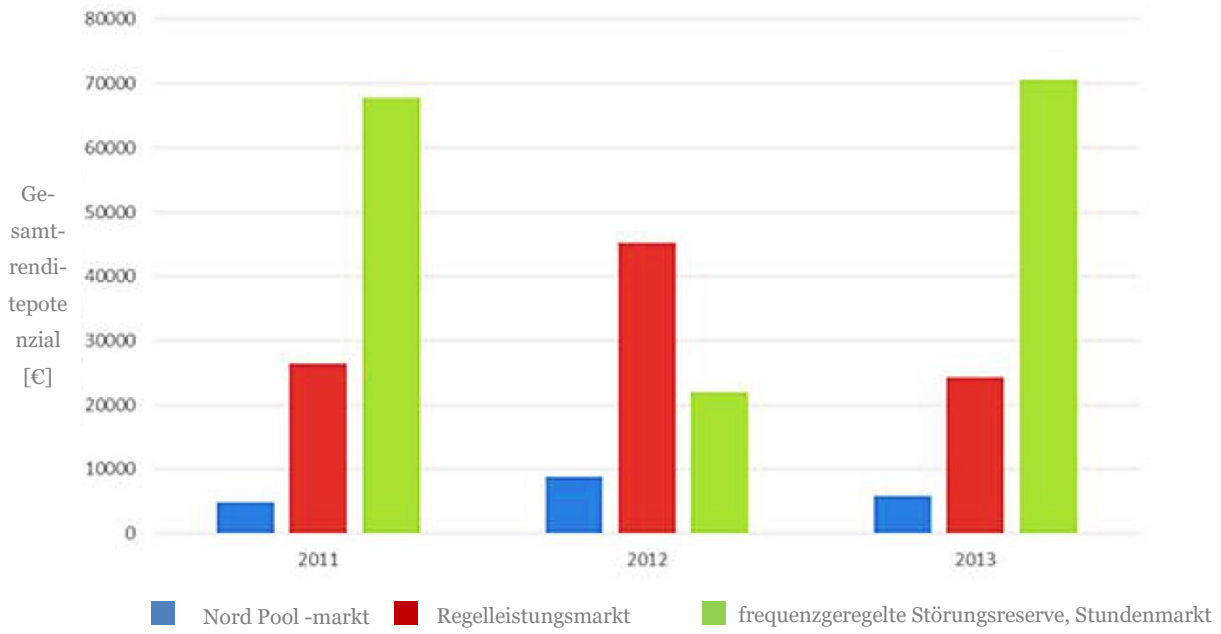


Abb. 25: Gewinnpotenzial von Laststeuerungskapazität (1 MW) auf diversen Marktplätzen zwischen 2011 und 2013, Finnland[198]

Je größer die Schwankungen der Strompreise sind oder je höher der Strompreis, desto besser ist dies dementsprechend auch für das wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung. Das wirtschaftliche Potenzial ist auch dann höher, wenn die Laststeuerungskapazität hoch ist, d.h. Lastressourcen ausreichend zur Verfügung stehen. Wichtig ist auch, dass die Lastressourcen flexibel und in Echtzeit gesteuert werden können. Die Ressourcensteuerung wird schwieriger, wenn die Spätspitze höher ist. Dabei spielt der Anfangspunkt der Steuerung eine zentrale Rolle und kann zur Maximierung des wirtschaftlichen Potenzials beitragen.[199]

In der Abbildung 26 beschreiben Järventausta et al. das wirtschaftliche Potenzial des Nord Pool-Markts auf Stundenniveau. Die Autoren haben in ihren Kalkulationen folgende Rahmenbedingungen und Parameter angewandt.[200]

[197] Järventausta et al. (2015)
[198] Järventausta et al. (2015)
[199] Järventausta et al. (2015)
[200] Järventausta et al. (2015)

Parameter / Rahmenbedingungen	Beschreibung	Modellierung der Kalkulation
Steuerbare Kapazitätsmengen	Menge der Heizlast, stündlich steuerbar	Variiert stündlich zwischen 0–5,8 MW, thermische Belastung
Dauer der Steuerungsmaßnahme	Ununterbrochene Dauer des Ausschaltens der Lasten	Untersuchungsdauer max. 1 Stunde
Spätspitze	Die in den Folgestunden entstehende Spätspitze, wenn die Lasten wieder nach Ausschaltung eingeschaltet werden	Annahme: Dauer der Spätspitze ist genau so lang wie die Ausschaltdauer der Lasten (normalerweise 1 Stunde) und entspricht der Energiemenge der ausgeschalteten Lasten
Begrenzungen der Laststeuerung	Laststeuerung wird begrenzt aufgrund des Energiekomforts und der in Finnland geltenden Verordnungen	• max. 5 Steuermaßnahmen / 24 Stunden • Ausschaltdauer max. 1 Stunde erlaubt • Nach Ausschalten und Einschalten der Lasten ist eine erneuerte Laststeuerung während der Spätspitze und ihrer Folgestunde nicht erlaubt

Tab. 13: Rahmenbedingungen und Annahmen beim Kalkulieren des wirtschaftlichen Potenzials der Laststeuerung

Rendi-
tepote
nzial /
Last-
steue-
rung
[€]

Zeit

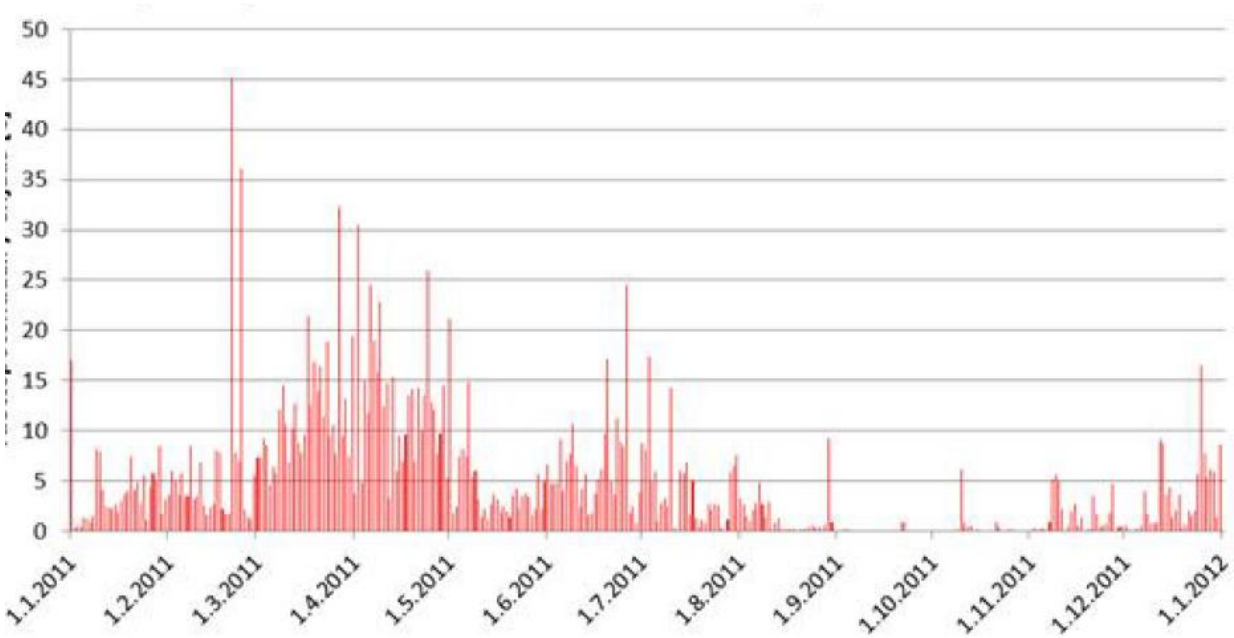


Abb. 26: Wirtschaftliches Potenzial der Laststeuerung - simulierte Steuerungskapazität basierend auf Nord Pool-Preisen (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden)[201]

Die Laststeuerung hätte mit Nord Pool-Preisen im Jahr 2011 etwa 3 500 Euro Einsparungen erzielen können. Das größte Gewinnpotenzial, das man mit einer einzelnen Steuerungsmaßnahme (Dauer 1 Stunde, 1 388 Kunden) erzielen konnte, betrug ca. 45 Euro und das durchschnittliche Potenzial 2,80 Euro. Insgesamt wurden 1 232 Steuerungsmaßahmen 2011 durchgeführt. Im Verhältnis zu der Anzahl der Kunden wurden nur etwa 2,50 Euro Einsparungen pro Kunde erzielt.[202]

In der folgenden Abbildung 27 wird das theoretische Gewinnpotenzial beschrieben, welches ein Händler durch die Laststeuerung der Kundengruppe erzielen könnte. Järventausta et al. gehen also davon aus, dass der Händler die Steuerungsmaßnahmen basierend auf der Verbrauchs- bzw. Preisprognose optimal anfangen kann.[203]

[201] Järventausta et al. (2015)
[202] Järventausta et al. (2015)
[203] Järventausta et al. (2015)

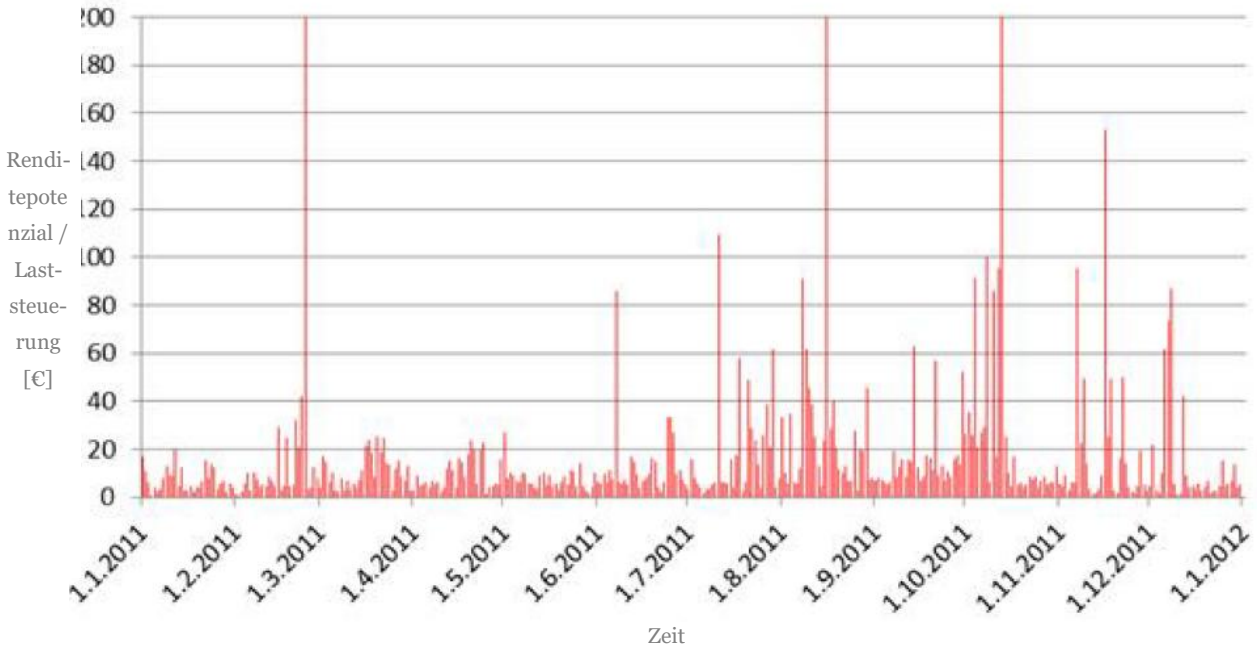


Abb. 27: Das theoretische wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung - simulierte Steuerungskapazität basierend auf dem Last/Bilanzmanagement des Stromhändlers (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden)[204]

Mit der Laststeuerung durch Bilanzmanagement hätte man 2011 etwa 11 700 Euro Einsparungen erzielen können. Das größte Gewinnpotenzial, das man mit einer einzelnen Steuerungsmaßnahme (Dauer 1 Stunde, 1 388 Kunden) erzielen konnte, beträgt laut den detaillierten Daten von Järventausta et al. über 500 Euro, das durchschnittliche Potenzial 7,30 Euro. Insgesamt wurden 1 607 Steuerungsmaßahmen im Jahre 2011 durchgeführt. Im Verhältnis zu der Anzahl der Kunden wurden etwa 8,40 Euro Einsparungen pro Kunde erzielt. Das wirtschaftliche Potenzial wäre dadurch dreimal so hoch, im Vergleich zur Laststeuerung basierend auf Preisen von Nord Pool. Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass es in der Praxis schwieriger ist, dieses Potenzial zu nutzen. Zudem wird hier davon ausgegangen, dass der Händler die Laststeuerung rechtzeitig, basierend auf Verbrauchs- und Preisprognosen, planen kann.[205]

In der folgenden Abbildung 28 wird das theoretische wirtschaftliche Potenzial des Regelleistungsmarktes (Lastabwurf) betrachtet. Järventausta et al. kalkulieren das Gewinnpotenzial auf Basis der Steuerungskapazität für die jeweilige Stunde und durch den Preis der Leistungsstunde, wobei hierbei der temporären Verschiebung der Lasten eine grundlegende Bedeutung zukommt. Järventaka et al. gehen davon aus, dass die Lastenverschiebung in der Folgestunde Bilanzfehler für den Händler verursacht, weswegen der Händler Energie für den Verbraucherpreis einkaufen muss, um den Bilanzfehler abdecken zu können.[206]

[204] Järventausta et al. (2015)
[205] Järventausta et al. (2015)
[206] Järventausta et al. (2015)

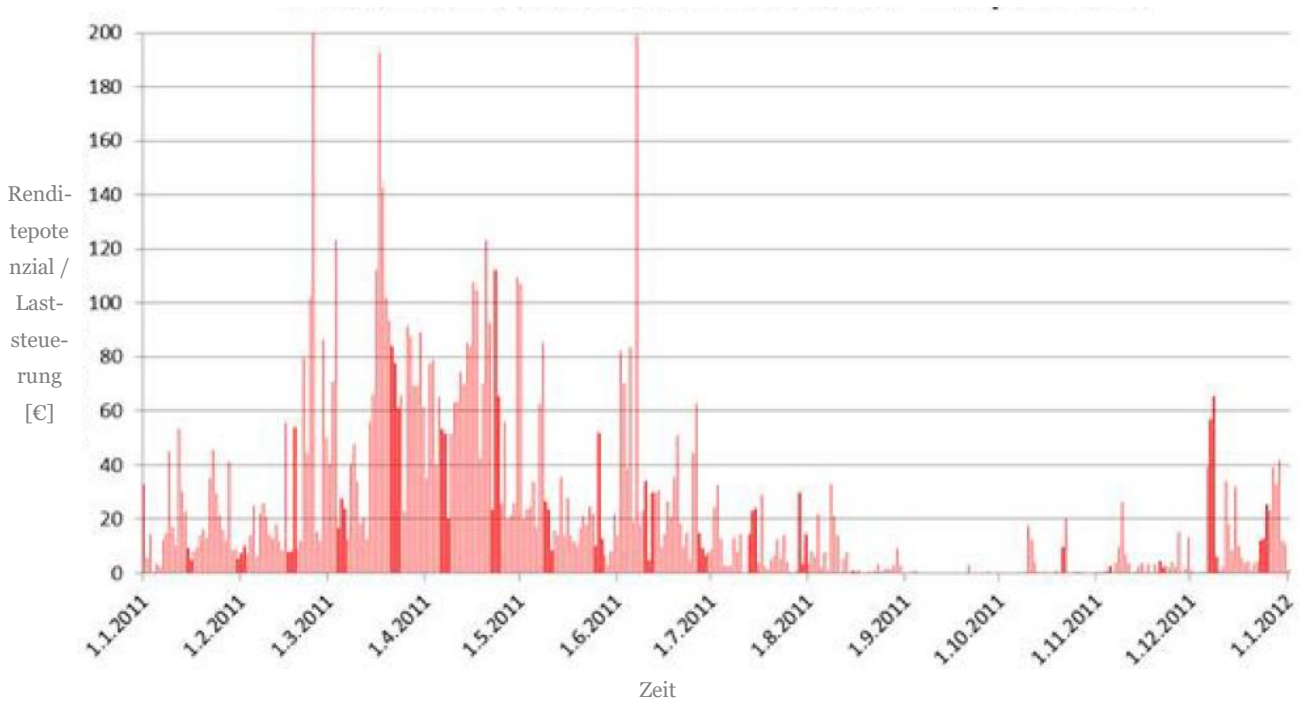


Abb. 28: Wirtschaftliches Potenzial auf dem Regelleistungsmarkt (Lastabwurf) (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden)

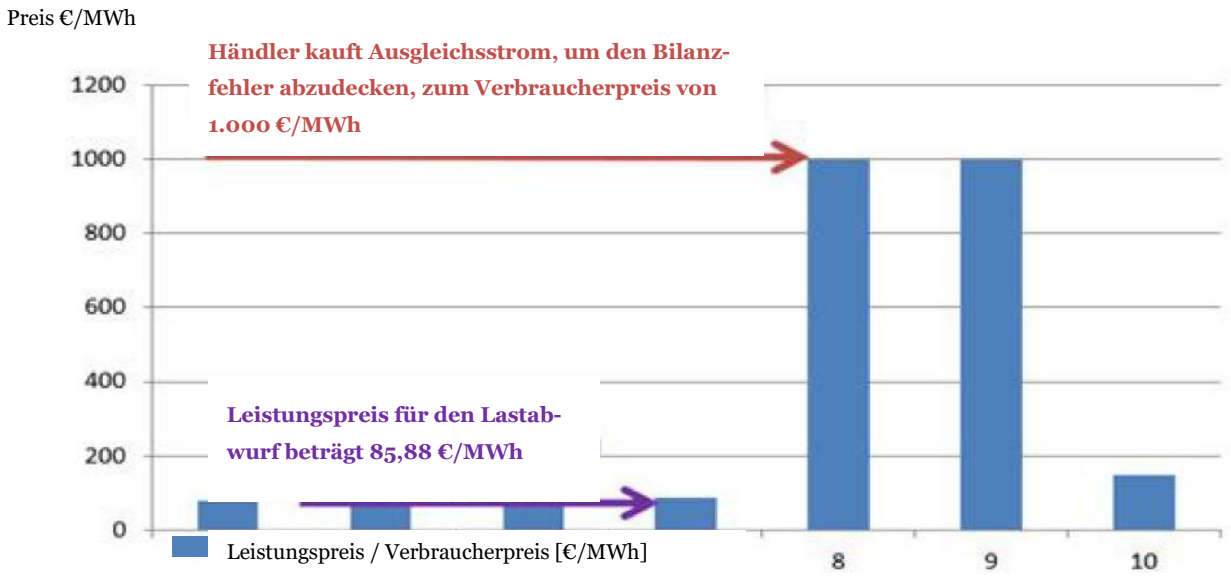
Das theoretische, wirtschaftliche Potenzial betrug durch Lastabwurf und Laststeuerung auf dem Regelleistungsmarkt im Jahre 2011 etwa 24 000 Euro. Das größte Einsparpotenzial, das man mit einer einzelnen Steuerungsmaßnahme (Dauer 1 Stunde, 1 388 Kunden) erzielen konnte, betrug über 1 500 Euro. In der Abbildung 24 wird deutlich, dass mit mehreren Laststeuerungsmaßnahmen mehrere Hunderte Euro eingespart werden konnten. Das durchschnittliche Potenzial betrug ca. 18,40 Euro. Insgesamt wurden 1 280 Steuerungsmaßahmen 2011 durchgeführt. Im Verhältnis zu der Anzahl der Kunden wurden etwa 17 Euro Einsparungen pro Kunde erzielt. Das wirtschaftliche Potenzial ist dadurch deutlich höher im Vergleich zum Nord Pool-Markt oder zum Bilanzmanagement des Händlers. In der Praxis ist es aber auch hier schwieriger, das ganze Potenzial hundertprozentig zu nutzen, weil es bedeuten würde, dass der Händler die Laststeuerung rechtzeitig, basierend auf Verbrauchs- und Preisprognosen, beginnt und plant. Um das tatsächliche wirtschaftliche Potenzial genauer zu schätzen, haben Järventausta et al. zudem den Einfluss der Angebotsstrategie betrachtet. Es handelt sich hierbei um eine stark vereinfachte Angebotsstrategie, mit der man voraussichtlich nicht so großes wirtschaftliches Potenzial erzielen kann, wie in obiger Abbildung 24 dargestellt.[207]

[207] Järventausta et al. (2015)

Angebotspreis, Lastabwurf [€/MWh]	tatsächlicher Ertrag aus dem Lastabwurf [€]	durch die Spätspitze verursachte Kosten [€]	erzielter Gewinn [€]	Steuerungsmaßnahmen [Menge in Stk.]
10	109.605	-94.723	14.881	1.945
20	109.784	-94.955	14.828	1.938
30	109.661	-95.148	14.513	1.309
40	106.084	-92.583	13.502	1.172
50	98.323	-59.985	11.988	868
60	69.542	-62.120	7.422	616
70	22.839	-19.953	2.885	215
80	6.349	-8.340	-1.991	89
90	5.356	-5.349	6	43
100	4.262	-4.199	63	23
150	3.592	-3.293	300	13
200	3.114	-2.881	233	7
300	2.397	-2.274	123	2

Tab. 14: Rentabilität durch diverse Angebotspreise auf dem Regelleistungsmarkt (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden)[208]

In der Tabelle 12 sieht man deutlich, wie der Gesamtgewinn nicht proportional zur Anzahl der Steuerungsmaßnahmen steigt. Der maximale Gewinn hier beträgt knapp 15 000 Euro. Der Gesamtgewinn hängt wesentlich von den durch die Spätspitze verursachten Kosten sowie vom Zeitpunkt der Laststeuerung ab. Generell wächst der Gesamtgewinn, wenn der Angebotspreis niedriger und die Anzahl von Steuerungsmaßnahmen höher ist. Beträgt der Angebotspreis 80, 90 oder 100 €/MWh, ergibt sich ein klarer Wandel. Wichtig ist es anzumerken, dass, wenn der Angebotspreis 80 €/MWh beträgt, anstatt Gewinn lediglich Kosten entstehen. Der Grund dafür ist, dass durch die vielen Steuerungsmaßnahmen die Zeiträume schlecht verwaltet werden können. Mit anderen Worten finden viele Steuerungsmaßnahmen zu dem Zeitpunkt statt, wenn der Regelleistungspreis kleiner als der Verbraucherpreis in der folgenden Spätspitzenstunde ist. So werden die Kosten für den Strom höher, mit welchen der Bilanzfehler abgedeckt werden muss. Der Zeitpunkt spielt dementsprechend eine zentrale Rolle auf dem Regelleistungsmarkt. In der Praxis
ist die optimale Zeitverwaltung aufgrund der Unsicherheit der Strompreise und des -verbrauchs herausfordernd, wie in Abbildung 29 dargestellt.[209]



[208] Järventausta et al. (2015)
[209] Järventausta et al. (2015)

Abb. 29: Einfluss des Angebotspreises und des Zeitpunkts auf die Gewinngenerierung[210]

In der Abbildung 30 betrachten Järventausta et al. das wirtschaftliche Potenzial der frequenzgeregelten Störungsreserve. Der wichtigste Unterschied im Vergleich zu den anderen in diesem Kapitel beschriebenen Marktplätzen ist, dass die Steuerungsmaßnahmen angemessen kurz sind. Dadurch ist auch die Spätspitze kleiner und kürzer. Die Kalkulation geht davon aus, dass die Spätspitzen in der gleichen Stunde wie die Steuerung stattfinden. In anderen Worten dauert auch die Gesamtbegrenzung der Laststeuerung nur eine Stunde.

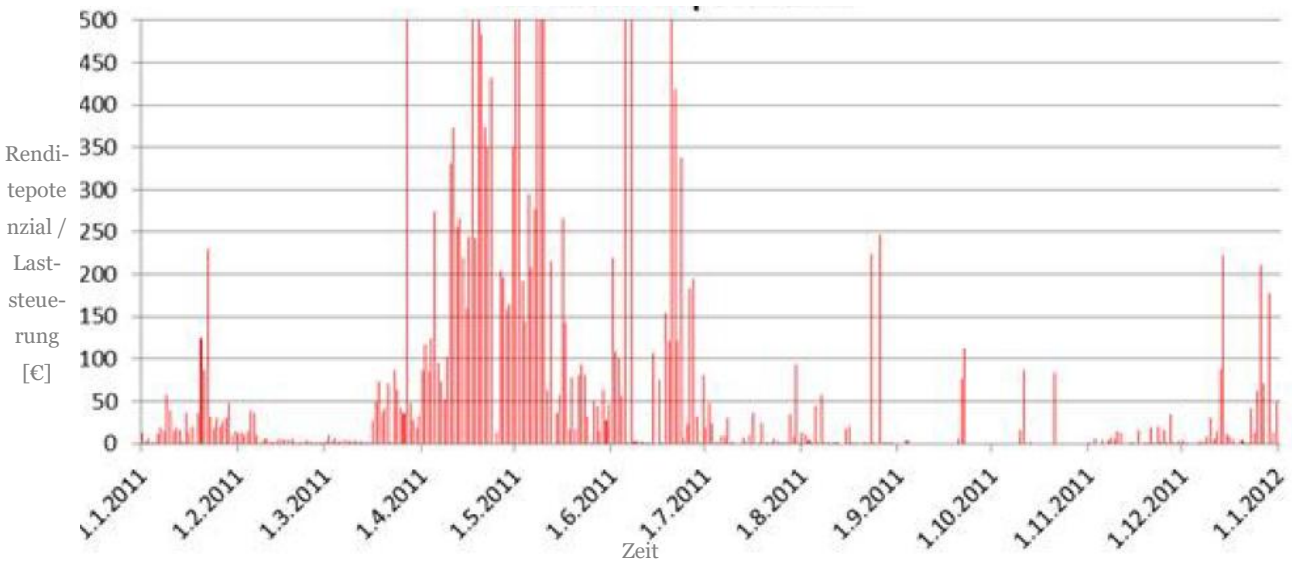


Abb. 30: Das theoretische wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden)[211]

Das theoretische, wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt betrug sogar ca. 60 000 Euro 2011. Das größte Einsparpotenzial, das mit einer einzelnen Steuerungsmaßnahme (Dauer 1 Stunde, 1 388 Kunden) erzielt werden konnte, betrug laut Angaben von Järventausta et al. über 1 300 Euro. Das durchschnittliche Potenzial betrug ca. 50 Euro. Insgesamt wurden 1 204 Steuerungsmaßnahmen im Jahr 2011 durchgeführt. Im Verhältnis zu der Anzahl der Kunden wurden etwa 43 Euro Einsparungen pro Kunde erzielt. Das wirtschaftliche Potenzial ist dadurch wesentlich höher, im Vergleich zu den anderen Marktplätzen in der Untersuchung. Gründe dafür sind das höhere Preisniveau auf dem Markt sowie der geringere Einfluss der Spätspitze auf die Bilanz. Auch an dieser Stelle wird jedoch angenommen, dass der Händler die optimalen Steuerungsstunden auf Basis der Verbrauchs- und Preisprognosen vorhersagen und die Laststeuerung dementsprechend planen kann.[212]

[210] Järventausta et al. (2015)
[211] Järventausta et al. (2015)
[212] Järventausta et al. (2015)

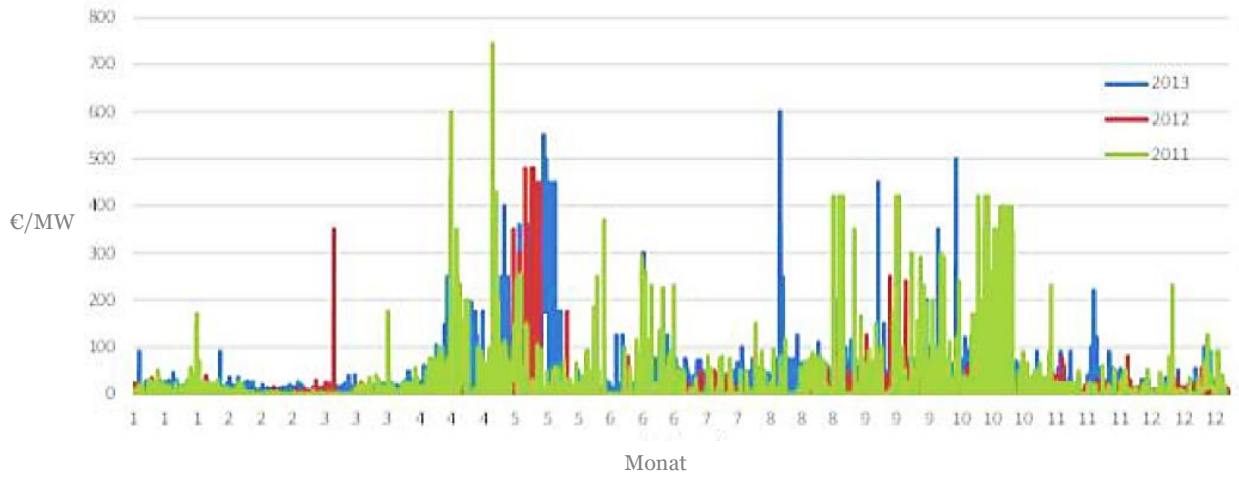


Abb. 31: Preis der frequenzgeregelten Störungsreserve in 2011, 2012 und 2013 (Stundenmarkt)[213]

In der folgenden Abbildung 32 werden die monatlichen theoretischen Erträge betrachtet, wenn man Lasten in Höhe von 1 MW für jede Verbrauchsstunde auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt zwischen 2011–2013 angeboten hätte. Wie in der Abb. 31 veranschaulicht wird, wären die Erträge in Finnland im Herbst und Frühjahr am höchsten und während der Heizungsperiode niedriger.[214]

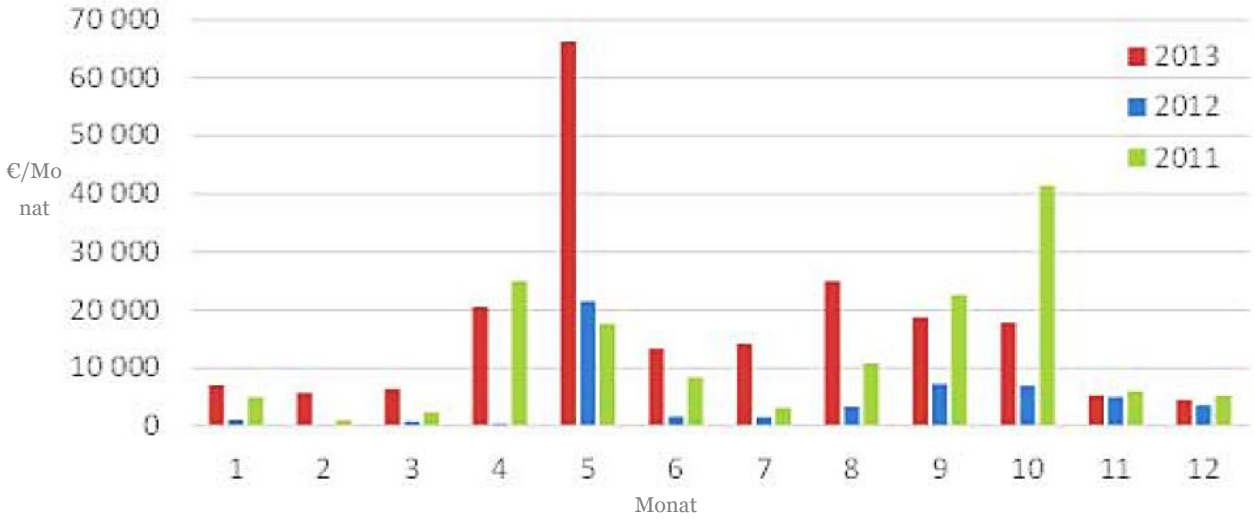


Abb. 32: Monatliches Gewinnpotenzial mit 1 MW-Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt 2011–2013[215]

Bezüglich der Laststeuerung ist die Speicherheizung auch besonders interessant, da die Lasten schon steuerbar sind und deren Aus- und Einschalten vorhersehbar ist. In der folgenden Abbildung 33 sind die Ertragserwartungen des Reservemarkts in Nacht- und Tagzeitraum eingeteilt. Als Nachtzeit versteht man hier den Zeitraum zwischen 22–06 Uhr.[216]

[213] Järventausta et al. (2015)
[214] Järventausta et al. (2015)
[215] Järventausta et al. (2015)
[216] Järventausta et al. (2015)

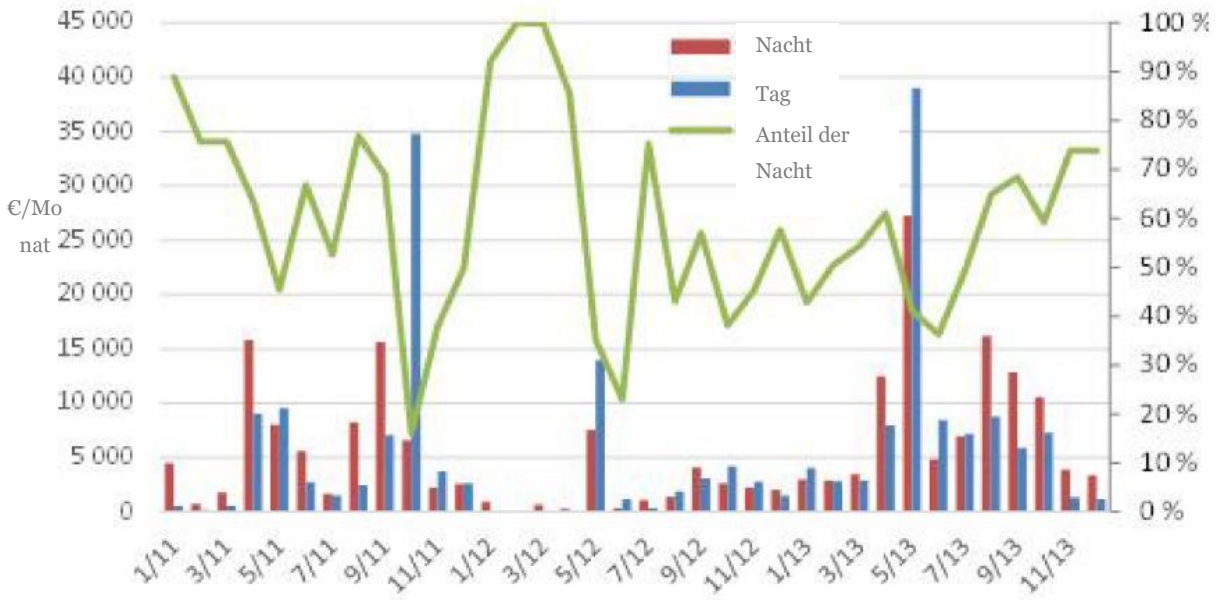


Abb. 33: Monatliches Gewinnpotenzial mit 1 MW-Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt 2011–2013 / Speicherheizung eingeteilt in Nacht- und Tageszeiten sowie Anteil der Nachtzeit am Gesamtertrag[217]

Es soll angemerkt werden, dass die in diesem Kapitel beschriebenen Kalkulationen von Järventausta et al. theoretische Werte darstellen, die mit diversen Herausforderungen in der Praxis verbunden sind. In der Realität kann es gut möglich sein, dass das wirtschaftliche Potenzial auf dem Nord Pool-Markt am einfachsten zu erschließen ist, da die Nord Pool-Preise für den kommenden Tag in der finnischen Zeit schon ca. um 14 Uhr am Vortag veröffentlicht werden. Die Preise auf den anderen Marktplätzen werden erst nach der Leistungsstunde bekanntgegeben. Die präzise Vorhersage von Stromverbrauch und -preisen ist dementsprechend die Voraussetzung für die Bestimmung des optimalen Zeitpunkts der Laststeuerung. Diese Unsicherheiten berücksichtigen zu können, ist eine Grundvoraussetzung für den wirtschaftlich rentablen Stromhandel sowie die Laststeuerung und kann mit Hilfe von verschiedenen Angebotsstrategien und Risikomanagementmethoden realisiert werden. Die folgende Tabelle 13 fasst das wirtschaftliche Potenzial auf den untersuchten Marktplätzen zusammen.[218]

	Nord Pool-Markt	Bilanzmanagement	Regelleistung (Lastabwurf)	Regelleistung (vereinfachte Angebotsstrategie)	frequenzgeregelte Störungsreserve (Stundenmarkt)
durch Laststeuerung erzieltes Gesamtein-sparpotenzial [€]	3.488	11.702	23.499	15.513	59.998
Anzahl von Steue-rungsmaßnahmen [Menge in Stk.]	1.232	1.607	1.280	1.309	1.204
Durchschnittlicher Ertrag/Steuerung [€]	2.8	7.3	18.4	11.1	49.8
Maximaler Er-trag/Steuerung [€]	45	524	1.502	1.766	1.337
Durchschnittlicher Ertrag/Kunde [€]	2.5	8.4	16.9	10.5	43.2

Tab. 15: Zusammenfassung des wirtschaftlichen Potenzials auf den diversen Marktplätzen[219]

[217] Järventausta et al. (2015)
[218] Järventausta et al. (2015)
[219] Järventausta et al. (2015)

Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Elektroautos in Zukunft auch wichtige Steuerungspotenziale in Finnland darstellen und die Steuerungskapazität, d.h. die Lastenmengen, beeinflussen und dadurch auch das wirtschaftliche Potenzial verbessern. Nicht nur die Schwankungen der Preise bzw. hohe Strompreise haben eine positive Auswirkung auf das wirtschaftliche Potenzial. Darüber hinaus ist das wirtschaftliche Potenzial immer dann größer, wenn die Laststeuerungskapazität hoch ist, d.h. Lastressourcen stehen zur Verfügung, wenn die Lastressourcen flexibel und in Echtzeit gesteuert werden können. Auch wird sich das wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung in Zukunft durch den Einsatz von Power-to-Gas- und Power-to-Hydrogen-Anlagen verbessern, da sie als Langfristspeicher funktionieren können und die Vorhersehbarkeit der Laststeuerung verbessern. Wie in anderen Ländern sind diese Technologien auch in Finnland noch nicht rentabel, jedoch investieren diverse Forschungsinstitute und Unternehmen in Finnland bereits in die Forschung und Entwicklung dieser Technologien. Die technische Universität von Lappeenranta sowie VTT, das technische Forschungszentrum Finnlands, haben in die Entwicklung von verschiedenen Power-to-X-Lösungen im Rahmen eines sog. Soletair-Pilotprojektes investiert. Daneben planen auch das finnische Chemieunternehmen Kemira, der finnische Gaskonzern Gasum im Wirtschaftssektor sowie die Stadt Lappeenranta eine erste Methan-Produktionsanlage in Joutseno, Südostfinnland.[220]

3.3 Nutzung von Smart Grid-Lösungen in Finnland

Das finnische Stromsystem sowie die LTE-Netze zählen zu den führenden Systemen in Europa und sogar auf globaler Ebene. Das vorherrschende kalte Wetter, große Distanzen zwischen den Städten und eine große Anzahl von Freileitungsnetzen im Mittelspannungsbereich müssen in Finnland als Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Finnland waren aus diesen Gründen vornehmlich auf die Weiterentwicklung der Verteilungsnetze ausgerichtet, weshalb sich vor allem auf dieser Ebene Anbieter innovativer Lösungen etabliert haben. Aufgrund der Smart Grid-Funktionen in der existierenden Infrastruktur wird es häufig als Smart Grid 1.0 bezeichnet. Vielen Experten nach könnte es allerdings auch als Smart Grid 2.0 bezeichnet werden: Unter anderem haben finnische Verteilernetzbetreiber schon früh heimische Lösungen in ihre Netze integriert, die den Einsatz einer Vielzahl von neuen Smart Grid-Applikationen und -Lösungen ermöglichen. In Finnland sind es vor allem die Verteilnetzbetreiber, die für den Einbau, den Betrieb sowie die Wartung von Messeinrichtungen und Messsystemen wie Zähler, Gateways, Kommunikations- und Steuereinrichtungen zuständig sind. Finnland ist Wegbereiter in der Implementierung von Smart Meters und AMR (Automatic Meter Reading)-Systemen und eines der ersten Länder, welches die Zählerfernablesung adaptierte. Die Zählerfernablesung resultiert in verbesserten Informationen über die Energienutzung von Kunden, einem optimierten Lastprofil, der Rechnungserstellung in Echtzeit, der Zählerfernüberwachung sowie einer erhöhten Effizienz des Practical Meter Reading. Das fortschrittliche finnische Ökosystem bietet auch ein ideales Testumfeld für ausländische Serviceanbieter und Betreiber von virtuellen Kraftwerken.[221]

Ein wichtiger Bestandteil des finnischen Energiesystems ist eine fortgeschrittene Distribution Automation (ADA). Da Finnland eines der am spärlichsten besiedelten Länder Europas ist, bestand die Notwendigkeit zur Automatisierung der Strukturen, soweit dies möglich war. Beispiele hierfür sind u.a. die weitverbeitete Nutzung von Geräten zur Automatisierung, wie intelligente Schutzrelais in Umspannstationen, Verbrauchs- und Kostenkontrollsysteme, ferngesteuerte Umschalter und Verteilnetz-Management-Systeme. Auf der Ebene der Informationstechnik haben sich das Verteilnetz-Management-System via SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) und DMS (Distribution Managment System) und die Nutzung von NIS (Network Information System) stark weiterentwickelt. Als Teil von NIS wurde zum Beispiel die Entwicklung von stündlich aufgeladenen Profilen für die Kunden umgesetzt, um die Netzwerkberechnung und -planung zu unterstützen. Die Anwendungsbereiche der fortgeschrittenen Netzwerkautomation beinhalten u.a. die präzise Fehlerstelle, die Fehleranalyse und den Wiederherstellungsservice für verbesserte Zuverlässigkeit und eine optimierte Netzwerkstruktur.[222]

In den meisten mit Strom geheizten Einfamilien- und Reihenhäusern basieren die Anschlüsse auf dem in Finnland typischen „SLY-Anschluss“. Dank dieser Anschlussstandards sind einheitliche Schaltanlagen für Elektroheizungsobjekte in Finnland weit verbreitet und ermöglichen eine sehr effiziente Steuerung mit AMR-Geräten. In den Reihenhäusern stellen die jeweiligen Steuerungsdaten der einzelnen Wohnungen eine Herausforderung für eine effi-

[220] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027; Järventausta et al. (2015); Sähköinenliikenne.fi (2017)
[221] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“; Invest in Finland (2016): Market Opportunities in Smart Grid Sector in Finland
[222] Invest in Finland (2016): Market Opportunities in Smart Grid Sector in Finland

ziente Laststeuerung dar. In den letzten Jahren haben auch die diversen HEMS-Systeme, Gebäudeautomations- und Energiemanagementsysteme in Einfamilien- und Reihenhäusern, etwas zugenommen, wobei die Nutzung dieser Systeme immer noch marginal ist. Die installierten Systeme basieren häufig auf dem KNX-Standard. Bis 2013 hatten 8 % der Einfamilien- und Reihenhäuser ein standardisiertes KNX-System. Auch das EBTS-Gebäudemanagementsystem gewinnt vermehrt an Beliebtheit und ermöglicht eine verbesserte Laststeuerung.[223]

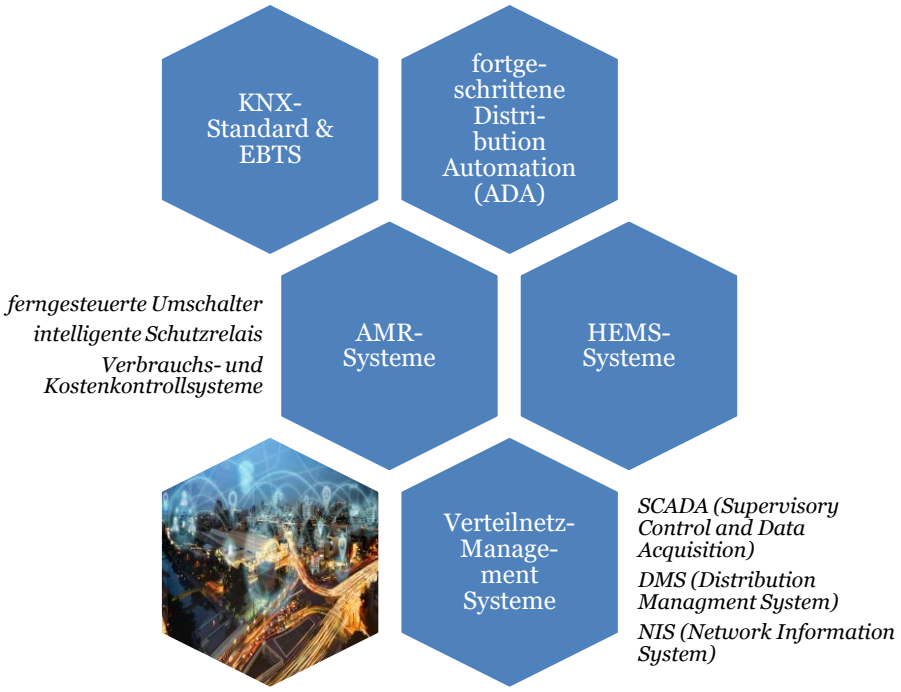


Abb. 34: Smart Grid-Lösungen in Finnland

Viele der eingesetzten Stromzähler sind zum jetzigen Zeitpunkt veraltet. Die Erneuerung der Zähler bietet Geschäftsmöglichkeiten für Technologieanbieter und andere Unternehmen dieser Branche. Zum Beispiel hat der finnische Netzbetreiber Elenia im Jahr 2017 ein Pilotprojekt gestartet, um die neuen, intelligenten Zähler in Finnland zu testen. Das Unternehmen installiert seit 2017 insgesamt 30 000 neue Zähler für seine Kunden in verschiedenen Teilen Finnlands (Zentralfinnland, Häme, Pirkanmaa). Dies ermöglicht auch den Technologieanbietern und Netzbetreibern, die neusten Technologien zu testen. Außerdem findet man vieles, von der Verbesserung von Dienstleistungen über innovative Energien bis hin zu neuen IT-Lösungen, wonach noch vermehrt Bedarf auf dem finnischen Markt besteht. Zudem ist die Realisierung einer wirtschaftlich umsetzbaren Energiespeicherung eine der größten Herausforderungen auf dem jetzigen Markt. In Finnland gibt es auch noch kaum Aggregator, oder Dienstleister, die zum Beispiel Direktvermarktung und Services im Bereich der virtuellen Kraftwerke anbieten.[224]

4. Bestehende und geplante Projekte in Finnland

Für die intelligente Stromnetztechnologie bietet Finnland eine ausgezeichnete Forschungs-, Entwicklungs-, und Testumgebung: starke IKT- und Energiesektoren, hochqualifiziertes Fachpersonal in vielen Teilgebieten und ein Stromsystem, das sich schon durch Smart Grid 2.0-Faktoren kennzeichnen lässt, haben dazu geführt, dass in Finnland auch zahlreiche Pilotprojekte vorhanden bzw. in Planung sind. Im Folgenden werden relevante Projekte zum Themenbereich Smart Grids aufgeführt.[225] Die Beteiligung an solchen Projekten ist aufgrund der möglichen Zu-

[223] Järventausta et al. (2015); SLY, Suomen Sähkölaitosyhdistys ry (1992)
[224] Elenia (2017); YLE (2017)
[225] Invest in Finland (2016): Smart grid project catalogue 2016

sammenarbeit mit künftigen Geschäftspartnern, der Bildung einer zielmarktspezifischen Referenz und projektbezogenen Förderungen gerade im Hinblick auf den Entwicklungsstand des Marktes von besonderer Wertigkeit.

Projekt	PV	Netzautomation	EV-Integration	Intelligente Stromzähler	Windenergie	Laststeuerung	Speichereinheiten	HEMS	Smart City		der Kunde	Dezentralisierte Energieerzeugung	Niederspannung	Mittelspannung	Hochspannung	Erzeugung
Sundom Smart Grid Pilot	x	x		x	x			x			x	x	x	x		
Tampere Smart Grid Projekt		x		x					x			x	x	x		
Pusula Umspannwerk-projekt		x												x		
Masala Umspannwerk-projekt		x												x		
Pinsiö Umspannwerk-projekt		x												x		
e-Gotham Fernwärme-Mikrogrid				x		x		x	x		x	x				
Suomenniemi LVDC-Pilotprojekt		x		x			x					x	x			
Kylmäkoski LVDC-Pilotprojekt		x		x			x					x	x			
Fortum Stromspeicher-pilot							x						x	x	x	
Suvilahti Stromspei-cherpilot		x				x	x						x	x	x	x
Suvilahti und Kivikko Solarkraftwerke		x							x		x	x				
Åland Smart Energy Plattform	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x
Smart Kalasatama	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Finnoo - der neue, grü-ne, maritime Stadtteil		x		x				x	x		x	x	x	x		
Viikki - umweltfreundli-ches Bürogebäude	x		x		x	x	x	x	x		x	x	x			
Wohngebiet Skanssi-Turku	x			x			x	x	x		x	x	x			x
EEPOS Demonstrati-onsprojekt				x		x		x	x		x	x				
RESCA Ou-lu/Hiukkavaara	x			x		x		x	x		x	x				
Wasa Station Event Centre	x			x		x	x				x	x				
Pilotprojekt	x			x				x	x		x	x	x			

Projekt	PV	Netzautomation	EV-Integration	Intelligente Stromzähler	Windenergie	Laststeuerung	Speichereinheiten	HEMS	Smart City		der Kunde	Dezentralisierte Energieerzeugung	Niederspannung	Mittelspannung	Hochspannung	Erzeugung
Östersundom Smart&Clean																
Jyväskylä Kangas	x			x	x	x		x			x	x				
Ilmastokatu Climate Streets	x	x		x		x		x	x		x	x	x			
Fingrid Datahub		x		x		x					x	x	x	x	x	x
VIRPA - Virtual Service Platform	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x			x

Tab. 16: Zusammenfassung von Projekten und den Technologien

4.1 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Netztechnologien

➢ Case: Sundom Smart Grid-Pilot

Das Sundom Smart Grid-Pilotprojekt will die Beförderung von Elektrizität zuverlässiger gestalten und die Vorbedingungen für den Gebrauch von Solar- und Windenergie in den lokalen Haushalten etablieren. Mit diesem Pilotprojekt testet das finnische Unternehmen ABB die neueste, automatische Störungsmanagement-Technologie. Eines der Hauptmerkmale ist das Erdschluss-Management, welches an Bedeutung gewinnt, da Untergrundkabel an Boden gewinnen. Ein weiteres Ziel ist es, Lösungen zu erstellen, die die Produktion von erneuerbaren Energien (zum Beispiel Wind- und Solarenergie) in dem Areal voranbringen.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Bewährte Praxiserfahrung durch Testumgebung • Starke Kommunikationsinfrastruktur • Vorhandene Maßnahmen zum Sammeln und Verteilen von Daten	• Services basierend auf Energiedaten • Testen der Zählwerterfassung sowie der Fernüberwachung	• Eine auf Glasfaserkabeln aufgebaute Kommunikation

Zahlen und Fakten	
Ort:	Vaasa, Finnland
Zeitraum:	6/2014–4/2016
Partner:	ABB, Anvia, Universityof Vaasa, Vaasan Sähköverkko, Vaasan Sähkö, Merinova
Finanzierung:	Tekes INKA-Programm
Investitionsvolumen:	0,6 Mio. €
Schlüsseltechnologien	PV, intelligente Zähler, Netzautomation, Windkraft, Gebäudeautomation

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://energyvaasa.vaasanseutu.fi/sundom-smartgrid/

➢ Case: Tampere Smart Grid-Projekt

Das Ziel des Projektes ist es, die aktuellsten Smart Grid-Technologien zu nutzen, um die Fehlerlokalisierung zu verbessern und präventiv gegen Ausfälle im Stadtzentrum von Tampere in Südfinnland vorzugehen. Es werden 1 500 sekundäre Umspannstationen im Mittelspannungsnetz betrieben. Ziel ist es, 200 Stationen mit intelligenter Automatisierung aufzurüsten. Dieses Pilotprojekt wird die technische und ökonomische Basis bilden, um vorhandene Stationen zu verbessern.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Weitereichend im Stadtzentrum installierte und automatisierte Sekundär-Umspannstationen • Nutzung von erweiterten Sensoren u.a. für elektrische Messungen und darüber hinaus • Automatisierte Fehlereingrenzung und Fernsteuerung	• Distribution, Automation unter Kommunikationsverwendung • Entwicklung von Monitoring der Konditionen	• Intelligente sekundäre Umspannstationen • Zustandsüberwachung für mögliche Überlastungen und andere Vorkommnisse in Echtzeit • Verbesserte Fehlerlokalisierung und Service-Wiederherstellung

Zahlen und Fakten	
Ort:	Tampere, Finnland
Zeitraum:	ab 2014
Partner:	ABB, Tampereen Sähköverkko
Schlüsseltechnologien	Intelligente Zähler, Smart City, Netzautomation

Weitere Informationen und Details zum Projekt:
http://www.abb.com/cawp/seitp202/2bf9a7d1cacb1d30c1257ca90029b651.aspx

- **Case: Pusula Umspannwerkprojekt**

Die Ziele dieses Projektes sind es, die Ausfallzeiten durch präzise Kalkulation der Entfernungen von Fehlerstellen zu reduzieren sowie die benötigte Zeit für die Fehleranalyse signifikant zu reduzieren. Dies soll durch die Anwendung des ABB Zone-Konzeptes bewerkstelligt werden. Mehr als 200 künstliche Störungstests wurden an beiden Pilot-Standorten durchgeführt. Software-Algorithmen waren in der Lage, die Entfernungen der Fehlerstellen mit einer Fehlerspanne von weniger als 10% zu kalkulieren. Die Tests zeigen, dass die Fehlerzählgeräte adäquat arbeiten.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Ineinandergreifende Versuchsabläufe zwischen Haupt- und Schaltanlage • Lokalisierung von Erdschlusskompensation in Netzwerken • Prüfungen des Ringbetriebs	• Fehlerlokalisierung und Erkennungsentwicklung • Nutzung von Fehler- und Störungsdaten	• Die Kalkulation der Entfernungen von Fehlerstellen ist die zentralisierte Lösung mit den Netz-Automatisierungskontrollen in der Hauptanlage. Hinzu kommen die Anlagenkontrolle und Steuerrelais. • Die Nutzung von drei verschiedenen Arten von Fehlerzählgeräten im DMS dient dazu, die Fehlerstelle zu korrigieren, sofern die Distanzkalkulation mehrere Standorte aufweist. Das DMS ist auch in der Lage, nur die Fehlerindikatoren zu nutzen, falls Distanzinformationen nicht verfügbar sind.

Zahlen und Fakten	
Ort:	Pusula, Finnland
Zeitraum:	2010–2015
Partner:	ABB, Caruna
Finanzierung:	Tekes SGEM-Programm
Schlüsseltechnologien	Netzautomation

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://new.abb.com/grid/stronger-smarter-greener/digital-grid

➢ Case: Masala Umspannwerkprojekt

Die Ziele dieses Projektes beinhalten integrierte Grid-Automatisierung und die Automatisierung von Umspannstationen. Somit können die meisten Störfälle lokalisiert und isoliert werden, um den Strom schneller für den Betrieb des Grids wiederherzustellen. Zuvor war es nicht möglich, Erdschlusskompensationen in isolierten Netzwerken zu lokalisieren. Stattdessen war eine Lokalisierung nur durch manuelles Prüfen der Sektionen möglich. Die Feldtests zeigen, dass das neue System Fehler mit einer Wahrscheinlichkeit von fast 100% erkennt.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Lokalisierung von Erdschlusskompensation in einem isolierten Netzwerk • Lokalisierung von kurzzeitigen Störungen	• Weitere Schritte in Richtung selbstregenerierende Grids	• Die neusten Fehlererkennungstechniken • Drahtlose Kommunikation für die Grid-Automatisierung • Umfassende durchgeführte Feldtests

Zahlen und Fakten	
Ort:	Masala, Finnland
Zeitraum:	2010–2015
Partner:	ABB, Caruna
Finanzierung:	Tekes SGEM-Programm
Schlüsseltechnologien	Netzautomation

Weitere Informationen und Details zum Projekt:
http://www.abb.fi/cawp/seitp202/f1391859d0064e13c1257b4700343032.aspx?_ga=1.115013765.305530590.1465801152

➢ Case: Pinsiö Umspannwerkprojekt

Das Projekt zielt auf die Fernüberwachung von - und Sicherheitssysteme für primäre Umspannstationen ab. Zugriffskontrollen, Überwachung und Diebstahlsicherung sind als Remote-Service völlig automatisiert nutzbar. Diese Lösung ermöglicht effiziente Maßnahmen für die Fernüberwachung der Umspannstationen, von der Betriebszentrale aus. Zusätzlich verbessert dies die Sicherheit der Umspannstationen. Weiterhin wird die Anzahl der Servicestörungen reduziert, was mit einer besseren Versorgungszuverlässigkeit einhergeht.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Überwachung von mehreren unbemannten Stationen von nur einer Betriebszentrale aus • Kombination verschiedener Sensor- und Überwachungsinformationen, zum Beispiel: Video, Wetter, Sicherheitssensoren etc.	• Entwickeln und Testen von Konzepten für unbesetzte Umspannstationen • Entwicklung neuer Applikationen für effizientere Umspannstationen	• Komplett steuerbar über Remote-Verbindung und Fernüberwachung • User Access Management System • Video, Autokennzeichenidentifizierung, mit Sensoren ausgestattete Sicherheitszäune, Wetterstation, Remote-Sprachverbindung etc., alles in einer Lösung kombiniert

Zahlen und Fakten	
Ort:	Nokia, Finnland
Zeitraum:	ab 2012
Partner:	AGT International, Emtele, Elenia
Schlüsseltechnologien	Netzautomation

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://emtele.com/enemmanarvoa/

➢ Case: e-Gotham Fernwärme-Mikrogrid

Dieses Projekt konzentriert sich auf die Heizungs- und Klimatechnik von öffentlichen Gebäuden. Es wurde ein Micro-Grid-Vorgehen entwickelt, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu optimieren. Bewerkstelligt wurde dies durch Modelling und drahtlose Sensoren. e-Gotham zielt sowohl darauf ab, ein neues, aggregiertes Energie-Bedarfs-Modell durch erhöhte Managementeffizienz und durch Steigern des Bewusstseins für den Energieverbrauch zu implementieren als auch die Entwicklung eines zukunftsorientierten Marktes für energieeffiziente Technologien mit neuen Geschäftsmodellen anzukurbeln.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Validierte Daten zum Verhalten der Fernwärmenutzung unter verschiedenen Bedingungen • Optimierter Betrieb des lokalen Strom- und Heizkraftwerkes	• Erstellung von Lösungsansätzen für Heiz- und Gebäudeautomatisierung • Plattform für Serviceentwicklung	• Ein umfassendes Messsystem wurde für das lokale Fernwärmenetz entwickelt • Ein System zur Belastungseinschätzung wurde entwickelt und implementiert. Dieses System ist in der Lage, sowohl historische Daten als auch Wettervorhersagen zu verarbeiten • Lokale Regler wurden im Pilotgebiet entwickelt und installiert • Eine Vertriebsplattform und die dazugehörigen Benutzeroberflächen wurden entwickelt und demonstriert

Zahlen und Fakten	
Ort:	Ylivieska, Finnland
Zeitraum:	2012–2015
Partner:	Centria, Herrfors, Gemeinde Ylivieska, OUMAN
Finanzierung:	EU Artemis JU
Schlüsseltechnologien	Netzautomation, intelligente AMR-Systeme, Speicherung

Weitere Informationen und Details zum Projekt: www.elenia.fi und per E-Mail: tomi.hakala@elenia.fi

➢ Case: Suomenniemi LVDC-Pilotprojekt (Niederspannungs-Gleichstromnetze)

Das LVDC-Pilotprojekt will eine Testumgebung mit realen Kunden bereitstellen, um LVDC- und Smart Grid-Technologie zu verifizieren. Im Gegensatz zum Laboraufbau bietet der Standort tatsächliche Endkunden und ist in einer realen Netzwerkumgebung implementiert. Der Standort zielt auf ein LVDC-Microgrid ab, das in der Lage ist, sowohl den Energiefluss im LVDC-Netzwerk als auch den Energieverbrauch eines unterstützenden Mittelspan-

nungsnetzes zu optimieren. Das System läuft bereits seit über 1 500 Stunden 24/7 ohne Beschwerden seitens der Kunden.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Testumgebung für LVDC-Distributionsstudien • Sammeln von Erfahrungen der Wechselstromversorgung der Endkunden	• Das Testen von DC-Equipment unter realen Bedingungen • Tests unter kalten Klimabedingungen	• Stromrichter, DC-Kabel, Wechselrichter auf Kundenebene • Öffentliches Elektrizitätsnetzwerk, versorgt 4 Kunden • 750 V (+/-) Erdleitung -> 1500 V DC-Spannungsebene • Speicherkondensatoren ebnen netzseitige AC-Störungen • Integriertes, auf Batterien basierendes Energiespeicherungssystem • Ein auf IP-basierendes ICT-Managementsystem • Web-Portal für Kontroll- und Steuerungsfunktionen

Zahlen und Fakten	
Ort:	Suomenniemi, Finnland
Zeitraum:	ab 2012
Partner:	Suur-Savon sähkö, Järvi-Suomen Energia, Lappeenranta University of Technology
Finanzierung:	TEKES
Schlüsseltechnologien	Netzautomation, intelligente AMR-Systeme, Speicherung

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://www.lut.fi/web/en/lvdc-projects/pilot-sites-and-demos und per E-Mail: pasi.nuutinen@lut.fi

➢ Case: Kylmäkoski LVDC-Pilotprojekt (Niederspannungs-Gleichstromnetze)

Das LVDC-Pilotprogramm versorgt zwei Kunden durch die DC-Verteilerleitung. Ziel ist es, LVDC-Technologien unter realen Bedingungen zu testen. Die LVDC-Verteilung ist eine vielversprechende Lösung für die Erneuerung von MV-Abzweigleitungen. Die Vorteile sind größere Übertragungskapazitäten bei Niedrigspannung und Verbesserungen in der Zuverlässigkeit, Spannungsqualität und Kosteneffektivität. Die Implementierungen des Pilotprojektes beweisen technische Nachhaltigkeit des LVDC-Systems als Teil des Verteilernetzwerks.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Ermöglicht LVDC-Verteilerstudien • Sammelt Erfahrungen der Wechselstromversorgung der Endkunden	• Das Testen von DC-Technologien und Equipment	• Ein 60 kVA Stromrichter befindet sich an einem 20/0,4-kV-Verteilertransformator • 750 V DC-Leitung mit einer Länge von 550 m • DC/AC 400 V Wechselrichter auf Kundenebene • Kontroll- und Steuerungsfunktionen via 3G-Mobilfunkverbindung • Remote Service Plattform für Kontroll- und Steuerungszwecke

Zahlen und Fakten	
Ort:	Kylmäkoski, Finnland
Zeitraum:	ab 2014
Partner:	Elenia, ABB
Schlüsseltechnologien	Netzautomation, intelligente AMR-Systeme, Speicherung

Weitere Informationen und Details zum Projekt: www.elenia.fi und per E-Mail: tomi.hakala@elenia.fi

4.2 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Komponente

➢ Case: Fortum Stromspeicherpilot

Ziel dieses Projektes ist es, die Nachhaltigkeit von Batterien zu studieren, die zur Speicherung von Elektrizität genutzt werden, um ein Energiegleichgewicht im Elektrizitätssystem zu bewerkstelligen. Die Nachforschungen werden außerdem neue Möglichkeiten der Stromspeicherung sowie der flexiblen Zwischenspeicherung von Elektrizität aufdecken. Das Batterieprojekt ist eine Erweiterung des Fortum-Pionierexperiments, das im März 2016

gestartet wurde und ein virtuelles Kraftwerk auf Basis von Nachfrageflexibilität darstellt, welches in Zusammenarbeit mit Kunden entstanden ist. Die Kapazität des Kraftwerks wird dem nationalen Netzunternehmen Fingrid angeboten, um eine kontinuierliche Energiebalance im Stromsystem zu gewährleisten.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Suomenoja ist eine ideale Testumgebung für das Pilotprojekt, da das Kraftwerk bereits eine, in industriellem Maßstab genutzte Wärmepumpstation in Betrieb genommen hat. Außerdem wird eine der größten Thermalbatterien Finnlands konstruiert.	• Geschäftsmodelle wurden erforscht, die zusammen mit Elektrizitätsspeichern entwickelt werden können. Diese sind auf Firmen und Kunden zugeschnitten.	• Das containerisierte Batteriesystem von Saft liefert eine Sollleistung von 2 Megawatt (MW) und 1 Megawattstunde (MWh) an Energiekapazität. Dieses System wird in Finnland an Fortums Suomenoja Kraftwerk installiert

Zahlen und Fakten	
Ort:	Espoo, Finnland
Zeitraum:	ab 2016
Partner:	Fortum, Saft
Schlüsseltechnologien	Speicherung

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://www3.fortum.com/media/2016/04/fortum-continues-its-virtual-power-plant-experiment-launch-biggest-nordic-electricity

➢ Case: Suvilahti Stromspeicherpilot

Das Suvilahti-Projekt ist ein Pilotprojekt zur Studie für die Verwendung von Batterien als Energiespeicher und neues Asset im effizienten Smart Grid-System. Es wird zu Studienzwecken verwendet und getestet, um folgende Fragen zu beantworten: wann es sich lohnt, die Batterie zu laden bzw. zu entladen und wer bereit ist, zur gegebenen Zeit dafür zu bezahlen und gemäß welcher Logik. Das Projekt ist Teil des Kalasatama Smart City-Projektes. Während des Projektes werden Daten gesammelt, um die Nutzbarkeit von elektrischen Speichern zu studieren. Ein zentrales Thema wird dabei sein, den Speicher einzusetzen, um die Bedarfslieferkette flexibler zu gestalten. Kern des Pilotprojektes ist es, zu lernen und zu verstehen, wie das System arbeitet und welche Marktpotenziale für diesen Piloten vorhanden sind.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Kann Elektrizität, die durch zwei Solarkraftwerke von Helen generiert wird, temporär speichern (340 kWp and 850 kWp) • Die Anlage wird Teil des Smart Grid der Zukunft	• Kommerzialisierung der Einsatzmöglichkeiten von Batteriespeichersystemen (in der zweiten Phase des Pilotprojekts)	• Output: 1,2 MW / Energiekapazität: 600 kWh. • Kontinuierliches Anpassen des Stroms und des Reservestroms an das Fingrid (national TSO) • Blindleistungsausgleich und Spitzendeckung an Helen Sähköverkko (regional DSO) • Zeitverschiebungen der Energie, um die Generierung der erneuerbaren Energien zu unterstützen. Die Batteriespeicher unterstützen Helens angrenzendes Solarkraftwerk in Suvilahti

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki, Finnland
Zeitraum:	ab 2016
Partner:	Fingrid, Helen
Investitionsvolumen:	2 Mio. €
Schlüsseltechnologien	Netzautomation, Laststeuerung, Speicherung

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://www.helen.fi/en/news/2016/electricity-storage-facility/

➢ Case: Suvilahti und Kivikko Solarkraftwerke

Es handelt sich um ein neues Konzept, um die Möglichkeiten der Solarenergie Privatkunden anzubieten. Kunden können dedizierte Solarpaneele erwerben und die produzierte Energie kaufen. Es gibt eine deutliche Nachfrage

nach Solarenergie. Mit diesem Konzept ist es jedem möglich, Solarenergie zu erzeugen, ohne eine erhebliche Erstinvestition aufwenden zu müssen. Die Energiekonzern Helen wird weiterhin dem Bedarf entsprechend in Solarenergie investieren. Das Unternehmen hat bereits angefangen, eine dritte Anlage zu bauen.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Ein neues Konzept, um Kunden, die in Apartments leben, zur Solarenergie zu bewegen • Weites Spektrum an gesammelten Messdaten	• Kunden- und Verbraucherengagement • Optimierung des Energieverbrauchs der Kunden	• Aufdach-PV Panelsysteme • Ausgangsleistung von 850 kWp (Kivikko) und 340 kWp (Suvilahti) • Jährliche Erzeugung von 700 MWh (Kivikko) und 275 MWh (Suvilahti) • Echtzeit-Überwachungssystem für Kunden

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki, Finnland
Zeitraum:	ab 2014
Partner:	Helen
Schlüsseltechnologien	PV, Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://www.helen.fi/en/customer-service/current-topics/Sun-where-the-sun-dont-shine/solar-power-plants/

4.3 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Smart Cities

➢ Case: Smart Kalasatama

In einem ehemaligen Hafengebiet wurde ein neues Wohngebiet für 18 000 Einwohner errichtet. Dieser neue Stadtteil der Stadt Helsinki soll als Pilotmodell für ein Smart Grid-Netz fungieren. Vor Ort sollen erneuerbare Energien Energie produzieren. Des Weiteren sollen eine E-Mobility-Infrastruktur, Energiespeichertechnologien, energieeffiziente Gebäudeautomation und Demand Response-Lösungen implementiert werden. Das Stromnetz wird von Helen Sähköverkko Oy gebaut. Im Entwicklungsprojekt sind zudem Helen, ABB, Mitox und Fingrid involviert.

Kalasatama stellt durch neue Automatisierungslösungen im Netzwerk, in Immobilien und vor allem durch Energiespeicher das Herzstück des Smart Grid dar.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Kalasatama ist ein „Living Lab“, ein Praxistest und ein Entwicklungslaboratorium für innovative Dienstleistungen • Das Projekt wird das Fundament neuer City-Dienstleistungen werden	• Start-Ups, Anwohner, KMU sowie Bildungseinrichtungen werden dazu ermutigt, neue und innovative Experimente zusammen mit größeren Stakeholdern anzugehen, wie zum Beispiel mit Immobilienentwicklern und den Städten/Kommunen.	• Hoch effiziente Methoden zur Energieerzeugung (CHP, dezentralisiert, erneuerbare Energien) • Öko-effiziente Bezirkskühlung • Suvilahti Solarkraftwerk • Energiespeicher • Ferngesteuertes Umspannwerk • Ringnetzwerk • Bereitschaft zur Bedarfsflexibilität in Gebäuden • Möglichkeiten für Ladestationen für Elektroautos

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki, Finnland
Zeitraum:	ab 2015
Partner:	Helen; ABB, Fingrid
Finanzierung:	6Aika-Programm von der Stadt Helsinki
Investitionsvolumen:	0,9 Mio. €
Schlüsseltechnologien	PV, Netzautomation, Elektroautos, intelligente Stromzähler, Laststeuerung, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://fiksukalasatama.fi/en

➢ Case: Viikki - Umweltfreundliches Bürogebäude

Das Ziel des Projektes ist die Planung eines Energiesparbüros. Das Gebäude ist mit dem Fernwärmenetz verbunden und verwendet Solarkraft sowie einen geringen Anteil an Windkraft zur Stromerzeugung. Im Rahmen des Eko-Stadtteilprojekts Viikki wird u.a. in dem dort vorhandenen Umwelthaus der Universität Helsinki und des

Umweltzentrums der Stadt Helsinki ein Batteriespeicher eingesetzt. Dieser von Siemens gelieferte Speicher wird u.a. die am Haus produzierte Solarenergie speichern, Lastenspitzen ausgleichen und intelligente Aufladung ermöglichen.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• in Gebäuden integrierte Systeme • Umfassend überwachte und gemessene Umgebung	• Plattform zur Optimierung von Energie auf Gebäudeebene; Solar- und Windproduktion, EV-Ladesysteme, Speichernutzung • Solarmobilität-Konzepte	• Energieeffizienz im ganzen Gebäude; von der Isolation und den Bauten bis hin zur Energienutzung- und Erzeugung • PV-Paneele und kleinere Windkraftanlagen sind in der Gebäudestruktur integriert • Integrierte Speichereinheit und intelligente EV-Ladesysteme

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki, Finnland
Zeitraum:	ab 2014
Partner:	Siemens, Helen, Stadt Helsinki
Schlüsseltechnologien	PV, Elektroautos, Windkraft, Laststeuerung, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://smartnclean.helsinkibusinesshub.fi/projects/viikki-environment-house

➢ Case: EEPOS Demonstrationsprojekt

Demonstration von Nachbarschaftsmanagement im Niedrigenergiehaus Bezirk Merenkulkijanranta in Helsinki, Finnland. Das System „EEPOS“ Neighbourhood Management System wird für das Energiemanagement und die automatisierte Lastkontrolle auf Nachbarschaftsebene entwickelt. Durch automatisiertes Schalten von elektrischen

Ladungen und aktiver Beteiligung der Endkunden an Managementprozessen sollen mit dem neuen System verschiedene Ziele erreicht werden.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Neue Kühlsystemtechnologien zur Nutzung von Meerwasser werden demonstriert • Moderne Gebäude, Automatisierung für alle Kunden	• Energiemanagement-Lösungen auf Kundenebene • Das Testen von Energiemanagement-Systemen auf Bezirksebene	• Kontrolle von Heiz-, Kühlkraft- und Lüftungsleistung durch erweiterte Gebäude-Automatisierung mit Web basierter Schnittstelle • Endkunden können durch verschiedene Optionen ihren Energieverbrauch selbst leichter beeinflussen

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki, Finnland
Zeitraum:	2012–2015
Partner:	VTT, Caverion, Fatman
Finanzierung:	EU FP7
Schlüsseltechnologien	intelligente Stromzähler, Laststeuerung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

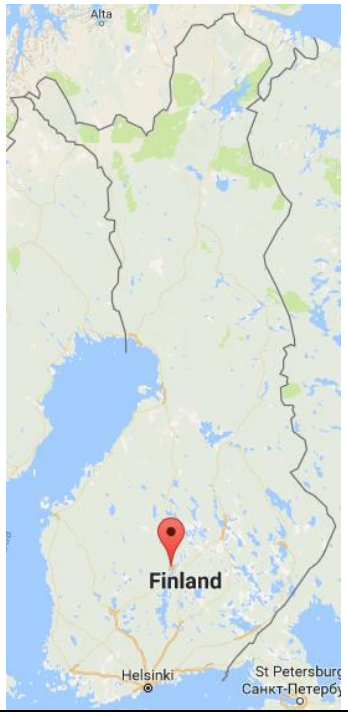
Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://eepos-project.eu/

➢ Case: Jyväskylä Kangas

In Kangas wird eine hochqualitative und einzigartige Umgebung für 5 000 neue Anwohner und zahlreiche Unternehmen aufgebaut. Neue Netzwerke für Elektrizität, Netzsicherheit sowie Wärme durch Kombination von intelligenten und ressourceneffizienten Energielösungen werden bereitgestellt. Kangas wird ein „Cyber Secure“-Bezirk, der auf Zukunftsprognosen und ICT-Infrastruktur basiert. Der Bezirk ist teilweise energieautark, das Glasfasernetz wird zuverlässig gewartet und die Sensordaten sind sicher gespeichert. Die intelligente Infrastruktur begünstigt

Haushalte, Unternehmen, betreutes Wohnen, Energie- und öffentliche Dienste. Kangas wird der sicherste Cyber-Bezirk des beständigsten Landes der Welt.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Ein Backbone-Glasfasernetz für zukünftige Maßstäbe wird errichtet • Pläne für Betriebsmodelle von Aggregaten und virtuellen Kraftwerken	• HEMS • Geschäftsmodelle für virtuelle Kraftwerke	• Dezentrale Energieerzeugung • Speicherung von Wärme und Elektrizität • Smart Grid-Technologien der Zukunft • Solar PV mit virtuellen Messstellen und Bedarfsreaktion • Aggregieren von Solarpaneelen in das virtuelle Kraftwerk • Überwachung des Wasser- und Energieverbrauchs in Echtzeit • Backbone-Glasfasernetz versorgt das Areal mit einem WLAN-Netzwerk



Zahlen und Fakten	
Ort:	Jyväskylä, Finnland
Zeitraum:	2011 →
Partner:	Stadt Jyväskylä, Jyväskylän Energia, Jyväs-Parkki, YIT, Tekes
Schlüsseltechnologien:	PV, intelligente Stromzähler, Windkraft, Laststeuerung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://www3.jkl.fi/blogit/kangasjyvaskyla/?page_id=489

➢ Case: Ilmastokatu Climate Streets

Climate Streets zielt darauf ab, eine Stadt der Zukunft zu kreieren, die umweltfreundlich ist und sich dem Klimawandel anpasst. Die bereits errichteten städtischen Umgebungen suchen nach neuen Lösungen, um Treibhausgasemissionen und Verbrauchswerte zu reduzieren. Energieeffizienz, intelligenter und verantwortungsvoller Geschäftsbetrieb sowie tägliche Entscheidungsfindung werden in einer Weise unterstützt, die die Bedürfnisse der Anwohner, Immobilienbesitzer und Unternehmer deckt. Das Areal präsentiert praktische Maßnahmen, indem umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen erprobt werden.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Das Projekt bietet Workshops an und unterstützt bei der Entscheidungsfindung, um intelligente Klimaexperimente und Projekte zu fördern, die unverfälscht vor Ort geprüft werden • Starke Einbeziehung von Anwohnern, Wohnungsunternehmen, Grundstückseigentümern und Firmen	• Lösungen, die den Energieverbrauch sowie Emissionen reduzieren bei gleichzeitigem Komfortanstieg • Climate Streets wird als Referenzprojekt für Firmen und Städte fungieren – auch international	• Echtzeitüberwachung des Energieverbrauchs • Heimautomatisierung • Intelligente Thermostate • Duschwasser-Wärmeenergierückgewinnung • Motorisiert und automatisiert, fernsteuerbare Vorhänge/Fensterjalousien für optimierte Temperaturkontrolle • Solar PV

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki und Vantaa, Finnland
Zeitraum:	2015 →
Partner:	Vantaa und Helsinki Environment Centres, Green Building Council, HSY Climate Info, Aalto University
Finanzierung:	European Regional Development Fund
Schlüsseltechnologien:	PV, Netzautomation, intelligente Stromzähler, Laststeuerung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://ilmastokatu.fi/

4.4 Beispiele von bestehenden und laufenden Projekten: Fokus auf Daten und IKT

➢ Case: VIRPA – Virtual Service Platform

Das Ziel des VIRPA-Projektes ist das Konstruieren von Management-Technologie und Applikationen für das Energiemanagement. Das Entwickeln von neuen Mess- und Kontrollsystemen wird es ermöglichen, die Nutzung von

Gebäuden auf verschiedenen Energiemärkten kontrollierbar zu machen. Die Grundidee ist es, Gebäude steuerbar zu machen. Kontrollspannen aus verschiedenen Quellen wurden durch IoT-Technologien verbunden, um ein signifikantes Volumen der Regelenergiemärkte zu erreichen. So ein virtuelles Kraftwerk wird durch das Internet verwaltet.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Implementierte Lösungen:
• Eine Plattform, die IoT Technologie nutzbar macht • Optimierung von Heizung, Kühlung, Wasser, Beleuchtung, Klimatisierung etc. für die Bereitstellung von Demand Response Services	• Neue Demand Response-Konzepte • Neue Geschäftsmodelle	• Demand Response-Konzepte für Supermärkte; Kombinierung von Kühlung, Heizung, Beleuchtung, Wasser etc. • Aggregation der Ausgleichsenergieressourcen • Internet-of-Things-basierte Plattform

Zahlen und Fakten	
Ort:	Oulu, Finnland
Zeitraum:	2015 →
Partner:	VTT, Fingrid, Rejlers, Emtele, Fidelix, Green Energy Finland, Jetitek, S-ryhmä, University of Oulu
Finanzierung:	Tekes Smart City
Schlüsseltechnologien:	PV, Elektroautos, intelligente Stromzähler, Laststeuerung, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://www.oulu.fi/virpac/

4.5 Beispiele von geplanten Projekten: Komponente

➢ Case: Åland Smart Energy-Plattform

Das Ziel des Smart Energy Åland-Projektes ist die Entwicklung eines fortschriftlichen und flexiblen Energiesystems der Zukunft als Cleantech-Showcase in Åland. Es sollen so ein fossilfreies Energiesystem und eine flexible Wertschöpfungskette demonstriert werden. Entscheidende Elemente des Energiesystems sind u.a. die Verbindung von dezentralen Energiesystemen und lokaler Erzeugung. Das Besondere an diesem Projekt in Åland ist

die Vernetzung separater Technologiedemonstrationen zu einer umfassenden Lösung mit verschiedenen Industrien, Technologien und Marktmechanismen.

Die einzigartigen Åland-Inseln bilden ein natürliches Areal, um Smart Grids zu testen. Die Inseln sind durch Kabel mit dem finnischen und schwedischen Elektrizitätsnetz verbunden. Windenergie deckt ungefähr 20 % des lokalen Energiebedarfs ab. Zusätzlich bietet Åland erhebliches Potenzial für Solarenergie. Åland weist einen größeren Ballungsraum sowie auch mehrere verteilte Verbraucherpunkte auf. Die Übertragungs- und Verteilungsnetzwerke Ålands sind in hohem Maße als Demonstrationsplattform für Smart Grids geeignet, was umfangreiches regionales und funktionales Testen von Komponenten, Systemen und Dienstleistungen ermöglicht.

Die nächsten konkreten Schritte des Projektes werden 2018 genauer definiert. Das Smart Energy Platform-Programm wird von CLIC Innovation Oy koordiniert (siehe Kapitel VI Profile der Marktakteure).

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status:
• Ganzheitliche Perspektive: Alle Energiesektoren, Akteure und Technologien sind miteinander vernetzt • Wirksames Einsetzen von lokalen Vorteilen: Limitiertes lokales System, alle Akteure involviert • Potenzielles Hochskalieren auf globale Märkte	• Testen von Multi-Energie-Technologien und Managementsystemen • Plattform für weitreichendes Piloting • Die gesamte Energiewertschöpfungskette, präsentiert auf einem limitierten Areal • Angesiedelt zwischen zwei Strommarktpreisgebieten • Hoher Anteil an erneuerbarer Energie (Windkraft) • HVDC- und HVAC-Verbindungen zum Festland • Mögliche Inselbildungen	• Planung: Das Konsortium sucht derzeit nach Finanzierungs- und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten

Zahlen und Fakten	
Ort:	Åland, Finnland
Zeitraum:	in Planung 2018 →
Partner:	ABB, Wärtsilä, Empower, Fortum, CLIC, ÅTC, VTT, Tampere University of Technology, Lappeenranta University of Technology, lokale Unternehmen

	Schlüsseltechnologien	PV, Netzautomation, Elektroautos, intelligente Stromzähler, Windkraft, Laststeuerung, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS)

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/services/build-your-network/bioeconomy-and-cleantech/aland-islands/

4.6 Beispiele von geplanten Projekten: Smart Cities

➢ Case: Finnoo – Der neue, grüne, maritime Stadtteil

Finnoo ist eine neue, aufregende und gemischt genutzte Küstenlandschaft, die höchste Nachhaltigkeitsziele einhalten wird. Das Ziel ist es, die Energieeffizienz zu maximieren und gleichzeitig den CO_2-Ausstoß zu minimieren, um die Entwicklung eines umweltfreundlichen Bezirks zu gewährleisten. Dies wird durch Niedrighaltung des Energieverbrauchs und Einschränken der Verbrauchsspitzen bewerkstelligt. Unterstützt wird dies durch bei geringem Konsum gespeicherte Energie.

Es werden offene Netzwerke für Fernwärme, Fernkälte und Elektrizität in dem Areal bereitgestellt. Jedes Gebäude ist in der Lage, durch offene Netzwerke Energie zu kaufen und zu verkaufen, basierend auf den Stundenpreisen des Marktes. Die gleiche Preismechanik verwaltet sowohl die Energiezufuhr als auch die Nachfragesteuerung, die sich in jedem Gebäude befindet.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status und Lösungen
• Derzeit hat das Gebiet kein zentrales Wärmenetz, obwohl die Hauptleitungen von Fortum die Umgebung passieren. Daher ist dies eine großartige Plattform, um neue Distributionssysteme, wie zum Beispiel auf Niedertemperatur basierende Nahwärmenetze zu testen und zu demonstrieren.	• Die Stadt Espoo ist bereit, mit Akteuren Gespräche zu führen, die neue Energielösungen anbieten können, insbesondere Akteure, die den Gebrauch neuer erneuerbarer Energiequellen ermöglichen und diese in das Netz integrieren.	• Planungsphase • Maximierung der Energieeffizienz • Minimierung des CO_2-Ausstoßes • Spitzenlastbetrieb • Energiespeicher • Hoher Anteil an lokal erzeugter erneuerbarer, recycelter oder wiederverwendeter Energie • Emissionsarme, örtlich kombinierte Wärme- und Stromerzeugung

	Zahlen und Fakten	
	Ort:	Espoo, Finnland
	Zeitraum:	2016–2030

	Partner:	Stadt Espoo
	Schlüsseltechnologien:	Netzautomation, intelligente Stromzähler, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS)

➢ Case: Wohngebiet Skanssi, Turku

In Turku in Südwestfinnland wird ein neues, intelligentes und ökologisches Wohngebiet (Skanssi) für 8 000 Einwohner geplant. Das Energieversorgungsunternehmen Turku Energia will in diesem neuen Stadtviertel gleichzeitig eine neue Energielösung entwickeln. Turku Energia will in Skanssi ein Niedrigtemperatur-Fernwärmenetz bauen, mit dem Ziel, erneuerbare Energiequellen wie Solarenergie stärker verwenden zu können. Mit dem neuen System soll sich ein bilateraler und offener Wärmehandel entwickeln. Das bilaterale Fernwärmenetz ermöglicht den Einkauf der durch die Energieerzeugung im kleinen Maßstab produzierten Wärme sowie eine stärkere Nutzung erneuerbarer Energien bei der Wärmeerzeugung. Im Stadtviertel Skanssi werden daneben weitere Lösungen für die lokale Wärmeproduktion entwickelt und geprüft: Geothermie, Energiepfähle, Solarkollektoren, Wärmespeicherung sowie bei der Kälteerzeugung entstehende Wärme.[226] Die Stadt Turku will bis 2040 CO_2-neutral sein und setzt momentan viel auf die Entwicklung neuer Energiesysteme in der Region.
Der Energiekonzern Turku Energia hat das Ziel, bis 2020 den Anteil erneuerbarer Energieträger an seiner Energieversorgung und -erzeugung auf 50 % zu erhöhen.[227]

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status und Lösungen
• Skanssi ist ein Pilotbezirk von innovativer Entwicklung, aus dem bewährte Lösungen hervorgebracht werden können, die dann auch in anderen Bezirken Anwendung finden.	• Energieeffiziente Lösungen die CO_2-Emissionen reduzieren • Nahwärme-Lösungen	• Planung läuft teilweise noch • auf Niedertemperatur basierendes Nahwärmenetzwerk, dass die Wärmeabgabe reduziert und Firmen sowie Kunden dabei unterstützt, thermische Energie zu verkaufen • Geothermale Heizlösungen • Solarkollektoren • Wärmespeicherung • Parallele Optimierung von verschiedenen Energiesystemtypen

[226] City of Turku (2016)
[227] City of Turku (2016)

Zahlen und Fakten	
Ort:	Turku, Finnland
Zeitraum:	in Planung 2014 →
Partner:	Stadt Turku
Finanzierung:	Turku Energia, Tekes
Schlüsseltechnologien:	PV, intelligente Stromzähler, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS)

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://www.turku.fi/en/new-skanssi-neighborhood

- **Case: RESCA Oulu / Hiukkavaara**

Ziel des Projektes ist die Optimierung von Energietechnologien und Energieeffizienz in Kombination mit Ökologie und Technik, die dazu genutzt wird, funktionsgerechte Lösungen zu entwickeln. Die Energiequellen und deren Kombinationen sowie die Energieeffizienz neuer Gebäude werden zu funktionalen Einheiten optimiert. Das Gebiet soll im Jahr 2035 fertig sein, Wohnungen für ca. 20 000 Einwohner und Arbeitsplätze für 18 000 Menschen anbieten. Hiukkavaara ist ein Wachstumszentrum, in dem viele zentrale Eigenschaften der Smart Grids realisiert werden: eine Elektrofahrzeuge unterstützende Infrastruktur, progressive Automation zur Netzsteuerung, die Einspeisung der Kleinproduktion aus erneuerbaren Energiequellen in das Netz und die Ermöglichung der Nachfrageelastizität. Das Ziel des Projektes ist es, Hiukkavaara zu einem nutzerorientierten, energieeffizienten Zentrum des Stadtlebens zu entwickeln.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status und Lösungen
• Konzepte für Einfamilienhäuser zur Nutzung verschiedener Kombinationen aus Energieressourcen und erneuerbaren Energien • Plattform zum Testen der Nutzung und Instandhaltung von zukünftigen Gebäuden	• Energiemanagement auf Kundenebene • Entwicklung von Instandhaltungsaspekten • Internationaler Vorführraum für neue Technologien	• Planung läuft teilweise noch • Integrierte erneuerbare Hybrid-Energieressourcen auf Gebäudeebene • Messungen und Überwachung auch während der Bauphase • KWK-Kraftwerk, Solarwärmekollektoren, PV-Paneele, Wärmerückgewinnung aus Abwässern und andere innovative Lösungen • 45 Einfamilienhäuser, 18 Unternehmen

Zahlen und Fakten	
Ort:	Oulu, Finnland
Zeitraum:	in Planung 2014 →
Partner:	Stadt Oulu und lokale Unternehmen
Finanzierung:	Tekes

	Schlüsseltechnologien:	PV, intelligente Stromzähler, Laststeuerung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://www.tulevaisuudentalot.fi/english/

➢ Case: Wasa Station Event Centre

Das Ziel dieses Projektes ist es, ein innovatives, erschwingliches und effizientes Energiesystem für einen ganzen Wohnblock zu finden. Damit soll ein Geschäftsmodell geplant und vorbereitet werden, dass durch ein Energieunternehmen verwaltet werden kann. Das Stadtwerk Oulu ermöglicht ein Energiesystem, das das gesamte Areal abdeckt. Das Unternehmen besitzt und verwaltet die Energiesysteme im Bezirk und ist verantwortlich für die Instandhaltung und Funktionalität. Die enge Zusammenarbeit mit der Stadt Vaasa, Vaasan Sähkö und Tekes ermöglicht innovative Lösungen. Diese Lösungen unterstützen die Zielentwicklung der teilnehmenden Parteien. Die seit dem Anfang des Projektes bestehende Zusammenarbeit mit Unternehmen des Energiesektors stellt die Entwicklung und die Kommerzialisierung von Innovationen sicher.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status und Lösungen
• Teil eines größeren Energietechnologie-Clusters • Eine praxisnahe Demo, die zeigen kann, wie innovative Energielösungen von verschiedenen Unternehmen als Teil eines großen Ganzen zusammenarbeiten.	• Optimierung des Energieverbrauchs • Gebäudeautomatisierung, intelligente Sensoren, Datenvisualisierung • Energierecycling/-speicherung und Reduzierung der Spitzenleistung	• Planung läuft teilweise noch • Solarkollektoren • Solarwärmekollektoren • Kaltlagerung • Erdwärme/-kühlung • Gebäudeautomatisierung

Zahlen und Fakten	
Ort:	Vaasa, Finnland
Zeitraum:	in Planung 2014 →
Partner:	Stadt Vaasa, Vaasan Sähkö, Tekes, Lemminkäinen

	Finanzierung:	Tekes INKA-Programm
	Schlüsseltechnologien:	PV, intelligente Stromzähler, Laststeuerung, Speicherung, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://energyvaasa.vaasanseutu.fi/wasa-station/

➢ Case: Pilotprojekt Östersundom, Großraum Helsinki

Im Großraum Helsinki, in Östersundom, wird ein neues Wohngebiet für rund 60–70 000 Einwohner geplant, das als Pilot- und Testgebiet für energieeffiziente Lösungen und erneuerbare Energien wie PV und Solarthermie dienen wird. In Östersundom werden Nullenergiehäuser gebaut und eventuell werden einige Gebäude Energie aus integrierten PV- und Solarthermiebauelementen gewinnen. Laut Plan stehen für die Solarenergie 40 Hektar zur Verfügung. Auch die Sakarinmäki-Schule (vgl. Kapitel IV: 3.3.1) ist ein Teil dieses Pilotprojektes.[228]

Die Stadt Helsinki, die regionale Entwicklungsorganisation in Lahti, LADEC Oy und eine Gruppe von Cleantech-Unternehmen sind an der Projektplanung beteiligt. Das meteorologische Institut Finnlands hat die Sonneneinstrahlung im Zeitraum 2013–2014 gemessen. An einem optimalen Sommertag liegt die Sonneneinstrahlung in Östersundom etwa bei 8 kWh/m². Laut dem Experten des meteorologischen Instituts Finnlands, Forscher Anders Lindfors, kann die entsprechende Menge an einem wolkigen Tag bei unter 2 kWh/m² liegen. In der Praxis könnte man den Strombedarf eines Einfamilienhauses mit einer etwa 50 m²-großen Solaranlage decken.[229]

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status und Lösungen
• Das Areal bietet Unternehmen eine frühe Gelegenheit, mit aufregenden und effizienten Erneuerbare-Energie-Lösungen an einem Pilotbezirk mitzuwirken	• Energieeffiziente Bauprojekte • erneuerbare Energieerzeugung • Attraktive Betriebsumgebung für Dienstleister und verschiedene zukunftsweisende Geschäftsfelder, einschließlich Cleantech-Unternehmen	• Planung läuft noch • Messsystem auf Gebäude-/Bezirksebene ermöglicht Echtzeitüberwachung und Optimierung von Energie, Transport, Gebäude, Luftqualität etc. • Kombiniert Heizen und Elektrizität • Wärmepumpen • Saisonale Speicherung thermischer Energie • Solarkraft • Thermische Solarpaneele für den Wohnungs- und Dienstleistungssektor

[228] City of Helsinki (o.J.): Uutta Helsinkiä/Östersundom; City of Helsinki (o.J.): This is Östersundom; Finnish Meteorological Institute (2014); AHK Finnland (2016): Interview mit Markku Tuovinen, Senior Advisor, VTT
[229] City of Helsinki (o.J.): Uutta Helsinkiä/Östersundom; City of Helsinki (o.J.): This is Östersundom; Finnish Meteorological Institute (2014); AHK Finnland (2016): Interview mit Markku Tuovinen, Senior Advisor, VTT

Zahlen und Fakten	
Ort:	Helsinki, Finnland
Zeitraum:	in Planung 2015 →
Partner:	Stadt Helsinki, LADEC Oy, Stadt Vantaa, Sipoo, Siemens, Helen, Ramboll, Inspira, Devecon, Gasum, Proboreal
Schlüsseltechnologien:	PV, intelligente Stromzähler, Gebäudeautomation (HEMS), Smart City

Weitere Informationen und Details zum Projekt: http://en.uuttahelsinkia.fi/ostersundom

4.7 Beispiele von geplanten Projekten: Fokus auf Daten und IKT

- **Case: Fingrid Datahub**

Datahub ist ein zentralisiertes Informationsaustauschsystem für den Stromendverbrauchermarkt, das Daten von 3,5 Mio. Elektrizitäts-Messstellen in Finnland beinhalten wird. Wenn ein finnischer Verbraucher im Jahr 2020 seinen Stromanbieter wechselt, werden alle nötigen Informationen per zentralisiertem Informationsaustauschsystem (Datahub) zwischen Stromverkäufer und Verteilnetzgesellschaft gesendet. Diese Daten befinden sich inzwischen auf verschiedenen Firmensystemen. Die Informationen, die im Datahub enthalten sind, werden ungefähr von 100 Stromanbietern genutzt und über 80 Verteilnetzgesellschaften versorgen die Energieverbraucher.

Vorteile:	Geschäftspotenziale:	Status und Lösungen
• Alle essenziellen Informationen des Stromverbrauchs konzentriert an einem Ort – Das Datahub beschleunigt, vereinfacht und verbessert Prozesse aller Akteure • Liefert allen Akteuren gleichmäßigen und simultanen Zugang zu Informationen	• Ermöglicht ganz neue Dienstleistungen für Stromverbraucher • Ermöglicht Stromverbrauchern die Teilnahme an der Nachfragesteuerung	• teilweise noch in Planung • Datenumwandlung und -speicherung

Zahlen und Fakten	
Ort:	Finnland
Zeitraum:	2015–2019
Partner:	Fingrid
Schlüsseltechnologien:	Netzautomation, intelligente Stromzähler, Laststeuerung

Weitere Informationen und Details zum Projekt: https://www.fingrid.fi/en/services/information-exchange-services/datahub/

V Marktpotenzialanalyse

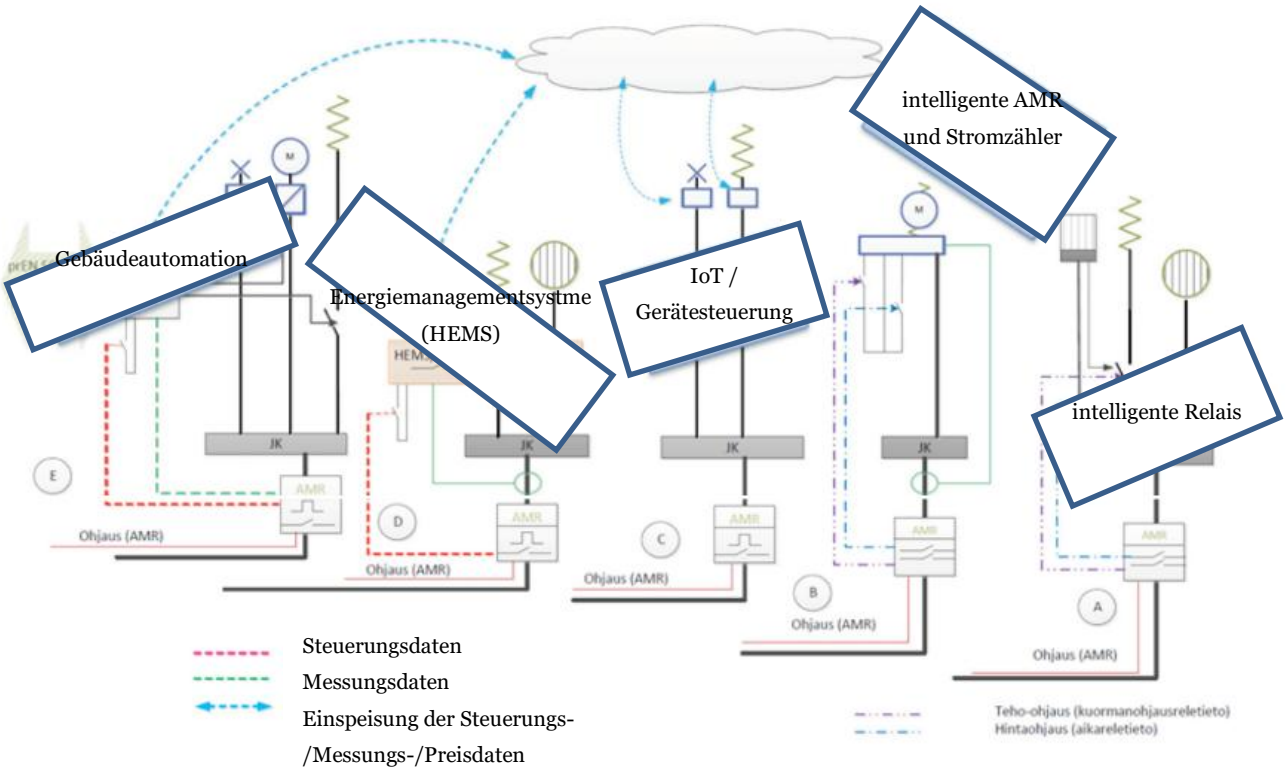
1. Marktentwicklung und -bedarf

Momentan sind das finnische Stromsystem und die Instandhaltung des Netzes im schnellen, außergewöhnlichen Wandel begriffen, da die Struktur der Stromerzeugung kohlenstofffrei und gleichzeitig noch stärker vom Wetter abhängig wird, was neue Herausforderungen mit sich bringt. Energieautarkie, Minderung der CO_2-Emissionen sowie verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien stehen im Mittelpunkt der neuen Energie- und Klimastrategie Finnlands. Die Struktur auf dem Energiemarkt und bei der Energieerzeugung ändert sich drastisch, wenn die Nutzung der erneuerbaren Energien in Finnland, wie auch in den anderen europäischen Ländern, wächst und der Anteil der fossilen, regelfähigen Produktionsanlagen gleichzeitig sinkt.

Vor allem die vermehrte Windkrafterzeugung hatte in der Vergangenheit einen Einfluss auf den gesunkenen Strompreis. Die Rentabilität der traditionellen Stromproduktion hat sich deutlich vermindert, was dazu führt, dass die traditionellen, regelfähigen Kraftwerke zum Beispiel durch virtuelle Kraftwerke ersetzt werden. Durch die häufigen Schwankungen bei der Stromproduktion ist der Strommarkt komplexer geworden. Laut Finrid Oyj, dem nationalen Übertragungsnetzbetreiber Finnlands, sind die Wind- und Solarenergie bald rentabel, auch ohne Zuschüsse.

Die vermehrte Nutzung dieser Energiequellen führt auch teilweise zu sporadischem Mangel an Strom, geringer Elastizität sowie zu Trägheit des Netzsystems. Die digitale und stromabhängige Gesellschaft wird dadurch anfälliger und der Bedarf nach neuen Lösungen steigt, so dass ein effizienter und zuverlässiger Strommarkt gewährleistet werden und dieser flexibel sein kann. Die bedarfsgerechte Steuerung der Stromerzeugung, -nutzung sowie -speicherung in Echtzeit steigt an Bedeutung. In der Praxis bedeutet dies, dass der Strommarkt einen kurzfristigen Handel und Preisvolatilität vor dem Erbringungszeitpunkt ermöglichen soll, und dass die Preisinformationen den Marktteilnehmern in Echtzeit zur Verfügung stehen. Momentan wird Finnland als eine Regelzone betrachtet, aber Änderungen in der geologischen Lage der Produktionskapazität können auch einen Einfluss darauf haben, dass die Regelzonen optimal definiert werden. Außerdem ist es nicht ausgeschlossen, dass es in Zukunft Staatsgrenzen überschreitende Regelzonen gibt (vgl. Kapitel 1 - IV Smart Grids in Finland).[230]

Das zukünftige Stromsystem muss einen noch höheren Grad an Zuverlässigkeit aufweisen, welcher die zentralen Funktionen der Gesellschaft gewährleistet. So steigt der Bedarf nach grenzüberschreitender Übertragungskapazität sowie nach neuem Strompotenzial, was durch Laststeuerung und neue Speicherungstechnologien ermöglicht wird. In unmittelbarer Zukunft ist die Entwicklung neuer Lösungen bzw. Technologien für die Übertragungstechnik eher unwahrscheinlich. Es sind die Digitalisierung sowie digitale Lösungen, die sowohl die Weitergabe der Marktinformationen in Echtzeit als auch die Entwicklung neuer Werkzeuge für das stets an Komplexität zunehmende Stromnetz-Management ermöglichen. Die Lasten können durch diverse technische Lösungen kontrolliert werden, wie etwa durch Gebäudeautomation und -steuerung (BACS, Building Automation and Control System), Energiemanagementsysteme (HEMS), Elektromobilität, Speicherlösungen, (gerätespezifische) IoT-Lösungen sowie intelligente Zähler.[231]



[230] Fingrid (2017): Kantaverkko
[231] Aalto University of Technology (2016): Ahonen, Tero; Honkapuro, Samuli

Abb. 35: Technische Lösungen für Laststeuerung der Zukunft[232]

Der finnische Markt ist in vielerlei Hinsicht transparent, digital und und das hohe technische Potenzial bietet eine ideale Plattform für verschiedene Akteure und Anbieter neuer Geschäftsmodelle, wie Aggregator oder Stromdirekthändler. Die Blockchain-Technologie bietet ebenso neue interessante Geschäftschancen – auch für die traditionellen Akteure der Energiewirtschaft, wie Verteilnetzbetreiber.

1.1 Markttrends

Die wichtigsten Trends auf dem finnischen Strommarkt, die einen enormen Einfluss auf die Netze sowie die Struktur der Stromerzeugung haben werden, sind die Zunahme der wetterabhängigen Stromproduktion, der Rückgang der regelfähigen fossilen Energieträger sowie die neue geographische Lage der neuen Erzeugungsarten der Energie, dem nationalen Übertragungsnetz gegenüber.[233]

Generierung von erneuerbarer Energie durch Kleinerzeuger

Der Trend zur dezentralen Erzeugung von erneuerbaren Energien durch Kleinerzeuger nimmt in ganz Europa stark zu. Es kommt Finnland zugute, dass der Energiemix hier bereits seit vielen Jahren aus einem breitgefächerten Angebot unterschiedlicher Stromquellen besteht, zum Beispiel Wasserkraft, Windkraft, kleine Anlagen basierend auf Biorohstoffen und die kontinuierlich an Popularität gewinnenden Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen.

Der Charakter der dezentralen erneuerbaren Energieerzeugung bringt einige Herausforderungen für das ganzheitliche Stromnetzwerk mit sich, welche adressiert werden müssen. So nimmt die Bedeutung eines jederzeit sich flexibel anpassenden Gesamtsystems aufgrund der erforderlichen Balance zwischen Stromproduktion und -verbrauch weiter zu. Zudem muss die Koordination unterschiedlicher aufkommender Stromspannungslevels im Bereich der Niederspannung effizient gehandhabt werden. Zuletzt müssen auch sicherheitskritische Mechanismen weiterentwickelt und an die Bedürfnisse der Stromeinspeisung von Kleinerzeugern angepasst werden. Beispielsweise können Probleme auftreten, wenn eine lokale Erzeugungseinheit die Sicherheit des ganzen Netzwerkes gefährdet, wenn unvorhergesehene Spannungsspitzen entstehen oder einzelne Einheiten fehlerhafte Installation oder ungenügende Dokumentationsstandards aufweisen.

Die Installation von Photovoltaiksystemen (PV) in Finnland wird in Zukunft stark zunehmen, wobei das finnische Energieertragslevel nahezu an Werte von Norddeutschland heranreicht, wo sich Photovoltaikanlagen einer starken Popularität erfreuen. Der flächendeckende Einsatz von PV in Finnland setzt jedoch die Entwicklung von saisonalen Energiespeichern voraus. Marktreife und Umsetzbarkeit solcher Technologien befinden sich zwar noch im Entwicklungsstadium, jedoch stellt dies gleichermaßen eine vielversprechende Möglichkeit für ausländische Investoren und Technologieanbieter dar. Im Allgemeinen birgt das stetige Wachstum der erneuerbaren Energieerzeugung durch Kleinerzeuger in Finnland vor allem auf dem Gebiet der Photovoltaiktechnologie umfangreiche Geschäftspotenziale zum Import von Systemlösungen, Installationstechniken und anderem Know-how aus europäischen Ländern, die auf diesem Gebiet bereits Entwicklungsvorsprung besitzen. Hierbei können Finnlands klimatische Bedingungen mit strengen Wintern und viel Schnee für manche existierenden Systeme problematisch sein, gleichermaßen stellt die Entwicklung der Systeme für solche extremen Wetterbedingungen jedoch ein weiteres Entwicklungspotenzial für Unternehmen dar.

Zunahme der Intelligenz in Smart Grids

Eine bedeutende Entwicklung ist die Einbindung von mehr Intelligenz in elektrische Netzwerke. Traditionell konnte eine intelligente Entscheidungsfindung vor allem auf untergeordneter Ebene in Form der SCADA-Systeme verwirklicht werden. Zukünftig ist hier eine Weiterentwicklung vor allem auf Ebene der Niederspannungsnetzwerke und auf Verbraucherseite zu beobachten. Ein Beispiel hierfür auf der Seite des Verbrauchers ist die Nutzung von sog. Smart Meters, welche durch die Konnektivität mit dem Internet neue Funktionen und Möglichkeiten erschlie-

[232] Järventausta et al. (2015); Lappeenranta University of Technology (2016): Ahonen, Tero; Honkapuro, Samuli
[233] Fingrid (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027

ßen. Auf der Ebene des Niederspannungsnetzwerkes läuft zurzeit die Erforschung von smarten Transformatoren, welche intelligentere Entscheidungsfindungen möglich machen und die Lücke schließen sollen.

Die Vorteile von smarten Elektrizitätsnetzwerken sind vielfältig. Zum einen können drahtlose Sensoren kostengünstig für das Monitoring des Netzwerkes und die Beseitigung von Fehlern Anwendung finden. Weitere Vorteile sind die zunehmenden Möglichkeiten zur Kommunikation zwischen allen Teilnehmern des Netzwerkes und die Verbindung von Teilnehmern mit unterschiedlichen Bandbreiten basierend auf der Anwendung. Ein weiterer Vorteil entsteht durch die Möglichkeit, die gewonnenen Daten mit Hilfe von Machine Learning und Algorithmen aufzubereiten, für verschiedene Nutzergruppen zu visualisieren und somit letztendlich die Entscheidungsfindung zu verbessern.

Bessere Einbindung der Endkunden

Eine weitere bedeutende Entwicklung ist die Einbindung und Integration des Endkunden in das Smart Grid, was die Effizienz des gesamten Netzwerkes positiv beeinflusst. In den letzten Jahren erforderten beispielsweise PV-Installationen, Einspeisungstarife und Elektroautos auch vom Endkunden mehr Beachtung, was zu einer automatischen Integration der Endkunden in das Smart Grid führte. Des Weiteren sind Endkunden hierdurch besser bezüglich ihres eigenen Stromverbrauchs informiert. Durch die Einbindung der Kunden kann weiteres Geschäftspotenzial erschlossen werden, beispielsweise durch das Anbieten von mobilen Energieapplikationen für Endkunden.

1.2 Branchenstruktur – Marktpotenzial und Konkurrenzsituation

Durch die bereits erörterten Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sowie gesetzlichen Vorgaben haben sich in Finnland im Bereich des Smart Metering, der entsprechenden Kundenserviceleistungen und der Infrastruktur von Verteilungsnetzen nationale Lösungsanbieter (zum Beispiel ABB) eine starke Marktposition erarbeiten können. In Finnland sind die Verteilnetzbetreiber für den Einbau, den Betrieb sowie die Wartung von Messeinrichtungen und Messsystemen wie Zähler, Gateways, Kommunikations- und Steuereinrichtungen, zuständig. Die Verteilnetzbetreiber und Energieproduzenten haben in diesem Zuge auch begonnen, komplementäre Dienstleistungen (zum Beispiel Helen) zur Kontrolle und Minimierung des Energieverbrauchs einzuführen (https://www.helen.fi/en/households/). Dies sollte bei einem Markteintritt von deutscher Seite aus berücksichtigt werden. Eine Stärkung des Wettbewerbs auf dem finnischen Markt ist jedoch weiterhin erforderlich und ein Markteintritt deutscher Akteure daher sehr zu begrüßen, um eine weitere Diffusion der erforderlichen Lösungen und eine nachfragefreundlichere Entwicklung in diesem Bereich zu ermöglichen. Die wichtigsten Marktakteure werden im Kapitel IV „Profile der Marktakteure“ genauer vorgestellt.[234]

	Stromerzeugung	Übertragung	Stromverteilung	Dezentrale Energieerzeugung	Endverbraucher	Anwendung
Stadtwerke	Fortum, TVO, PVO, Kemijoki	Fingrid	Helen, Caruna, Elenia, Turku Energia, Loiste			
Technologieanbieter	ABB, Siemens, Schneider Electric, Alstom Grid, Netcontrol, VEO					
			Merus Power Dynamics, MSC Electronics		There Corporation, Basen, Ensto, Reactive Technologies	
					Aidon, Landis+Gyr, MX Electricx	
				The Switch		
						Celltech
Informationstechnologien / IKT	ABB					
			Merus Power Dynamics, MSC Electronics			
	Telia, Elisa, Anvia, Nokia					
		Cybersoft				

[234] AHK Finnland (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“; VTT (2011)

			Viola Systems		
Servicedienst-leister	Empower, Enoro, Eltel				
		Headpower, SEU			
	Pöyry, Ramboll, Rejlers, FCG, ÅF, Citec				
			Telog		

Tab. 17: Relevante Akteure / Wertschöpfungskette auf dem finnischen Smart Grid-Markt

Wie in der Tabelle 15 zu sehen ist, hat Finnland nur wenige Unternehmen und relativ wenig Erfahrung vor allem in den Bereichen der virtuellen Kraftwerke, der Stromdirektvermarktung sowie der Blockchain-Anwendungen. Viele Marktakteure sind auch noch unsicher, wie sie die neuen Technologien und Datenmengen schlussendlich verwerten sollen, um die für die Smart Metering Roll-out aufzuwendenden Investitionen profitabel zu amortisieren und für sich nutzbar zu machen. Anstelle von Homedisplays sind die finnischen AMR und Smart Metering-Endnutzerdienstleistungen zurzeit weitgehend internetbasierte Applikationen.

Neue Akteure sind auf dem Markt gefragt, wie zum Beispiel Betreiber von virtuellen Kraftwerken, die neue Dienstleistungen u.a. für Stromspeicherung und -management anbieten. Ebenso braucht der Markt neue Anwendungen und Geschäftsmodelle, mit denen man die Sicherheit der Technologien und Netze erhöhen und gleichzeitig die Instandhaltungskosten der Netze verringern kann.[235]

Die folgende Abbildung beschreibt die dezentrale Energieversorgung und Laststeuerung aus Sicht verschiedener Akteure der Energiewirtschaft.[236]

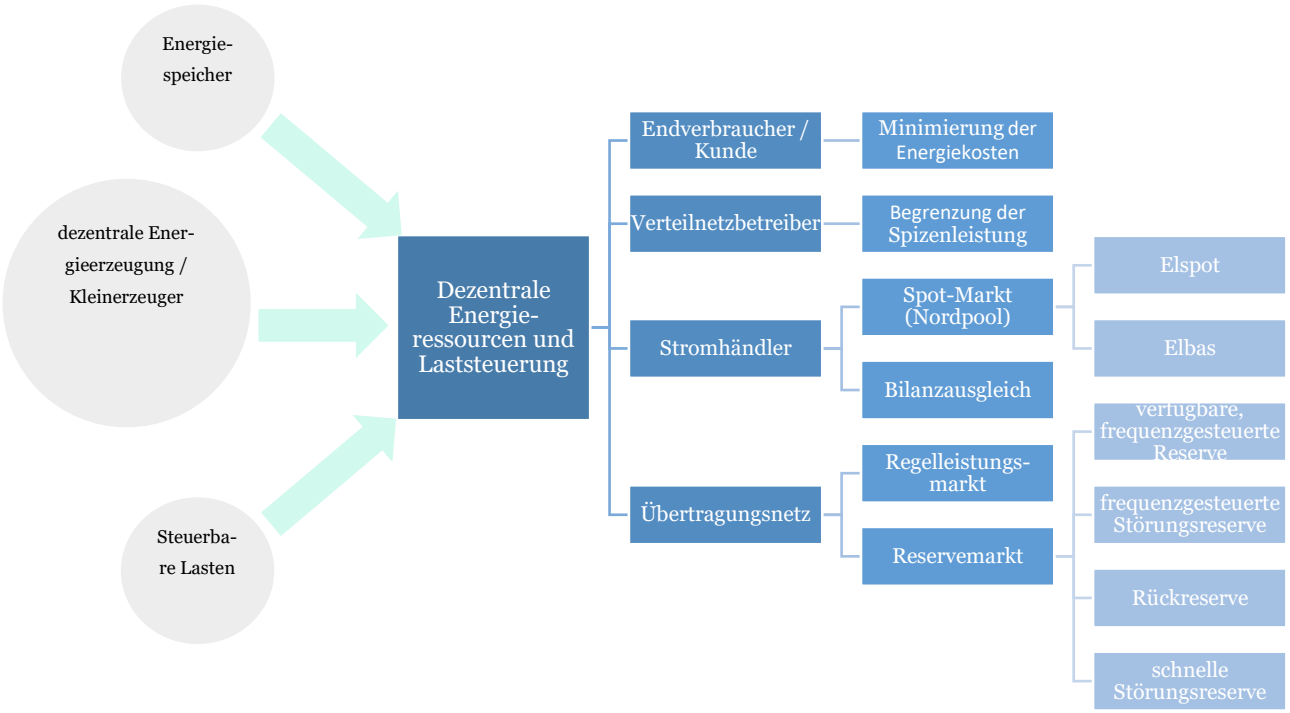


Abb. 36: Die dezentrale Energieversorgung und Laststeuerung aus Sicht verschiedener Akteure der Energiewirtschaft in Finnland[237]

Für den Hauptnetzbetreiber bietet die Laststeuerung neue Möglichkeiten für die Leistungsbalance und das Lastmanagement. So steigt auch die Elastizität und die Störungen im Netz können besser bewältigt werden. Der Stromhändler kann durch die Laststeuerung besser planen, die Transaktionen in der Strombörse optimieren und seine Strombilanz effektiver managen. Dem Verteilnetzbetreiber ermöglicht die Laststeuerung eine langfristigere

[235] AHK Finnland (2017): Eigenrecherche; Järventausta et al. (2015)
[236] Järventausta et al. (2015)
[237] Järventausta et al. (2015)

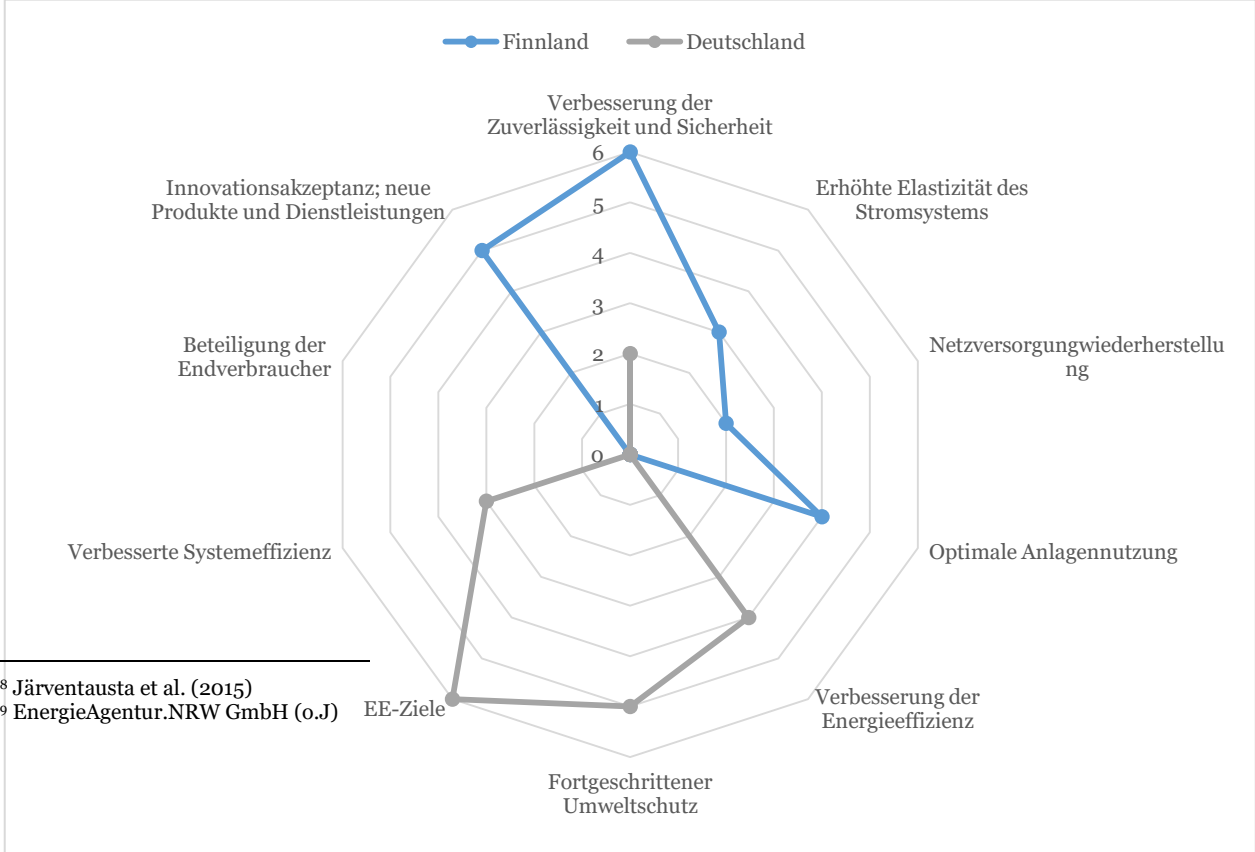
Netz- und Investitionsplanung. Der Verteilnetzbetreiber kann auch die Spitzenlastung dadurch besser kontrollieren. Der Endverbraucher kann wiederum durch die Optimierung des Stromverbrauchs Kosten sparen und die Energie aus der eventuellen Eigenproduktion besser nutzen.[238]

Auch die Blockchain-Technologie weckt derzeit ein großes Interesse in Finnland. Die Blockchain ermöglicht dem Stromverbraucher den unmittelbaren Strombezug zum Beispiel von lokalen Erneuerbare-Energie-Erzeugern. So können auch die Stromerzeuger umgekehrt den Verbrauchern ihren Strom direkt vermarkten. Die Möglichkeiten der Blockchain-Technologie gefährdet in gewisser Weise auch die traditionelle Rolle der Energieversorger bzw. Verteilnetzbetreiber, aber bietet auch Chancen für die traditionellen Akteure auf dem Energiemarkt. Zum Beispiel können die Verteilnetzbetreiber und Energieversorger ihre internen Prozessabläufe dadurch optimieren und Kosten sparen. Neue Ansatzpunkte bieten auch zum Beispiel solche Projekte, die die Transparenz der Blockchain nutzen. Dadurch, dass alle Transaktionsprozesse zwischen den Parteien genau registriert werden, wird es möglich, die Eigenschaften der gehandelten Werte, zum Beispiel vom Strom aus erneuerbaren Quellen, präziser zu beschreiben. Prozesse können deutlich durch Automatisierug der Transaktionsprozesse beschleunigt werden.[239]

1.3 Marktchancen und -herausforderungen

Der finnische Smart Grid-Markt bietet interessante Geschäftsmöglichkeiten für die deutschen Unternehmen, da Finnland unter anderem Wegbereiter in der Implementierung von Smart Meter- und AMR -Systemen ist und eines der ersten Länder, die Zählerfernablesung adaptierten. Dies resultierte in verbesserten Informationen zur Energienutzung für Kunden, im optimierten Load Profiling, in Rechnungserstellung in Echtzeit, in Zählerfernablesung und -überwachung sowie erhöhte Effizienz des Practical Meter Reading. Außerdem plant das für die Verwaltung des finnischen Hauptnetzes verantwortliche Unternehmen Fingrid Oyj jährliche Investitionen in Höhe von 110 Mio. Euro bis 2027. Sowohl das technische als auch das wirtschaftliche Potenzial auf dem Markt ist vorhanden.Demnach liefert das finnische Ökosystem ein ideales Testumfeld für Serviceanbieter. Die Rolle des Endverbrauchers wird sich ändern und der Bedarf an Smart Metering-Endnutzerdienstleistungen und internetbasierte Applikationen wird weiter steigen. Ein sog. Aggregator dient als Serviceprovider für Energiemärkte, Balance, Reserveservices sowie für Privatkunden.

In Bezug auf Deutschland ist es auch wichtig zu bemerken, dass die Markttreiber in Finnland etwas anders aussehen. Natürlich spielt die vermehrte Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung von Smart Grids, aber daneben ist auch die Netzsicherheit ein zentraler Treiber. Lösungen für sichere und beständige Stromnetze sowie neue Anwendungen und **Geschäftsmodelle, mit denen man die Sicher-**



[238] Järventausta et al. (2015)
[239] EnergieAgentur.NRW GmbH (o.J)

heit und Qualität sowohl der Netze als auch der Smart Grid-Technologien verbessern kann, **so dass die Netzinstandhaltungskosten gleichzeitig verringert werden können**, sind sehr gefragt. In der folgenden Abbildung sind die unterschiedlichen Markttreiber in Finnland und in Deutschland genauer beschrieben.[240]

Abb. 37: Profile der Markttreiber für die Entwicklung des Smart Grid in Finnland und Deutschland[241]

Die AHK Finnland sieht signifikante Marktchancen auf dem finnischen Markt, vor allem bei Anbietern von neuen, innovativen Geschäftsmodellen, Produkten und Dienstleistungen wie zum Beispiel **Speicherlösungen**, **kosteneffiziente Lösungen für sichere und beständige Elektrizitätsnetzwerke** und die **Laststeuerung**, **EPC-Dienstleister** und Unternehmen, die **schlüsselfertige Dienstleistungen** anbieten sowie Unternehmen im Bereich der **virtuellen Kraftwerke**, wie **Aggregatoren**, **Stromdirektvermarkter** und **Technologieanbieter**. Desweiteren sind Lösungen für **Netzmanagement** und **Steuerungstechnik**, **Energieoptimierung** und **-effizienzsteigerung** sowie **Informations-** und **Kommunikationstechnologien** gefragt. Zudem besteht vermehrt Interesse an Anwendungen der **Blockchain-Technologie**.

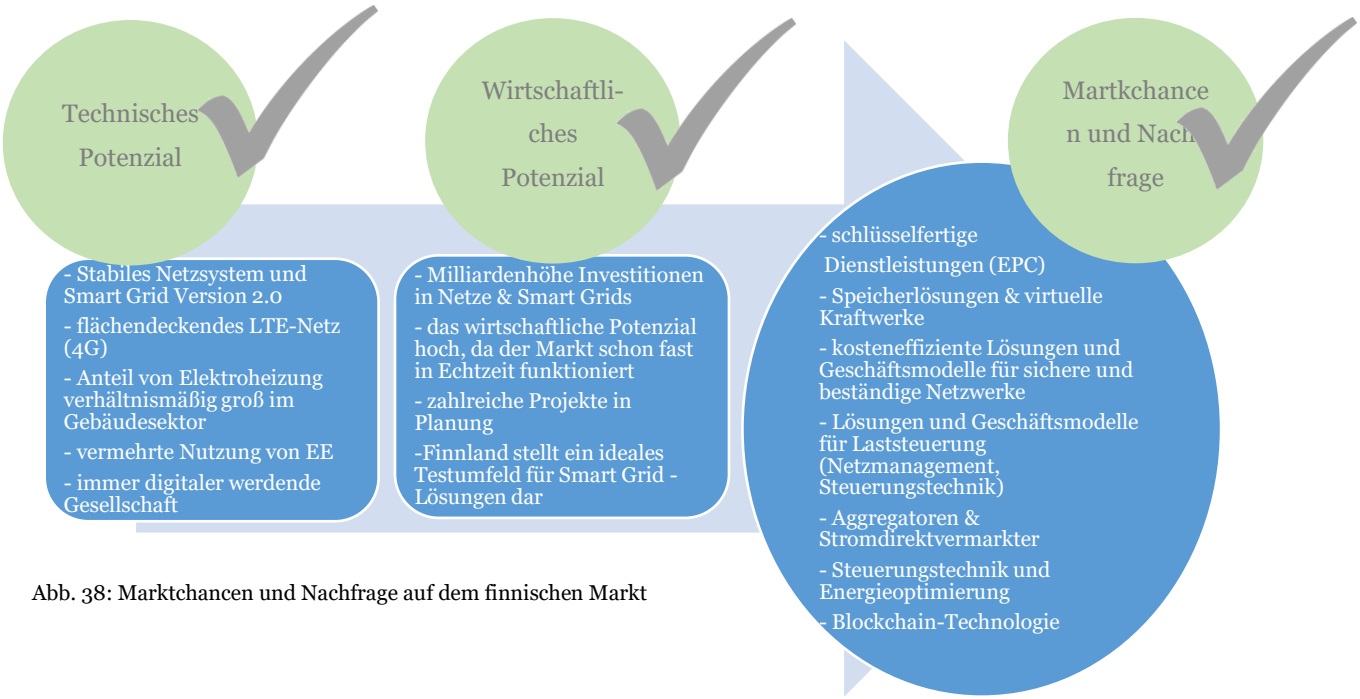


Abb. 38: Marktchancen und Nachfrage auf dem finnischen Markt

Auf der anderen Seite entstehen jedoch auch Herausforderungen, da zum Beispiel der ordnungsrechtliche Rahmen bezüglich der elektrischen Systeme besonders im Baubereich immer noch stark fragmentiert und teilweise unvollständig ist. Es sind jedoch viele Reformen und Novellierungen in Vorbereitung, die gute Voraussetzungen für die Zukunft bieten. In der neuen Gesetzgebung sollen auch stärker die Lastkontrolle und Anreize für die Steuerung der Lasten, zum Beispiel durch diverse Energieeffizienzklassen, berücksichtigt werden. [242]

Zum Beispiel steht auch die Blockchain-Anwendung in der Energiewirtschaft noch in den Kinderschuhen und vor gewaltigen Hürden. Beispielweise müssten die Abrechnungsketten sich in Bilanzkreise fassen lassen, um die Stromversorgung abzusichern. Die Förderung und der Einsatz von intelligenten Netzen und deren Infrastruktur setzt voraus, dass ordnungsrechtliche Rahmen klarer gestaltet werden. Zudem sind weitere Maßnahmen auf der politischen Ebene notwendig, so dass die Verbraucher aktiver auf dem Markt integriert und motiviert sind. Die Laststeuerung soll für alle Marktakteure rentabel sein, d.h. auch für Endverbraucher. Die Preismodelle sollen klar sein, Technik zuverlässig und leicht zugänglich und der Informationsaustausch zwischen den Endverbrauchern und weiteren Marktakteuren soll aktiv sein, so dass die Endverbraucher auch bewusst und motiviert auf dem

[240] Invest in Finland (2016): Market Opportunities in Smart Grid Sector in Finland
[241] Invest in Finland (2016): Market Opportunities in Smart Grid Sector in Finland
[242] Järventausta et al. (2015)

Markt agieren können. Diese Herausforderungen können u.a. durch Kommerzialisierung und Vermarktung und durch das Anbieten von schlüsselfertigen Dienstleistungen beseitigt werden. [243]

Zusammenfassend kann man sagen, dass der finnische Markt in vielerlei Hinsicht transparent ist und dass das hohe technische und wirtschaftliche Potenzial eine ideale Plattform für verschiedene Akteure und Anbieter neuer Geschäftsmodelle bietet, wie Aggregator oder Stromdirekthändler. Die Blockchain-Technologie bietet ebenso neue interessante Geschäftschancen – auch für die traditionellen Akteure der Energiewirtschaft, wie Verteilnetzbetreiber. Die Nachfrage nach Lösungen für sichere und beständige Stromnetze sowie für neue Anwendungen, mit denen die Sicherheit und Qualität sowohl der Netze als auch der Smart Grid-Technologien verbessert und die Netzinstandhaltungskosten gleichzeitig verringert werden können, ist sehr hoch. Deutschen Anbietern kommt es entgegen, dass finnische Kunden in der Regel an innovativer, hoher Qualität interessiert sind.

2. Markteinstieg

Die Beziehungen zwischen der deutschen und der finnischen Wirtschaft sind sehr gut. Es gibt bereits einige deutsche Aggregatoren auf dem Markt, wie zum Beispiel E2M GmbH - Energy2market, sowie große Technologiezulieferer u.a. für Speichersysteme oder virtuelle Kraftwerke, wie Siemens und Schneider Electronics. Zudem haben einige internationale Industrieunternehmen wie ABB, Alstom Grid, Landis+Gyr und Aidon Forschungs- und Entwicklungsstellen in Finnland gegründet.

2.1 Vertriebsstrukturen und -wege – Zugang zu den Projekten

Welche Markteintrittsstrategie gewählt wird, liegt grundsätzlich an der Art der zu erbringenden Leistung, den eigenen Vertriebsstrukturen, der eigenen Marke und dem dazugehörigen Brandmanagement sowie den bestehenden Kapazitäten und finanziellen Mitteln des Unternehmens.

Ziel sollte zunächst jedoch immer die Realisierung von Referenzprojekten sein. Selbstverständlich sind Umsetzungsbeispiele aus anderen Ländern bei der Vermarktung der eigenen Leistung förderlich, aber der Lösungsansatz muss auch unter finnischen Umständen realisiert werden, um eine endgültige Akzeptanz und eine Öffnung des Marktes zu erzielen. Hierfür sollte zunächst ein geeigneter finnischer Partner identifiziert werden, welcher vor Ort weitergehende Aktivitäten steuern kann. Ein ganzes Projekt von Anfang an in Finnland allein zu entwickeln, wird generell nicht empfohlen. Wie in anderen Ländern werden einzelne Projekte auch in Finnland gemeinhin im Rahmen einer Projektgesellschaft (Single Purpose Vehicle, SPV) organisiert. In Finnland geschieht dies fast ausnahmslos in der Rechtsform der finnischen Aktiengesellschaft (osakeyhtiö, Oy; siehe V. Marktpotenzialanalyse. Kapitel 2.3).[244]

Für einen erfolgreichen Markteintritt empfiehlt sich ein finnischer Partner, hier zum Beispiel Vertriebspartner (zum Beispiel Partner für Gebäudeautomation), Handelsvertreter oder Energiekonzerne, Netzbetreiber bzw. Stadtwerke oder auch Beratungsunternehmen, wie lokale Anwaltskanzleien, die u.a. beim Risikomanagement vor allem zum Beispiel den EPC-Dienstleistern behilflich sein können.

Der finnische Partner kann sprachlich und kulturell mögliche Unsicherheitsfaktoren bei der Zielgruppe beseitigen. Im besten Fall kann er auf bereits bestehende Kundennetzwerke zurückgreifen. Die Kontakte müssen aufgrund des Informationsbedarfs und der gegebenen Unsicherheiten zur Erzielung einer Vertrauensbasis konsequent und langfristig vor Ort persönlich bearbeitet werden. Ausschreibungen sind zudem leichter zu bearbeiten und mit größeren Erfolgswahrscheinlichkeiten verbunden.

Wenn es um den Vertrieb der eigenen Produkte bzw. Dienstleistungen in Finnland geht, kann festgehalten werden, dass die Strukturen häufig den deutschen Vertriebsstrukturen entsprechen. Der Vertriebsweg ist selbstverständlich abhängig von der Dienstleistung und dem Produkt. Übliche Vertriebsformen sind: Handelsvertretung (exklusive Vertretung), Direktvertrieb (selten), Niederlassung (Tochterunternehmen/Joint Venture).

In diesen Fällen wird auch eine Beratungspartnerschaft beim Markteintritt empfohlen. Darüber hinaus ist die Beteiligung an Projekten (F&E-, Pilot- oder kommunale Projekte) aufgrund der Möglichkeit der Zusammenarbeit

[243] Järventausta et al. (2015)
[244] Bergmann Attorneys at Law (2017)

mit künftigen Geschäftspartnern, der Bildung zielmarktspezifischer Referenzen und des Bezugs projektbezogener Förderungen gerade im Hinblick auf den Entwicklungsstand des finnischen Marktes besonders wichtig. Aber auch hierbei ist ein lokaler Ansprechpartner hilfreich, um die Projektbeteiligungen zu initiieren.

Der geeignete Geschäftspartner ist nach der jeweils angebotenen Leistung zu wählen. Aspekte, welche u.a. für die Vertriebsform entscheidend sind, sind: After-Sales (Erklärungsbedürftigkeit des Produktes, technische Unterstützung vor Ort etc.), Bearbeitungsintensität (Portfolio des Partners), Marktpotenzial vs. Marktbearbeitungskosten und das Kaufverhalten des Endkunden (Verhaltensstrukturen).

Anders als in Deutschland kann man die Kontaktdaten der einzelnen Mitarbeiter und sogar die Handynummer des Geschäftsführers eines finnischen Unternehmens aus dem Internet ermitteln. Wenn man mit kleinen und mittelständischen Unternehmen Kontakt aufnimmt, dann zumeist direkt über den Geschäftsführer, Produktgruppen- oder Bereichsleiter Energie/Netze. Bei größeren Unternehmen kann es auch der Produktions- oder Entwicklungsleiter sein. Die Kontaktaufnahme erfolgt auf Englisch und per Telefon oder E-Mail. Englischsprachiges Material sollte vorab zugesandt werden.

2.2 Handlungsempfehlungen für deutsche Unternehmen für einen Markteinstieg

Im ersten Schritt sollten deutsche Unternehmen im Bereich von Smart Grids vor einem Markteinstieg eine detaillierte Marktanalyse durchführen, um nachfragebasierte Wettbewerbsvorteile und Alleinstellungsmerkmale in Verbindung zu den bestehenden Marktgegebenheiten identifizieren zu können. Wichtig zu bemerken ist, dass schon viele Technologieanbieter auf dem finnischen Markt im Smart Grid-Bereich vertreten sind. Andererseits ist Finnland Pionier bei intelligenten Netzwerken und bietet dadurch gleichzeitig ein exzellentes Testumfeld für Service-Anbieter. Beim Markteinstieg ist es wichtig, dass die länderspezifischen Alleinstellungsmerkmale des Unternehmens für Finnland mit Hilfe der Analyse definiert werden. Diese sind häufig anders, als diejenigen zum Beispiel in Deutschland. Auch die Zielgruppe sollte länderspezifisch definiert werden, da die in einem anderen Land herrschenden Marktstrukturen und Wettbewerbsverhältnisse oft anders sind.

Nach der Analyse empfiehlt sich zudem, mit einer klar definierten Strategie den Markt zu testen. Mit Hilfe eines finnischen Vertreters oder eines finnischen Tochterunternehmens sollten Referenz- bzw. Pilotprojekte realisiert werden, um den Markt für die eigenen Leistungen zu öffnen (vor allem im Bereich der virtuellen Kraftwerke). Ansatzpunkte für mögliche Projekte, geeignete Partner und die Identifizierung weiterer Projekte wurden bereits aufgezeigt (siehe IV Smart Grids in Finnland, Kapitel 4).

Bei der Bearbeitung des Marktes und der Wahl des Partners sollten die gegebenen Unsicherheiten und der Informationsbedarf der Kunden bzw. Projektinhaber/-partner berücksichtigt werden. Daher sollte der zu wählende Partner, wenn es für die betreffende Leistung relevant ist, auch über ein Serviceangebot bzw. ein Servicenetzwerk verfügen.

2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen beim Markteinstieg

Die Gestaltung der Verträge mit Vertretern ist mit den deutschen Gegebenheiten vergleichbar und in ihrer endgültigen Form mit den potenziellen Partnern individuell zu bestimmen. Grundsätzlich ist zu empfehlen, mit den (potenziellen) Partnern regelmäßig in Kontakt zu stehen und besonders in der Anfangsphase den aktiven Part in der Korrespondenz zu übernehmen.

Ein deutsches Unternehmen muss sich unter Umständen beim finnischen Finanzamt in folgenden Registern eintragen lassen:[245]

Umsatzsteuerliche Registrierung: Grundsätzlich sind grundstücksbezogene Leistungen in Finnland steuerpflichtig. Die umgekehrte Steuerschuldnerschaft für Bauleistungen wurde in Finnland am 01.04.2011 eingeführt. Die Anwendung dieser Regelung ist jedoch mit vielen Voraussetzungen verbunden. Eine umsatzsteuerliche Registrierung kann ggf. auch in diesen Fällen erforderlich sein. Die umsatzsteuerliche Behandlung ist bei jedem Auftrag sorgfältig zu prüfen.

[245] AHK Finnland; Finnish Tax Administration (o.J.): https://www.vero.fi/en-US

Steuervorauserhebungsregistrierung: Ist prinzipiell immer dann erforderlich, wenn Arbeiten in Finnland durchgeführt werden.

Arbeitgeberregistrierung: Ist grundsätzlich dann erforderlich, wenn die Arbeitnehmer in Finnland lohnsteuerpflichtig werden.

Sonstige Besonderheiten: Nach dem finnischen Gesetz über entsendete Arbeitnehmer muss der Arbeitgeber des entsendeten Arbeitnehmers in Finnland einen Vertreter bestellen, sofern die Entsendung länger als 14 Tage dauert. Außerdem ist das finnische Gesetz über die Pflichten des Auftraggebers bereits vor dem Vertragsabschluss zu berücksichtigen. Für die Mitarbeiter auf Baustellen ist eine Steuernummer erforderlich, die das Finanzamt vergibt.

Körperschaftsteuer / sonstige Ertragsteuern: Dauern die Arbeiten an einer Baustelle in Finnland längere Zeit an, so entsteht spätestens nach 12 Monaten automatisch und rückwirkend eine einkommensteuerliche Betriebsstätte in Finnland. Die dort erzielten Einkünfte sind dann in Finnland zu versteuern.

Arbeits- und Aufenthaltserlaubnis: Eine Arbeits- und Aufenthaltserlaubnis ist für Staatsangehörige der Mitgliedstaaten der EU nicht erforderlich. Arbeitnehmer aus EU-Staaten, die sich länger als drei Monate in Finnland aufhalten, müssen sich bei der örtlich zuständigen Polizei sowie beim Einwohnermeldeamt anmelden.

Sozialversicherung: Die Mitarbeiter müssen keine Sozialversicherungsbeiträge in Finnland entrichten, wenn sie im Entsendungsstaat die Entsendebescheinigung A1 erhalten.

Einkommensteuer: Bei der Zahlung von Löhnen und Gehältern durch ein ausländisches Unternehmen ist zu prüfen, welches Land das Besteuerungsrecht hat. Vorsicht: Die 183-Tage-Regelung findet nicht in allen Fällen Anwendung.

Arbeitsrecht: Bei der Entsendung deutscher Mitarbeiter nach Finnland sind Teile des finnischen Arbeitsrechts anwendbar. Zu beachten sind zum Beispiel bestimmte tarifvertragliche Regelungen sowie Arbeits- und Sicherheitsbestimmungen.

Die Frage nach der Gründung einer Tochtergesellschaft eines deutschen Unternehmens, das in Finnland tätig werden möchte, stellt sich aus rechtlicher Perspektive nicht. Europäische Unternehmen, egal welcher Rechtsform, können in Finnland tätig werden wie jede finnische Gesellschaft auch, wobei ggf. bestimmte Registrierungsanforderungen zu beachten sind. Möchte ein deutsches Unternehmen dennoch eine finnische Tochtergesellschaft gründen – oft ist dies der Fall –, stellt das finnische Gesellschaftsrecht mit der Aktiengesellschaft (*osakeyhtiö*, abgekürzt *Oy*) eine hierfür hervorragend geeignete Rechtsform zur Verfügung. Die Gründung einer finnischen AG ist recht schnell, günstig und unkompliziert zu bewerkstelligen. Das Mindeststammkapital beträgt lediglich 2 500 Euro.

Unabhängig von der Frage, ob ein Unternehmen in der Rechtsform einer deutschen oder finnischen Gesellschaft agiert, ist die Frage nach der Besteuerung zu beurteilen. Gemäß dem Deutsch-Finnischen Doppelbesteuerungsabkommen gilt, dass bei Vorliegen einer festen Betriebsstätte dasjenige Land die Körperschaft besteuern darf, in dem sich die Betriebsstätte befindet.[246]

Aus Sicht des Arbeitsrechts ist vor allem zu beachten, dass aus Deutschland (oder jedem anderen Land) nach Finnland entsandte Arbeitnehmer sämtlichen zentralen Mindestbedingungen des finnischen Arbeitsrechts unterliegen (insbesondere Löhne, Arbeitszeiten, Urlaub, Arbeitsschutzvorschriften). Das finnische Arbeitnehmerentsendegesetz gilt also branchenunabhängig. Bei einem Aufenthalt der entsandten Arbeitnehmer von mehr als 14 Tagen muss ein finnischer Vertreter bestellt werden, dem eine Vielzahl von Dokumenten zur Verfügung zu stellen sind (beispielsweise sog. A1-Bescheinigungen, Angaben zur Identifizierung des entsendenden Unternehmens und des Mitarbeiters, Aufstellung diverser Angaben zu den konkreten Arbeitsbedingungen, die für den betreffenden Ar-

[246] AHK Finnland

beitsvertrag gelten, Handelsregisterauszug). Eine finnische Besonderheit sind die ca. 200 für allgemeinverbindlich erklärten Tarifverträge, die unabhängig davon Geltung beanspruchen, ob der Arbeitgeber Mitglied eines Arbeitgeberverbandes ist oder nicht. Die Tarifverträge gelten in weiten Teilen auch für Entsendete. Die Bestimmung des anwendbaren Tarifvertrages stellt wegen sich überschneidender Anwendungsbereiche oft eine gewisse Herausforderung dar. Dies gilt auch für die Bestimmung des Mindestlohns, der sich nach dem jeweiligen Tarifvertrag richtet. Sie erfolgt mittels Einteilung der einzelnen Arbeitnehmer in Lohnklassen, zusätzlich muss aber auch eine personenbezogene Komponente enthalten sein.[247]

Zu beachten ist weiterhin, dass das finnische Gesetz über die Pflichten des Auftraggebers ihm auferlegt, von seinen Auftragnehmern – bereits vor Vertragsschluss und danach jährlich – bestimmte Dokumente abzuverlangen (zum Beispiel Handelsregisterauszüge, Steuerschuldenfreiheitsbescheinigungen, Bestätigungen über den Abschluss bestimmter Versicherungen, Übersicht über die auf die Arbeitsverhältnisse des Auftragnehmers anzuwendenden Bedingungen bzw. Benennung des anzuwendenden Tarifvertrages). Subunternehmer sollten sich also darauf einstellen, ihrem Auftraggeber entsprechende Dokumente liefern zu können. Im Übrigen müssen eventuell notwendige Registrierungen des Unternehmens immer im Einzelfall betrachtet und überprüft werden (zum Beispiel Beantragung einer Quellensteuerkarte, Steuervorauserhebungsregistrierung).[248]

VI Profile der Marktakteure

1. Identifikation möglicher Geschäftspartner und Kontakte

Basierend auf den bereits identifizierten Marktchancen werden nun die wesentlichen Kontakte und die potenziellen Geschäftspartner für deutsche Interessenten aufgezeigt. Die Kontakte sind unterteilt nach Art des Markteinstiegs und nach den jeweiligen Leistungsbereichen mit Kontaktangaben. Die Wahl der Kontakte verweist implizit auf die vorzuziehende Art des Markteinstiegs in Finnland. Weitergehende allgemeine Information zum Markteinstieg befinden sich in Kapitel V: 2.1 Vertriebsstrukturen und -wege.

1.1 Kontakte für die direkte Marktbearbeitung

Bei einer Marktbearbeitung auf direktem Wege und ohne Vertretung in Finnland sollten zunächst weitergehende Eindrücke zum Smart-Grids-Markt über vertiefte Korrespondenz mit marktbestimmenden Akteuren eingeholt werden. Hierzu zählen u.a. die Forschungsinstitute und Universitäten Aalto University, Lappeenranta University of Technology, das finnische Forschungsinstitut VTT, Finnish Clean Energy Association, Verband der Technologieindustrien (Teknologiateollisuus ry), Finnish Energy (Verband der finnischen Energieindustrien) und die Expertenorganisation Motiva Oy zur Förderung effizienter und nachhaltiger Nutzung von Energie und Materialien. Im Folgenden sind hilfreiche Personenkontakte aus diesen Organisationen gelistet:

Aalto University
www.aalto.fi

Lappeenranta University of Technology
www.lut.fi

VTT (Technisches Forschungszentrum Finnland)
www.vtt.fi

[247] AHK Finnland
[248] AHK Finnland

Finnish Clean Energy Association

www.lahienergia.org

Verband der Technologieindustrien (Teknologiateollisuus ry)

www.teknologiateollisuus.fi

Finnish Energy (Energiateollisuus ry)

http://energia.fi

Motiva Oy

www.motiva.fi

1.2 Administrative Instanzen und Kommunale Entscheidungsträger

Ministerium für Arbeit und Wirtschaft (Työ- ja elinkeinoministeriö, TEM)
TEM ist für Finnlands Energie- und Technologiepolitik zuständig. Das Ministerium steuert die allgemeine Energiepolitik und koordiniert die Klimawandelstrategie sowie internationale und europäische Energieprogramme. Erwähnt werden sollte auch die finanzielle Verantwortung des Ministeriums in mehreren internationalen Energieinvestitionsprojekten und EU-Energieprogrammen. Schließlich gewährt das Ministerium Beihilfen bzw. Fördermittel für Energieprojekte.

Energieabteilung (Energiaosasto)
Aleksanterinkatu 4; 00170 Helsinki
Postfach 32; 00023 Government
Tel.: 00358/10 60 60 00; Fax: -916 06 21 66
www.tem.fi

Ministerium für Umwelt (Ympäristöministeriö, YM)
YM vergibt Energiehilfen für Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeisolierung oder für den Einsatz erneuerbarer Energien in Wohnblocks und Reihenhäusern. Auch die Sanierung, Reparatur oder der Betrieb von Lüftungs- und Heizsystemen wird gefördert. Das Ministerium ist für die Umweltpolitik und zum Teil auch für das Thema Klimawandel zuständig, ferner zudem für die Energieeffizienz und für Bauvorschriften sowie deren Einhaltung. Den Ministerien sind gewisse staatliche Zentralstellen zugeordnet. Das Umweltministerium bedient sich bei der Durchführung bestimmter Aufgaben zum Beispiel des Finnischen Umweltinstituts (www.environment.fi). Dieses hat 13 Provinzbüros, regionale Umweltzentren, in verschiedenen Landesteilen. Die Büros überwachen die Einhaltung der Umwelt- und Sicherheitsvorschriften bei Energieprojekten und -anlagen. Sie spielen auch bei Fragen der Landnutzung für gewerbliche oder andere Zwecke eine wichtige Rolle. Sie geben Gutachten ab und erteilen Genehmigungen.

Besucheradresse: Kasarminkatu 25; 00130 Helsinki
Postfach: 35; 00023 Government
Tel.: 00358/20 61 01 00; Fax: -916 03 93 20

www.ymparisto.fi

Ministerium für Land- und Forstwirtschaft (Maa- ja metsätalousministeriö MMM)
MMM stellt Hilfen für die Aufforstung von Jungwäldern und für die Energieholzernte zur Verfügung. Das Ministerium ist für die Forst- und Landwirtschaftspolitik verantwortlich (einschließlich forst- und landwirtschaftlicher Biokraftstoffe). Es verwaltet außerdem gewisse Finanzinstrumente in diesem Bereich.

Besucheradresse: Hallituskatu 5, 00170 Helsinki
Tel.: 003589/160 01; Fax: -16 05 42 02
www.mmm.fi

Energiemarktbehörde (Energiamarkkinavirasto)
Die finnische Energiemarktbehörde ist eine unabhängige Agentur, die den finnischen Energiemarkt, die Reduzierung der Emissionen, die Energieeffizienz sowie die Nutzung der erneuerbaren Energien kontrolliert und fördert.

Lintulahdenkuja 4; 00530 Helsinki
Tel.: 00358/10 60 50 00; Fax: -96 22 19 11
www.energiamarkkinavirasto.fi

Regionale Wirtschafts-, Verkehrs- und Umweltzentren
(Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset, ELY)
Auf regionaler Ebene wird die Technologiepolitik von den Zentren für Wirtschafts-, Verkehrs- und Umweltförderung umgesetzt. Die Zentren helfen Unternehmen mit Unterstützung und Beratung, zum Beispiel bei der Gründung, Expansion und Diversifizierung. Zudem verwalten sie die Umweltverträglichkeitsprüfungen. Jedes Zentrum trägt mit der Finanzierung von Investitionen und Projekten seiner Firmen zur Entwicklung der Region sowie zur Strukturverbesserung und Beschäftigung im Privatsektor bei. Jedes Zentrum bietet Beratung, Ausbildung und praktisches Training für Management und Personal. Alle verfügen über Werkzeuge und Instrumente in jeder Unternehmensphase, beginnend mit der Gründung bis hin zu Finanzierung, Lebensfähigkeit und Produktivität.
Die Zentren können Rat zu Projekten geben, die sich auf Arbeitsbedingungen im Allgemeinen oder die Verbesserung der Produktivität und Qualität eines bestimmten Arbeitsplatzes beziehen. Sie ermitteln den Bedarf an Bereitstellung beruflicher Aus- und Weiterbildung in Zusammenarbeit mit örtlichen Unternehmen, Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und sonstigen Verbänden sowie Bildungseinrichtungen. Ebenso beraten sie Firmen zu Standortfragen oder helfen bei der Neustrukturierung von Schulden und Lohnzahlungen. Ferner überwachen die Büros die Einhaltung der Umwelt- und Sicherheitsvorschriften bei Energieprojekten und -anlagen. Sie spielen auch in Fragen der Landnutzung für gewerbliche oder andere Zwecke eine wichtige Rolle. Sie geben Gutachten ab und erteilen Genehmigungen.

In Finnland gib es 15 ELY-Zentren: www.ely-keskus.fi, kirjaamo.uusimaa@ely-keskus.fi

FICORA, Die nationale Agentur für Telekommunikation,
(Finnish Communications Regulatory Authority)
Die nationale Agentur für Telekommunikation, FICORA, reguliert und überwacht die Kommunikationsnetzwerke, deren Qualität und die Dienstleistungen der Telekommunikationsunternehmen, die Netze von Immobilien, Netzplanung und -bau, die Nutzung von Funkfrequenzen, die elektronische Identifikation sowie die CE-Kennzeichnung von Telekommunikationsgeräten. Die Regulierung zielt darauf ab, gut funktionierende, vertrauliche und hochqualitative Netze in Finnland sicherzustellen und flächendeckend allen finnischen Bürgern zur Verfügung zu stellen.

www.viestintavirasto.fi

1.3 Marktbearbeitung durch Kooperationen mit etablierten Akteuren

Mit bereits auf dem Markt etablierten Akteuren können durch die richtige Verknüpfung der jeweiligen Leistungen und unter Berücksichtigung der gegenseitigen Komplementarität Mehrwerte und Wettbewerbsvorteile geschaffen

werden. Dies bedarf jedoch einer genaueren Konkurrenzanalyse und eines darauffolgenden intensiven Austausches mit der Gegenseite. Kooperationen können und sollten auch mit Projektentwicklern sowie Kommunen eingegangen werden. Im Folgenden ist eine Auswahl an potenziellen Vertretern gelistet:

- **ABB OY**

ABB ist ein wegweisender Technologieführer, der in rund 100 Ländern eng mit Kunden aus den Bereichen Energieversorgung, Industrie, Transport und Infrastruktur zusammenarbeitet. Mit mehr als vier Jahrzehnten an der Spitze der digitalen Technologien sind sie führend in digital vernetzten und vernetzungsfähigen industriellen Geräten und Systemen mit einer installierten Basis von mehr als 70 000 Kontrollsystemen, die 70 Mio. Geräte verbinden.

www.abb.com/industries/fi/9AAC166913.aspx?country=FI

- **AIDON OY**

Ein etablierter Anbieter von Smart-Grid- und Smart-Metering-Technologie und -Dienstleistungen in den nordischen Ländern. Von den frühesten Tagen im Jahr 2004 bis heute haben sie Verteilnetzbetreiber (VNB) dabei unterstützt, die Zuverlässigkeit der Stromverteilung zu erhöhen. Die Kunden betreiben, warten und entwickeln die Energieverteilungssysteme in ihrem Gebiet. Auf der Grundlage von Smart Metering sowie der Verfeinerung und Nutzung von Netzdaten ermöglichen ihre Lösungen den Netzbetreibern, ihre Hauptverantwortung zu übernehmen: die einwandfreie Stromversorgung der Endnutzer sicherzustellen. Sie helfen Kunden, Risiken besser zu managen, Probleme schneller zu erkennen und zu beheben und die Anforderungen des intelligenteren Netzes zu erfüllen.

https://www.aidon.com/

- **CARUNA OY**

Mit seiner über 100-jährigen Erfahrung ist Caruna das größte Unternehmen in Finnland, das sich auf die Stromverteilung spezialisiert hat. Landesweit hält Caruna einen Marktanteil von rund 20 % an der lokalen Stromübertragung und liefert Strom an 664 000 Privat- und Firmenkunden. Das Unternehmen verbessert und entwickelt sein elektrisches Netzwerk kontinuierlich weiter. So können seine Kunden zum Beispiel den Strom produzieren, den sie selbst verbrauchen, und den überschüssigen Strom über das Netz verkaufen.

https://www.caruna.fi/

- **Clic innovation**

Innovative Lösungen für Bioökonomie, Energie und Cleantech.

https://clicinnovation.fi/

- **OY CYBERSOFT AB**

Application-Management (Anwendungsmanagement), Programmierung und Beratung.

http://www.cybersoft.fi/

- **ELEKTROBIT WIRELESS COMMUNICATIONS OY**

Eingebettete IT-Systeme, Cloud-Computing und Dienstleistungen für die Automobilindustrie

https://www.elektrobit.com/

- **ELENIA OY**

Elenia ist in mehr als einhundert Landkreisen tätig und versorgt Haushalte und Unternehmen mit Wärme und Strom. Als Vorreiter in intelligenten Stromnetzen haben sie Stromverteilungs- und Datensysteme in ein umfassendes intelligentes Stromverteilungsnetz integriert, das Informationen in Echtzeit bereitstellt und anwendet.

http://www.elenia.fi/

- **EMPOWER OY**

Empower ist ein Dienstleistungsunternehmen, das dazu beiträgt, die Räder der Gesellschaft am Laufen zu halten und die Wettbewerbsfähigkeit der Kunden zu verbessern. Empower baut, installiert, wartet und repariert Strom- und Telekommunikationsnetze, unterhält Kraftwerke und Fabriken und liefert ICT-Lösungen. Empower ist an rund einhundert Standorten in Finnland, Schweden, Norwegen, Estland, Lettland und Litauen tätig. Sie beschäftigen 1 700 Service-Profis.

https://www.empower.eu/en

- **EMTELE OY**

„Fieldcom“ für kritische Infrastrukturen, Schutztechnologiedienstleistungen, Automatisierungslösungen, technologische Lösungen für die Fernwartung.

https://emtele.com/

- **FINGRID OYJ**

Fingrid Oyj kümmert sich um das Funktionieren des landesweiten Hochspannungsnetzes, des Rückgrats der Stromübertragung. Sie übertragen kontinuierlich Strom von Stromerzeugern an Verteilnetzbetreiber und Industrieunternehmen. Kümmern sich um die grenzüberschreitenden Verbindungen und fördern das Funktionieren des Strommarktes.

http://www.fingrid.fi

- **INNO W OY**

Sind spezialisiert auf die Umsetzung von Servicekonzepten, Prozessen und Arbeitspraktiken, die moderne Kommunikationsmethoden, Intelligenz kollaborativer Netzwerke und Online-Informationen kombinieren. Sie helfen ihren Kunden, Verkaufsaktivitäten zu fördern, Installations-, Reparatur- und Wartungsleistungen zu rationalisieren, vernetzte Geschäftslösungen umzusetzen und Werkzeuge zur Ideenfindung und zum Management von Innovationen einzusetzen.

http://www.inno-w.fi/

- **MX ELEKTRIX OY**

Electrix ist auf die Messung von elektrischer Energie spezialisiert. Electrix produziert Leistungsmessgeräte, Software und Überwachungssysteme mit einem starken Fokus auf Produktentwicklung. Electrix bietet auch Beratungsleistungen in der Leistungsmessung an. Sie bieten ihren Kunden ein umfassendes Angebot an Produkten und Dienstleistungen zur Überwachung, Analyse und Steuerung / Kontrolle von Qualität und Last von Elektrizität. Der Kundenstamm von Electrix umfasst hauptsächlich Energieversorgungsunternehmen, Stromnetzbetreiber, Industrieunternehmen und Immobilienunternehmen.

http://www.electrix.fi/

- **NOKIA SIEMENS NETWORKS OY**

Sie bedienen Kommunikationsdienstleister, Regierungen, Großunternehmen und Verbraucher mit dem branchenweit umfassendsten End-to-End-Portfolio an Produkten, Dienstleistungen und Lizenzen. Von der grundlegenden Infrastruktur für 5G und das Internet der Dinge bis hin zu neuen Anwendungen in der virtuellen Realität und digitalen Gesundheit gestalten sie die Zukunft der Technologie. Als globales Unternehmen arbeiten sie mit 160 Nationalitäten in mehr als 100 Ländern.

https://networks.nokia.com/

- **OULUN SÄHKÖMYYNTI OY**

Oulun Energia ist eine moderne Unternehmensgruppe, die in Finnland im Energiesektor tätig ist. Ihre Tätigkeit umfasst die gesamte Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft, von der Rohstoffgewinnung bis zur Energieerzeugung und -verteilung. Sie bieten auch eine breite Palette von Dienstleistungen, wie intelligente Energiedienstleistungen, Netzwerkmanagement, Subunternehmer- und Wartungsdienste.

https://www.oulunenergia.fi/

- **SUURSAVON SÄHKÖ OY**

Suur-Savon Sähkö ist ein finnischer Energiekonzern. Das Unternehmen kümmert sich um die Gewinnung, Produktion und Verteilung von Energie im östlichen Teil der finnischen Seenplatte, rund um die Gegend Päijänne. Der Konzern verkauft elektrische Energie in ganz Finnland und beschäftigt über 100 Energiefachleute.

https://www.sssoy.fi/

- **TEKLA OY**

BIM-Software für Modellierung beliebiger Konstruktionen, B.I.M. (Building Information Modelling), Methode, Bauwerke über ihren gesamten Lebenszyklus mit all ihren relevanten Informationen abzubilden.

https://www.tekla.com

- **THERE CORPORATION OY**

Technische Lösungen für die Förderung der aktiven Teilnahme der Konsumenten am Energiemarkt (in Zusammenarbeit mit Energieunternehmen).

http://www.therecorporation.com/

- **TIETO FINLAND OY**

IT-Dienstleistungen für Unternehmen, fokussiert u.a. auf Digitalisierung, Cloud-Computing, Datenschutz und Sicherheit.

https://www.tieto.fi/

Universitäten

- **AALTO KORKEAKOULUSÄÄTIÖ**

Die Aalto Foundation Group besteht aus mehreren Unternehmungen. Die Aalto University Properties Ltd. ist die größte Unternehmung und besitzt Räumlichkeiten in Otaniemi, Töölö und Kirkkonummi. Unter anderem küm-

mert sich Aalto University Properties Ltd. um die Instandhaltung der Räumlichkeiten sowie andere unterstützende Tätigkeiten der Immobilienentwicklung.

http://www.aalto.fi/fi/about/organization/aalto_group_and_aalto_holding/

- **ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO**

Die University of Eastern Finland bietet ein weites Spektrum an interdisziplinären Studiengängen und ist mit ihren drei Campussen in den Städen Joensuu, Kuopio und Savonlinna eine der größten Universitäten Finnlands. In Kooperation mit dem WWF (World Wildlife Fund) wurde das Abkommen „Green Office“ geschlossen, um den Energieverbrauch des Bürolebens kontinuierlich zu reduzieren.

http://www.uef.fi/fi/etusivu

- **LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO**

Die Lappeenranta University of Technology ist Vorreiter im Verbinden der Felder Technologie und Geschäftswesen. Saubere Energie und Wasser, zirkulierende Wirtschaft sowie nachhaltiges Geschäftswesen sind Schlüsselfragen, die sich die Menschheit stellt und auf die die LUT mit Hilfe von Technologie und Betriebswirtschaft Antworten sucht. Die Expertise wird deutlich hervorgehoben durch den Green Campus – eine einzigartige Studien- und Forschungsumgebung.

https://www.lut.fi/

- **MITTATEKNIIKAN KESKUS**

Als Teil des wissenschaftlich-technischen Instituts VTT ist MIKES Metrology auf die Wissenschaft und Technik des Messens spezialisiert. MIKES ist somit verantwortlich für die Implementierung und Entwicklung des nationalen Messnormsystems sowie für die Realisierung der SI-Einheiten Finnlands.

http://www.mikes.fi/

- **OULUN YLIOPISTO**

Die Universität Oulu ist eine international ausgerichtete Hochschule. Zukunftsinnovationen, Wohlbefinden und Wissen werden mit Hilfe von multidisziplinärer Forschung und Bildung erschaffen. Erforscht werden u.a. Kultur

und Leute in einer sich immerwährend verändernden und lebendigen Umgebung sowie die Möglichkeiten, die neue Technologien mit sich bringen, um das Wohlbefinden der Menschen und der Umwelt zu fördern.

http://www.oulu.fi/yliopisto/

- **TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO**

Die technische Universität Tampere (TUT) forscht in den Bereichen Technologie und Architektur und bietet in diesen Tätigkeitsbereichen Hochschulbildung an. Die TUT generiert Wissen und Kompetenz zugunsten der Gesellschaft. Daher ist die Universität ein gefragter Partner für gemeinschaftliche Forschung und Entwicklung von Projekten in Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft.

http://www.tut.fi/fi/etusivu

- **TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT**

VTT ist das Zentrum für technische Forschung Finnlands und eine der führenden Forschungs- und Technologie-Organisationen Europas. Multidisziplinäre Experten arbeiten Hand in Hand, um Kunden und Partner gleichermaßen bei der Erstellung neuer Produkte, Produktionsprozesse, Methoden und Dienstleistungen zu unterstützen. Mit 2 414 Mitarbeitern (Stand 2016) erwirtschaftete die VTT Group einen Jahresumsatz von 269 Mio. Euro.

http://www.vtt.fi/

- **VAASAN YLIOPISTO**

Das weitreichende Bildungs- und Forschungsangebot der Universität deckt die Spanne von Betriebswirtschaftslehre, Administration, Technologie bis hin zu Kommunikation ab. Die Forschung ist zeitgerecht und das wissenschaftliche Wissen wird durch hohe internationale Qualität gewährleistet.

http://www.uva.fi/fi/

ICT- und Cleantechanbieter:

- **LEANHEAT**

Das Leanheat-System steuert das Raumklima für Häuser, Schulen, Tankstellen, Feuerwachen und Rathäuser. Es ist die weltweit größte IoT-Lösung für die kollektive Heizung. Vollautomatisiert und selbstlernend bietet Leanheats Lösung Echtzeit-Optimierung nicht nur für einzelne Gebäude, sondern für ganze Cluster von Mehrfamilienhäusern – und gleichzeitig die Möglichkeit für Fernwärmeunternehmen, ihre Kunden effizienter und mit einem geringeren CO_2-Ausstoß zu versorgen.

http://leanheat.com/

- **NESTE JACOBS**

Neste Jacobs bietet alle Dienstleistungen an, die den Kunden durch jede Phase der Errichtung einer neuen Industrieanlage führen: von Prozess- und Machbarkeitsstudien über Process Design Packages (PDP), Basic Engineering

Design (BED) oder Frontend Engineering Design (FEED), Engineering, Procurement und Construction Management (EPCM) bis zu Vor-Inbetriebnahme und Inbetriebnahme der Anlage. Zusätzlich unterstützt Neste Jacobs bei der Fehlerbehebung und Behandlung von Problemen. Außerdem bietet das Unternehmen Lebenszyklus-Services wie Wartung, Geräte-Upgrades und Außerbetriebnahme an.

http://www.nestejacobs.com/

- **KEYPRO**

Keypro unterstützt Netzbetreiber dabei, ihre Investitionen in Wasser-, Wärme-, Strom-, Licht-, Gas- und Telekommunikationsnetze zu verwalten und zu dokumentieren. Das Unternehmen ist auf Netzwerkinformationsmanagement, geographische Informationsmanagementlösungen und verwandte professionelle Dienstleistungen spezialisiert.

https://www.keypro.fi/en/frontpage

- **MSc**

MSc wird von zwei Unternehmen gebildet; MSc Electronics Oy, spezialisiert auf Stromrichter für Smart Grids, erneuerbare Energien und industrielle Anwendungen, und MSc Traction Oy, spezialisiert auf Hilfsstromrichter für Schienenfahrzeuge. Mit MSc-Konverterlösungen können Kunden ihre Wettbewerbsfähigkeit unabhängig von ihren Anwendungen verbessern. Die Lösungen bieten Energieeinsparung, verbesserte Energieeffizienz und geringere Betriebskosten.

http://www.msc.eu/main.php

- **Exel Composites**

Exel Composites bietet 50 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung von innovativen Verbundlösungen für die anspruchsvollsten industriellen Anwendungen. Ihre leichten, hochleistungsfähigen Glas- und Kohlefaserkomponenten werden in den Bereichen Windenergie, Telekommunikation, Baugewerbe, Transportwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik und zahlreichen anderen Märkten eingesetzt. Die Verbundwerkstofftechnologie von Exel bietet überlegene mechanische Leistung bei geringeren Herstellungskosten.

http://www.exelcomposites.com/

- **AC2SG**

AC2SG Software Oy ist ein Softwarelösungsanbieter von Smart Grids. Lösungen basieren entweder auf Softwareprodukten, spezifischen Entwicklungen, Beratungsdiensten oder einer Kombination dieser. Bisher sind sie auf das Laden von Elektrofahrzeugen, auf Lösungen für die Nachfrageentwicklung und in letzter Zeit auf die Beratung und Entwicklung von Mobility-as-a-Service konzentriert. Sie haben erstklassige Kompetenzen in den Bereichen Infrastrukturplanung, Analytik und modulare IT-Architekturentwicklung. Kernkunden sind Strom- und Mobilitätsdienstleister der nächsten Generation.

https://en.ac2sg.com/

- **FINNWIND**

Finnwind Oy ist ein 1993 gegründetes finnisches Technologie- und Expertenunternehmen, das Photovoltaikanlagen, kleine Windkraftanlagen und Inselnetzwerkprodukte herstellt, vermarktet und installiert. Zu Finnwinds Kunden zählen führende heimische Energie- und Bauunternehmen, sonstige Unternehmen und Bauernhöfe. Sie bieten Kunden Dienstleistungen vom Systemdesign bis zur schlüsselfertigen Installation an.

https://finnwind.fi/

- **OPTIWATTI**

OptiWatti Ltd ist ein Unternehmen für intelligentes Energiemanagement, das 2013 in Finnland gegründet wurde. OptiWatti optimiert den Energieverbrauch beim Heizen und Kühlen mit einem intelligenten und prädiktiven Regelmechanismus. Das System kann sogar 40 % des Energieverbrauchs einsparen und verfügt über eine intelligente Lösung für ein direktes Lastmanagement. OptiWatti Ltd strebt ein starkes Wachstum vor Ort und im Ausland durch Direktvertrieb sowie durch ausgewählte Partnerschaften mit Stromunternehmen an.

https://www.optiwatti.fi/

- **THERE CORPORATION**

Gegründet im Jahr 2009 bietet die THERE Corporation in Kooperation mit Energieunternehmen, Dienstleistern und Geräteherstellern intelligente Energielösungen sowie neuartige Geschäftsmodelle an. THEREs Lösungen machen unser Zuhause und unsere Einrichtungsgegenstände von passiven zu aktiven Teilnehmern am Energiemarkt. Somit können Endverbraucher selbst dann umweltfreundlich agieren, wenn sie schlafen und durch das Teilen von Ressourcen profitieren, wenn Ressourcen von ihnen nicht benötigt werden.

http://www.therecorporation.com/

- **BASE N**

Base N wurde 2001 gegründet, um extrem skalierbare und fehlertolerante Netzwerk- und Service-Management-Systeme für Telekommunikationsbetreiber und große multinationale Unternehmen bereitzustellen. Sie ermögli-

chen den Einstieg in das IoT, indem sie neue und traditionelle Branchenprodukte digitalisieren und verbinden, um neue intelligente Dienste anzubieten.

https://www.basen.net/

- **VALOE**

Valoe Oyj ist ein finnisches Hightech-Unternehmen mit großer Erfahrung in der Automatisierungs- und Lasertechnik sowie in der industriellen Massenproduktion. Valoe entwickelt und vertreibt Photovoltaik (PV)-Technologie der nächsten Generation, die auf Rückseitenkontakttechnologie und fortschrittlicher Automatisierung basiert. Valoe bietet schlüsselfertige Lösungen für die Herstellung von PV-Modulen und PV-Kraftwerken an. Valoe verkauft auch leistungsfähigere, langlebigere und attraktivere Solarmodule, die in Finnland hergestellt werden.

http://www.valoe.com/

- **FINESS ENERGY**

Finess Energy Oy ist ein finnischer Experte für Energieeffizienz und Energie. Das Unternehmen unterstützt in verschiedenen Phasen bei der effizienten Nutzung von Energie.

http://www.finess.fi/en/

- **SAALASTI**

Saalasti ist ein Familienunternehmen, das 1945 gegründet wurde. Sie sind unter den weltweit führenden Herstellern von Maschinen zur Verarbeitung von holzbasierter Biomasse mit fast 70 Jahre Erfahrung mit schweren Maschinen und mehr als 30 Jahren Erfahrung mit Bioenergieprodukten.

http://saalasti.fi/

- **FINNO ENERGY**

Finno Energy entwickelt neue Lösungen für die Energieproduktion. Diese Lösungen zielen darauf ab, die Produktion von Elektrizität und Wärme erschwinglich und umweltfreundlich zu gestalten. Der Fokus liegt dabei auf der Klasse der 10-200 kW Aggregate, bei niedrigen Investitions- und Betriebskosten. Zudem kann die Technologie auf 300 kW und mehr vergrößert werden.

https://www.finnoenergy.fi/

- **TERALOOP**

Teraloop revolutioniert die Welt der Energiespeicherung mit einer innovativen und patentierten Konfiguration bewährter bestehender Technologien: MAGLEV, Schwungräder und bürstenlose Elektromotoren. Das System besteht aus einem großräumigen, magnetisch gelagerten Rotor, der geladen und beschleunigt wird, wenn überschüssige Energie verfügbar ist, und dann in das Netz einspeist, wenn die Energie benötigt wird. Das System wird unterirdisch arbeiten und einen minimalen visuellen und ökologischen Fußabdruck aufweisen. Die Bereitstellung der Technologie von Teraloop würde ein schnelles Reaktionssystem ergeben, das auf hohe Leistung skalieren kann. Dies würde eine effektive Lösung für viele Speicheranwendungen im mittleren bis großen Maßstab darstellen und gleichzeitig dazu beitragen, die Probleme der Netzüberlastung und der Volatilität zu verringern, die sich aus einem hohen Anteil variabler erneuerbarer Quellen im Energiemix ergeben.

http://teraloop.org/

- **NORELCO**

Norelco, gegründet 1962, ist einer der führenden europäischen Hersteller von elektrischen Verteilsystemen in Europa und der größte in Finnland. Sie entwerfen und produzieren Niederspannungs- und Mittelspannungsschaltanlagen für die Energie-, Industrie- und Baubranche und bieten Effizienz und Erfahrung für die Energieverteilungsprojekte ihrer Kunden.

http://www.norelco.fi/en/

- **SciTech-Service**

SciTech-Service ist ein Technologie-Entwicklungsunternehmen, das Beratungs- und Labordienstleistungen in der Bioraffinerie und regenerierte Cellulosematerialien anbietet.

http://scitech.fi/

- **HÖGFORS GST**

HögforsGST ist auf die Herstellung, den Vertrieb und die Vermarktung von hochwertigen Heizsystemen spezialisiert. Die Eigentümer und Mitarbeiter des Unternehmens verfügen über eine fundierte Erfahrung in Kauf, Herstellung, Verkauf und Vertrieb von HLK-Systemen in Europa und Asien, die fast 20 Jahre zurückreicht. Högfors ist ein innovatives und schnell wachsendes finnisches Unternehmen, das sich für die Entwicklung von Fernwärme-Know-how einsetzt.

http://hogforsgst.com/

- **DELTAMARIN**

Über 25 Jahre Erfahrung in Schiffsdesign, Offshore-Engineering und Baudienstleistungen für die Marine- und Offshore-Industrie weltweit. Die Fachkenntnisse des Unternehmens umfassen zweckmäßige Designs für alle Schiffstypen und Offshore-Schiffen. Deltamarin übernimmt alle Designdisziplinen und -phasen bei Neubau- und Umbauprojekten. Der Betrieb engagiert sich für die Bereitstellung von Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus eines Schiffs – von der Konzeptentwicklung und dem Engineering bis hin zum Projektmanagement während des Schiffbaus und der Inbetriebnahme. Für den Betrieb von Schiffen wird eine breite Palette von lebenslangen Support-Services angeboten, um die Flotte in einem ausgezeichneten Zustand zu erhalten oder sogar auf die nächste Stufe aufzurüsten.

https://www.deltamarin.com/

- **MOVENTAS**

Moventas ist der Experte für Windturbinengetriebe. Das Unternehmen senkt die Energiekosten und macht die Windkraft wettbewerbsfähiger.

https://www.moventas.com/

- **Citec**

Citec wurde 1984 gegründet. Das finnische Unternehmen beschäftigt aktuell 1 300 Mitarbeiter weltweit und betreibt Niederlassungen in Finnland, Schweden, Norwegen, England, Frankreich, Deutschland, Russland, Singapur und Indien. Der Hauptsitz der Citec befindet sich im finnischen Vaasa. Citec bietet ein multidisziplinäres Spektrum an Dienstleistungen im Bereich Maschinenbau und Informations-Management für die Energie- und Stromindustrie sowie andere Technologieindustrien.

http://www.citec.com/en-US

- **ionsign**

Ionsign wurde 2007 gegründet und ist im Bereich „embedded electronics“ und „remote management“ tätig. Die Gründer haben fundiertes Wissen in der Produktentwicklung während ihrer Arbeit in Großunternehmen sammeln können, wie beispielsweise bei Nokia. Das Know-how erstreckt sich von der Entwicklung von IoTs, Data Collection und Transfer, Elektronik bis hin zu Server-Software. Mittlerweile beschäftigt das Unternehmen 12 Mitarbeiter – mit steigender Tendenz.

http://ionsign.fi/

- **The Switch**

The Switch ist Teil der Yaskawa Electric Corporation und arbeitet daran, die Welt mit elektrischer Antriebstechnologie für erneuerbare und industrielle Applikationen zu verbessern. Der Fokus liegt dabei auf Wind, maritimen und industriellen Anwendungen. Gegründet 2006 konnte The Switch einen Jahresumsatz (Stand 2016) von 72,2 Mio. Euro erwirtschaften. Der Hauptsitz ist in Helsinki und es sind ca. 200 Personen angestellt.

http://theswitch.com/

- **Norsepower Oy Ltd**

Norsepower Oy Ltd ist ein finnisches Cleantech- und Engineering-Unternehmen, das einen modernen Hilfsantrieb für die weltweite maritime Industrie entwickelt hat. Die Rotor-Sail-Lösung von Norsepower ist eine bewährte, wartungsarme, benutzerfreundliche und zuverlässige Technologie zur Kraftstoffeinsparung, die die Dekarbonisierung der Schifffahrtsindustrie unterstützt. Norsepower bietet dem globalen maritimen Markt wirtschaftliche Lösungen an, die eine signifikante Reduzierung sowohl der Treibstoffkosten als auch der Treibhausgasemissionen von Schiffen ermöglichen.

http://www.norsepower.com/

- **NOCART**

Nocart ist ein umweltbewusstes Energieunternehmen, das mehrere Quellen nutzt, um umweltfreundlichen Strom für alle Bedürfnisse zu produzieren, einschließlich Eigenverbrauch, Verkauf und Ersatzstrom für kleine Kraftwerke. Nocart bedient die globale Nachfrage auf drei Ebenen: Power Management Unit, System und Power. Das Produktportfolio umfasst die Leistungselektronik für die regenerative Energieerzeugung, komplette regenerative Kraftwerksprojekte und Anlagen für den Stromhandel. Nocart ist der neue Standard der Energieautarkie. Nocart-Lösungen beinhalten immer eine Machbarkeitsstudie, Kundentrainings für technisches Personal und einen reaktionsschnellen technischen Support.

http://nocart.com/

- **POLARSOL**

Polarsol hat eine Lösung auf den Markt gebracht, mit der Solarthermie als kosteneffektive Stand-Alone-Heizungsoption genutzt werden kann. Ein von Polarsol entwickeltes Hybridsystem nutzt einen firmeneigenen patentierten Wärmetauscher in verschiedenen Systemkomponenten und kombiniert auf einzigartige Art und Wei-

se Solarthermie mit Luftwärmepumpe, Abwärmenutzung und Langzeitwärmespeicherung. Zusätzlich kann dasselbe System auch zur Kühlung von Anlagen verwendet werden.

http://www.polarsol.com/

- **VAISALA**

Vaisala ist ein weltweit führendes Unternehmen für Umwelt- und Industriemessungen. Aufbauend auf 80 Jahren Erfahrung liefert Vaisala Beobachtungen für eine bessere Welt. Vaisala ist ein zuverlässiger Partner für Kunden auf der ganzen Welt und bietet ein umfassendes Angebot an innovativen Beobachtungs- und Messprodukten sowie -dienstleistungen. Vaisala hat seinen Hauptsitz in Finnland und beschäftigt weltweit rund 1 600 Mitarbeiter. Das Geschäft von Vaisala wird von zwei Geschäftsbereichen geleitet: Industriemessungen sowie Wetter und Umwelt.

http://www.vaisala.com/en/Pages/default.aspx

- **WÄRTSILÄ**

Wärtsilä ist ein weltweit führender Anbieter von Spitzentechnologien und kompletten Lifecycle-Lösungen für den Marine- und Energiemarkt. Durch die Betonung von nachhaltiger Innovation und Gesamteffizienz maximiert Wärtsilä die Umwelt- und Wirtschaftsleistung der Schiffe und Kraftwerke seiner Kunden. Das Unternehmen ist an mehr als 200 Standorten in mehr als 70 Ländern auf der ganzen Welt tätig.

http://www.wartsila.com/

- **UPM**

UPM führt die Integration von Holz- und Forstindustrie in eine neue, nachhaltige und innovationsgetriebene Zukunft. Biokraftstoffe, Biokomposite und Biochemikalien basieren auf umfassendem Know-how und ihrer starken Position in der Wertschöpfungskette der Waldbiomasse.

http://www.upm.com/en/

- **ENSTO**

Ensto ist ein internationales Familienunternehmen, das intelligente elektrische Lösungen entwickelt und anbietet, um die Sicherheit, Funktionalität, Zuverlässigkeit und Effizienz von intelligenten Netzen, Gebäuden und Transportmitteln zu verbessern. Ensto wurde 1958 gegründet und beschäftigt 1 600 Mitarbeiter in Europa, den USA und Asien. Das Unternehmen glaubt an ein besseres Leben mit Strom und ein nachhaltigeres Morgen.

http://www.ensto.com/

- **PICOSUN**

Picosun ist ein führender Anbieter von hochwertiger Atomlagenabscheidungstechnologie (ALD) für Halbleiter- und andere Industrien. Das Portfolio der PICOSUN ALD-Geräte reicht von vollautomatischen, SEMI-konformen Batch- und Clustersystemen für die Großserienfertigung bis hin zu kleineren R & D- und Pre-Pilot-Produktionswerkzeugen. Produktionserprobte Beschichtungslösungen für die IC-, MEMS-, LED-, Sensor- und 3D-Bauteilbearbeitung werden mit erstklassiger Prozessqualität, führendem Gerätedesign, umfassender Prozessunterstützung und Kundenbetreuung beherrscht.

http://www.picosun.com/

- **GREEN ENERGY FINLAND**

GreenEnergy Finland Ltd ist ein erstklassiger Lieferant von hochwertigen, kosteneffizienten und zuverlässigen erneuerbaren Energieanwendungen und -systemen für Firmen- und Privatkunden. Neben Solarsystemen bietet Green Energy Finland auch Dienstleistungen wie Beratung, Finanzierung und Ingenieurwesen. GreenEnergy Finnland stellt sicher, dass der Kunde die effizienteste, zuverlässigste und rentabelste Technologie für die Energieerzeugung erhält.

http://www.gef.fi/en/

- **MERUS POWER**

Merus Power entwickelt und fertigt weltweit führende saubere Technologien zur Verbesserung der Energiequalität, Energieeffizienz, Betriebs- und Umweltleistung. Die dynamischen Kompensationslösungen – aktive Oberwellenfilter, STATCOMs, SVCs und UPQs – lösen Stromqualitätsprobleme effektiv in Echtzeit.

http://www.meruspower.com/

- **GREXEL**

Grexel ist ein Pionier, wenn es um Energiezertifizierung geht. Außerdem regelt und entwickelt Grexel die Zentralregister in 10 Ländern und für 7 000 aktive Kontoinhaber weiter. Gegründet wurde Grexel im Jahr 2003 und das Unternehmen beschäftigt 20 Experten in Helsinki, Tallinn und Chennai. Der Jahresumsatz beträgt 3 Mio. Euro. Grexel ist finanziell konstant stabil und seit 2008 als Triple-A kreditwürdig eingestuft worden.

http://www.grexel.com/

- **OUTOTEC**

Outotec liefert führende Technologien und Dienstleistungen für die nachhaltige Verwendung der natürlichen Ressourcen unserer Erde. Zusätzlich werden innovative Dienstleistungen für die industrielle Wasseraufbereitung, die

Verwendung von alternativen Energiequellen und die Chemieindustrie angeboten. Mit Hilfe eines globalen Netzwerks an Sales- und Service-Centern, Forschungseinrichtungen und über 4 800 Experten hat Outotec einen Jahresumsatz von 1,058 Mrd. Euro erwirtschaftet (Stand 2016).

http://www.outotec.com/

- **NESTE**

Neste ist ein Raffinerie- und Marketingunternehmen und spezialisiert auf hochwertige Kraftstoffe und sauberen Verkehr. Produziert werden alle wichtigen Ölprodukte und zudem ist Neste der weltweit führende Anbieter von Dieselkraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Beheimatet im Ostseeraum, verfügt Neste über das umfassendste Tankstellennetz Finnlands und hat eine starke Präsenz in den baltischen Ländern und im Raum St. Petersburg in Russland. 2014 belief sich der Nettoumsatz auf 15 Mrd. Euro. Beschäftigt werden ca. 5 000 Mitarbeiter.

https://www.neste.com/

- **AHLSTROM**

Ahlstrom ist einer der weltweit führenden Hersteller von auf Glasfaser basierenden Materialien und beliefert Kunden mit innovativen und nachhaltigen Lösungen weltweit. Die Produktpalette umfasst Dekorpapier, Füllstoffe, Release-Liner, Schleifunterlagen, Textilverbundstoffe, elektrotechnisches Papier, Glasfibermaterialien, Nahrungsmittelverpackungen und Etikettierung, Klebeband sowie medizinische Fibermaterialien-Diagnoselösungen. Es sind ca. 6 000 Beschäftigte angestellt und der Jahresumsatz beträgt 2,15 Mrd. Euro.

http://www.ahlstrom.com/en/

- **AW-ENERGY**

AW-Energy Ltd ist ein finnisches Unternehmen, das das patentierte WaveRoller-Konzept und Produktdesign entwickelte. Der WaveRoller ist das erste Gerät, das die bekannte Form der Meereswellenenergie nutzt. Ein WaveRoller ist ein Gerät, das Meereswellen in Energie und Elektrizität umwandelt.

http://www.aw-energy.com/

- **Amec Foster Wheeler Energia Oy → Wood Group**

Wood ist ein weltweit führender Anbieter von Projekt-, Ingenieur- und technischen Dienstleistungen für Energie- und Industriemärkte. Das Unternehmen ist in mehr als 60 Ländern tätig. Sie bieten leistungsorientierte Lösungen für den gesamten Lebenszyklus von Anlagen, vom Konzept bis zur Außerbetriebnahme in einem breiten Spektrum von Industriemärkten wie Upstream, Midstream und Downstream Öl & Gas, Chemie, Umwelt und Infrastruktur, Strom und Prozess, saubere Energie, Bergbau, Kernkraft und allgemeine Industriesektoren.

https://www.woodplc.com/

- **Andritz Oy**

Andritz Oy ist einer der weltweit führenden Anbieter von Anlagen, Ausrüstung und Dienstleistungen für Wasserkraftwerke, die Papier- und Zellstoffindustrie, Metall- und Stahlindustrie sowie für Fest-Flüssig-Trennung der städtischen und Industriesektoren. Weiterhin werden Dienstleistungen für Tierfutter und Biomasse-Pelletierung angeboten. Andritz beschäftigt in Finnland 1 200 (25 700 weltweit) Angestellte und ist an 250 Standorten in über 40 Ländern präsent.

https://www.andritz.com/group-en

- **FCG Finnish Consulting Group Oy**

FCG ist ein Multi-Expertise-Unternehmen, das Dienstleistungen in den Bereichen Infrastruktur, Umwelt- und Stadtplanung, multidisziplinäre Ausbildung und Entwicklung öffentlicher Dienste anbietet. Die Kunden des Unternehmens repräsentieren ein breites Spektrum von privaten und öffentlichen Organisationen. Neben Finnland ist FCG auch international und weltweit tätig. FCG hat Niederlassungen in Schweden, Estland, Rumänien, Bulgarien, Neuseeland und Singapur.

http://www.fcg.fi/

- **Fortum Oyj**

Fortum ist ein führendes Unternehmen für saubere Energie, das seinen Kunden Strom, Wärme und Kühlung sowie intelligente Lösungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz bietet. In den nordischen und baltischen Ländern, Russland, Polen und Indien beschäftigt Fortum etwa 9 000 Fachkräfte. 62 % ihrer Stromerzeugung sind CO_2-frei.

https://www.fortum.com/

- **Gasum Oy**

Gasum ist Vorreiter bei nachhaltigen nordischen Energielösungen und Kreislaufwirtschaft. Erneuerung ist ein Schlüsselelement der Gasum-Strategie. In den letzten Jahren hat sich das Unternehmen von einem finnischen Erdgasunternehmen zu einem nordischen Energieunternehmen entwickelt, das LNG- und Biogasmärkte in den nordischen Ländern baut.

https://www.gasum.com/Yrityksille/

- **Kemira Oyj**

Kemira bietet wasserintensiven Industrien Expertenwissen, Anwendungs-Know-how und auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene Chemikalien. Im Hinblick auf nachhaltige Lösungen setzt Kemira gemeinsam mit den Kunden auf Innovation – Where water meets chemistry. Der Schwerpunkt liegt in den Bereichen Zellstoff und Papier, Öl und Gas, Bergbau und Wasseraufbereitung, um die Wasser-, Energie- und Rohstoffeffizienz der Kunden zu optimieren.

http://www.kemira.com/fi/

- **Kuusakoski Oy**

Kuusakoski ist ein kundenorientierter, wegweisender und umweltfreundlicher Anbieter von Recyclingdienstleistungen mit internationaler Erfahrung und ist heute Nordeuropas führendes industrielles Recyclingunternehmen. Sie wollen Vorreiter bei komplexen Materialbearbeitungsleistungen und Marktführer in ihrem Kompetenzfeld sein. Ihre Forschungsanstrengungen konzentrieren sich auf die Verbesserung der Effizienz der Recyclingprozesse. Sie arbeiten auch mit Universitäten, Forschungsinstituten und Unternehmen in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsprojekten zusammen.

https://www.kuusakoski.com/fi/finland/

- **Lassila & Tikanoja Oyj**

Sie sind ein Dienstleistungsunternehmen, das die Konsumgesellschaft in eine effiziente Recyclinggesellschaft verwandelt. Mit Niederlassungen in Finnland, Schweden und Russland beschäftigt L & T 8 500 Mitarbeiter. Der Geschäftsbetrieb von L & T ist in vier Geschäftsbereiche unterteilt: Umweltdienstleistungen, Industriedienstleistungen, Facility Services und erneuerbare Energien. Sie sammeln verschiedene Stoffströme und leiten sie in den Recyclingprozess. Sie helfen den Kunden, Abfall und den Verbrauch von Rohstoffen und Energie zu reduzieren.

http://www.lassila-tikanoja.fi/

- **Metsä Board Oyj**

Metsä Board ist ein führender europäischer Hersteller von Premium-Kartons, darunter Faltschachtelkartons, Food-Service-Tafeln und weiße Kraftliner. Ihre leichten Pappen auf der Basis von reinen Frischfasern werden als perfekte Passform für Konsumgüter, Einzelhandelsverpackungen und Lebensmittelverpackungen entwickelt. Der Fokus liegt darauf, noch leichtere und bessere Kartonlösungen für Marken der Zukunft zu schaffen. Gemeinsam mit den Kunden entwickeln sie Lösungen, die nicht nur besser für den Verbraucher, sondern auch für die Welt sind.

http://www.metsaboard.com/

- **Metsä Fibre Oy**

Metsä Fibre ist ein führender Hersteller von Bioprodukten und Bioenergie, dessen Hauptrohstoff Holz aus nachhaltig bewirtschafteten nördlichen Wäldern ist. Die gebleichten Weichholz- und Birkenzellstoffe von Metsä Fibre wurden für die Herstellung von hochwertigen Platten, Tissue- und Druckpapieren sowie Spezialprodukten entwickelt.

http://www.metsafibre.com/fi/

- **Metsäteho Oy**

Metsäteho Oy ist eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung, die sich im Besitz der führenden Organisationen und Unternehmen der Forstindustrie in Finnland befindet und sich auf Forschungs- und Entwicklungsarbeiten (F&E) und Projekte spezialisiert hat. Metsäteho unterstützt die Entwicklung der Holzbeschaffung und Holzproduktion der Gesellschafter und verbessert die betrieblichen Voraussetzungen für die Holzversorgung. Tätigkeitsschwerpunkte sind F&E-Projekte, Beratungsleistungen, Seminare und andere Kommunikationsaktivitäten.

http://www.metsateho.fi/

- **Pohjolan Voima Oy**

Pohjolan Voima produziert mit Wasserkraft, Wärmekraft und Kernkraft Strom und Wärme für seine Aktionäre. Fast 90 % der Produktion von Pohjolan Voima sind CO_2-neutral. Mit einer entschlossenen Investitionspolitik können sie den Anteil der CO_2-neutralen Produktion in den nächsten Jahren auf über 90 % steigern. In ganz Finnland verfügt Phohjolan Voima über 26 Kraftwerke. Der Anteil der Stromerzeugung von Pohjolan Voima an der gesamten Stromerzeugung in Finnland beträgt etwa 20 %.

https://www.pohjolanvoima.fi/

- **Rautaruukki Oyj**

Für Investoren, Entwickler, Designer und Bauunternehmen bieten sie eine breite Palette an nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen wie Rahmenkonstruktionen, Sandwichpaneele und Fassadenverkleidungen, einschließlich Designtools, maßgeschneiderter Lösungen, fortschrittlicher Designs und hervorragenden Projektmanagements. Sie verkaufen und produzieren energieeffiziente Gebäude- und Baulösungen mit Fokus auf Nord- und Osteuropa.

http://www.ruukki.com/fin/b2b/aloitussivu

- **Stora Enso Oyj**

Stora Enso ist ein führender Anbieter von erneuerbaren Lösungen für Verpackungen, Biomaterialien, Holzkonstruktionen und Papier auf globalen Märkten. Zu den Kunden zählen Verlage, Einzelhändler, Markenartikler, Kartonhersteller, Druckereien, Händler, Verarbeiter und Tischlereien sowie Bauunternehmen. Das Ziel ist es, fossile Materialien durch Innovationen und die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen auf der Basis von Holz und anderen erneuerbaren Materialien zu ersetzen. Der Fokus liegt auf faserbasierten Verpackungen, plantagenbasiertem Zellstoff, Innovationen bei Biomaterialien und nachhaltigen Gebäudelösungen.

http://www.storaenso.com/

- **Valmet Oyj**

Valmet ist weltweit führender Entwickler und Lieferant von Technologien, Automatisierung und Dienstleistungen für die Zellstoff-, Papier und Energieindustrie. Mit einem geschichtlichen Hintergrund von 200 Jahren deckt Valmet mit Maintenance Outsourcing für Fabriken, Ersatzteilen und Anlagenverbesserungen ein weites Spektrum an Dienstleistungen ab. Mit Hauptsitz in Espoo, Finnland und 12 000 Angestellten weltweit erwirtschaftet Valmet ca. 2,9 Mrd. Euro Umsatz.

http://www.valmet.com/fi/

- **Vantaan Energia Oy**

Vantaa Energy ist eines der größten Energieunternehmen Finnlands. Das Unternehmen erzeugt und verkauft Elektrizität und Fernwärme. Zusätzlich wird der Industrie Erdgas angeboten. Im Jahr 2014 wurde Finnlands größtes Müllheizkraftwerk fertiggestellt. Zudem ist das Unternehmen einer der größten Windenergie-Produzenten Finnlands und weitere Windparks sind bereits in Planung. Die Stadt Vantaa besitzt 60 % und die Stadt Helsinki 40 % des Unternehmens. Rund 284,5 Mio. Euro Umsatz wurden im Jahr 2016 gemacht.

https://www.vantaanenergia.fi/

- **Vapo Oy**

Vapo ist ein führender Entwickler von Bioenergie in Finnland und der Ostseeregion sowie das weltweit führende Unternehmen der Torfindustrie. Die Produkte und Dienstleistungen sind ein wichtiger Bestandteil des Energie-Aufbaus in Finnland. Vapo bietet seinen Kunden Lösungen von der Energie- und Wärmeerzeugung bis zum Umweltschutz. Sie beziehen inländische Biokraftstoffe von ihren Partnern, um Energie zu erzeugen, und sind auch Partner in Transport- und Contracting-Dienstleistungen.

http://www.vapo.fi/

- **ÅF-Consult Oy**

ÅF ist ein Ingenieur- und Designunternehmen in den Bereichen Energie, Industrie und Infrastruktur. Sie schaffen nachhaltige Lösungen für die nächste Generation durch talentierte Menschen und Technologie. Sie sind in Europa ansässig und ihre Geschäfte und ihre Kunden sind auf der ganzen Welt zu finden.

http://www.afconsult.com/

- **Finnish Environment Institute (SYKE)**

SYKE bietet Dienstleistungen, Publikationen und Schulungen für Forscher, Experten, Entscheider und Unternehmen. SYKE bietet wertvolles Fachwissen in den Bereichen Umweltpolitik und -verwaltung sowie fortschrittliche Forschungs- und Überwachungstechniken, auch international.

http://www.syke.fi/en

- **Finnish Meteorological Institute**

Das finnische Meteorologische Institut (FMI) ist eine Forschungs- und Serviceagentur des Ministeriums für Verkehr und Kommunikation. Das Hauptziel des Finnischen Meteorologischen Instituts besteht darin, der finnischen Nation die bestmöglichen Informationen über die Atmosphäre in und um Finnland zu liefern, die öffentliche Sicherheit in Bezug auf atmosphärische und luftgestützte Gefahren zu gewährleisten und die Anforderungen an spezielle meteorologische Produkte zu erfüllen.

http://en.ilmatieteenlaitos.fi/

- **Natural Resources Institute Finland (Luke)| Luonnonvarakeskus**

Das Natural Resources Institute Finland ist eine Forschungs- und Expertenorganisation. Das Institut fördert die Bioökonomie und die nachhaltige Verwendung von natürlichen Ressourcen. Vier Forschungseinheiten und eine Statistik- und Forschungsstelle für unterstützende Dienstleistungen umfassen Gruppen und Teams, deren Kompetenzen genutzt werden, um multidisziplinäre Forschungsprogramme und Projekte anzugehen. Diese Forschungen und Projekte werden in Kollaboration mit finnischen und internationalen Partnern durchgeführt.

https://www.luke.fi/

- **Konecranes**

Konecranes ist eine weltweit führende Gruppe von Lifting Businesses und bedient eine breite Palette von Kunden, darunter Fertigungs- und Prozessindustrie, Werften, Häfen und Terminals. Konecranes bietet produktivitätssteigernde Hebe-Lösungen sowie Serviceleistungen für Hebezeuge aller Fabrikate. Die Gruppe beschäftigt rund 17 000 Mitarbeiter an 600 Standorten in 50 Ländern.

http://www.konecranes.com/

- **Virta**

Gegründet im Dezember 2013 und derweil 30 Mitarbeiter stark, entwickelt Virta Dienstleistungen für die komplette Wertschöpfungskette bezüglich des Aufladens von elektrischen Fahrzeugen. Das Verbinden von Fahrern der Fahrzeuge mit den Ladestationen und dem Energiesystem steht im Fokus. Kunden finden sich aus 11 Ländern und 110 Städten weltweit.

https://virta.global/

- **Bionova Ltd**

Bionova bieten einfach zu bedienende, integrierte und automatisierte Lebenszyklus- und Nachhaltigkeitslösungen. Sie entwerfen Software unter Berücksichtigung des Endbenutzers, was bedeutet, dass sie sich in erster Linie auf die Benutzerfreundlichkeit konzentrieren und alle möglichen Werkzeuge entwickeln, die es Benutzern ermöglichen, ihre Ergebnisse noch schneller zu erreichen. Sie bieten eine breite Palette von Optionen für den Datenimport, anpassbare Software, die die Aktionen und Vorlieben der Benutzer lernt und auf sie reagiert, sowie erstklassigen Support in verschiedenen Sprachen. Sie liefern einfach zu bedienende, effiziente und automatisierte Softwarelösungen für nachhaltige Gebäude und Geschäfte weltweit.

http://www.oneclicklca.com/

- **Emergence**

Emergence bietet Taival – eine wartungsfreie IoT-Lösung für das physische Asset-Management, die von der Sonne betrieben wird und mit der Cloud verbunden ist. Taival ist der einzige Location-Tracking-Service, der ausschließlich mit Solarenergie betrieben wird und sich 10 Jahre lang für Kunden um alle Outdoor-Anlagen kümmert – ideal für die anspruchsvollsten Umgebungen. Im November 2016 wurde Emergence Oy als Gewinner der Elisa IoT Innovation Challenge bei der europäischen Technologie-Startup-Veranstaltung Slush ausgewählt. Heute hilft es Kunden, sowohl die Sicherheit auf See zu gewährleisten als auch an Land Kosten zu sparen. Die finnische Transportbehörde verwendet Taival, um die Bewegungen von Seebojen zu überwachen, um die Sicherheit im Meer zu gewährleisten und Wartungsarbeiten zu automatisieren.

http://www.emergence.fi/

- **MariMatic Oy**

MariMatic hat sich auf automatisierte Abfallsammelsysteme und Vakuumfördersysteme spezialisiert. Das Unternehmen stellt zwei Typen von Abfallsammelsystemen her: das Taifun-System für industrielle Anwendungen und Biomüll sowie das MetroTaifun-System, das speziell für subterrane Beförderung von festen Siedlungsabfällen (gewerblichem Müll sowie Hausmüll) gedacht ist. Bisher wurden 1 000 Systeme in über 40 Länder geliefert. Der Sitz

des Unternehmens befindet sich in Vantaa, Finnland. Die Produktionsanlagen befinden sich in Finnland (2 Fabriken) und in Estland.

http://www.marimatic.com/

- **AC2SG Oy**

AC2SG Software Oy ist ein Softwarelösungsanbieter von Smart Grids. Lösungen basieren entweder auf Softwareprodukten, spezifischen Entwicklungen, Beratungsdiensten oder einer Kombination von diesen. Bisher haben sie sich auf das Laden von Elektrofahrzeugen, Lösungen für die Nachfrageentwicklung und in letzter Zeit auf die Beratung und Entwicklung von Mobility-as-a-Service konzentriert. Sie haben erstklassige Kompetenzen in den Bereichen Infrastrukturplanung, Analytik und modulare IT-Architekturentwicklung entwickelt. Kernkunden sind Strom- und Mobilitätsdienstleister der nächsten Generation.

https://en.ac2sg.com/

- **Tengbom Eriksson Architects**

Es handelt sich um ein 30-köpfiges Architekturbüro im Zentrum von Helsinki, das Teil der schwedischen Tengbom-Gruppe ist. Sie möchten eine zeitlose, inspirierende Umgebung für zukünftige Generationen entwerfen und bieten Design-Dienstleistungen mit einer breiten Palette von Dienstleistungen an: Bauplanung, Flächennutzungsplanung, Landschaftsgestaltung sowie verschiedene Umfragen und Entwicklungsprojekte. Sie haben fast 600 Mitarbeiter in Finnland und Schweden.

http://tengbom.fi/

- **Farmi Forest**

Farmi Forest ist auf die Konstruktion und Herstellung von traktorbefestigten Ausrüstungen für die Forstlogistik und Biomasseproduktion spezialisiert. Seit 1962 sind sie ein globaler Pionier bei der Entwicklung innovativer Forstmaschinen, Bearbeitungsgeräten und Dienstleistungen, um den Anforderungen eines profitablen und nachhaltigen Forstwirtschaftsmanagements gerecht zu werden. Farmi Forest steht für Qualität, Produktivität, Sicherheit und Kundenorientierung.

http://www.farmiforest.fi/

- **Wetend Technologies**

Wetend Technologies Ltd ist Hersteller und Lieferant von TrumpJet Flash Mixing-Technologie, dem weltweit führenden chemischen Mischsystem für die Karton-, Papier- und Tissueproduktion und andere Prozessindustrien. Die neue Technologie senkt den Chemikalienverbrauch drastisch, verbessert die Prozessqualität und die Wirtschaftlichkeit. Sie verbessert auch die Nachhaltigkeit der Prozesse, da die TrumpJet-Technologie den Wasserverbrauch um 100% senkt – heute werden jährlich 70 Mio. m^3 gespart – und dann erhebliche Energieeinsparungen erzielt. Produkte von Wetend helfen der Prozessindustrie, Prozesse effektiver zu gestalten, aber auch die effiziente Nutzung neuer Additive wie Nano- und Mikrofasern oder extralanger biobasierter oder synthetischer Fasern zu ermöglichen, um neue Produktmerkmale zu entwickeln.

http://www.wetend.com/

- **Meritaito**

Meritaito ist das führende finnische Unternehmen für Vermessungsdienstleistungen im maritimen Sektor und für Infrastrukturmanagement. Das Unternehmen hat über 50 Jahre Erfahrung in weitreichenden Services, wie der Unterhaltung von Wasserstraßen, Nutzung und Wartung von Kanälen, Seevermessungsdienstleistungen, Ölbekämpfung, Hydrotechnik, Entwurf von Wasserstraßen und der Herstellung von Navigationshilfen. Das Unternehmen beschäftigt 220 Mitarbeiter und erwirtschaftete einen Umsatz von 28 Mio. Euro (Stand 2016).

http://www.seahow.fi/

- **Eltete TPM**

Eltete TPM ist ein Kartonveredler, Lieferant von Transportverpackungsmaterial und Hersteller von Maschinen. Dank 40 Jahren Erfahrung und einer innovativen Produktentwicklung ist es dem Unternehmen möglich, auf die heutige wechselnde Nachfrage zu reagieren. Mit Produktionsstätten in 15 verschiedenen Ländern ist es Eltete möglich, Produkte weltweit auf allen Kontinenten zu verkaufen.

http://www.eltete.com/

- **IGL Technologies**

IGL ist Experte für Wireless-Control-Systeme und Lösungen. Das Unternehmen hat langjährige Erfahrung mit Nahbereichsnetzen. Zudem werden die Vorteile von NFC / RFID-Technologien, GSM/GPRS/3G-Netzwerken sowie anderer drahtloser Netzwerke der Produkte ausgenutzt.

http://igl.fi/en/

Lösungsanbieter für Smart Cities:

- **Helen**

Helen versorgt seine Kunden mit Elektrizität, Fernwärme und Fernkühlung. Zusätzlich bietet Helen ein weites Spektrum an Dienstleistungen für die Energieerzeugung im kleinen Stil an, verbessert die Energieeffizienz und den Energieverbrauch des Kunden. Eigene Strom- und Wärmekraftwerke, die sich in Helsinki befinden, werden zur Energieerzeugung genutzt. Rund 1 300 Experten und Spezialisten sind bei der Helen Group beschäftigt.

https://www.helen.fi

- **Elisa**

Elisa ist ein in Finnland marktführender Telekommunikations-, ICT- und Online-Dienstleister. Das Unternehmen hat über 2,3 Mio. Kunden in Finnland, Estland und auf der ganzen Welt. Der Jahresumsatz im Jahr 2016 betrug 1,64 Mrd. Euro; Elisa beschäftigt 4 300 Mitarbeiter.

https://elisa.fi/

- **Ramboll**

Ramboll ist ein führendes Ingenieur-, Design- und Beratungsunternehmen, das 1945 in Dänemark gegründet wurde. Beschäftigt werden 13 000 Experten mit starken Präsenzen in den nordischen Ländern, in Nordamerika und Großbritannien, auf dem europäischen Kontinent sowie im Nahen Osten und in Indien. Im Jahr 2016 konnte der Betriebsgewinn vor Firmenwertabschreibungen (EBITA) um 27 % auf 80,8 Mio. Euro gesteigert werden.

http://www.ramboll.fi/

- **Srv**

SRV ist eines der führenden Unternehmen im Bereich der Entwicklung von innovativen Bauprojekten. Das Unternehmen bietet ganzheitliche Lösungen an und setzt auf kundengerechte Entwicklung, Konstruktion und Kommerzialisierung der Projekte. Ein Jahresumsatz von 884 Mio. Euro wurde 2016 erwirtschaftet und es werden ca. 1 000 Angestellte beschäftigt.

https://www.srv.fi/

- **Laurea**

Die Laurea University of Applied Sciences unterrichtet ca. 7 800 Studenten in den Bereichen Service Business Management, Social and Health Care und Restaurant Entrepreneurship. Die Laurea ist die einzige finnische Universität, die Studiengänge in Safety, Security and Risk Management, Correctional Services und Beauty and Cosmetics anbietet. Im Frühjahr 2016 war die Universität auf Platz drei der beliebtesten Universitäten Finnlands. Im Jahr 2016 betrug der Umsatz 52 Mio. Euro und ein Forschungs- und Entwicklungsvolumen von 9,5 Mio. Euro wurde 2015 erreicht.

https://www.laurea.fi/

- **Setlementtiasunnot oy**

Das Unternehmen konstruiert Häuser mit Gemeinschaftssinn. Dabei versteht sich das Unternehmen als Community Builder, Anbieter verschiedenster Haushaltsdienstleistungen sowie als Entwickler für sozial nachhaltige Wohnungslösungen.

https://setlementtiasunnot.fi/

- **IMU Kalasatama**

Im Bezirk Kalasatama existiert ein neues innovatives, auf Pipelines basierendes Abfallsystem. Dieses System führt Abfallmanagement mit Hightech von bisher nie gekanntem Ausmaß zusammen. Durch Nutzung eines unterirdischen Rohrleitungsnetzes wird Abfall blitzschnell zur Abfallsammelstation transportiert. Lastwagen sammeln und laden den Abfall ein und transportieren ihn weiter – Abfall wird als recyceltes Material genutzt, er wird verbrannt zur Energieerzeugung oder umgewandelt in Komposterde.

http://kalasatamanimu.fi/

- **Ensto**

Ensto ist ein internationales Familienunternehmen, das intelligente elektrische Lösungen zur Verbesserung von Sicherheit, Funktionalität, Verlässlichkeit und Effizienz von Smart Grids, Gebäuden und des Transports anbietet und entwirft. Gegründet im Jahr 1958, beschäftigt Ensto 1 600 Experten in Europa, den USA und in Asien. Ein Jahresumsatz von 260 Mio. Euro konnte 2016 erwirtschaftet werden.

www.ensto.com/fi/

- **Maptionnaire**

Maptionnaire ist ein leistungsfähiges Kartierungswerkzeug, das BürgerInnenbeteiligung effektiv und mühelos gestaltet. Maptionnaire ist ein SaaS zur Erstellung von kartenbasierten Fragebögen und Bürgerbeteiligungsplattformen. Diese werden zur urbanen Planung und Entwicklung, für die Immobilienentwicklung sowie zur Transportplanung und darüber hinaus genutzt.

https://maptionnaire.com/fi/

- **Ekorent**

EkoRent ist das erste und größte Unternehmen in Finnland, das erschwingliche, einfach zu bedienende, emissionsfreie Mietwagen- und Mitfahrdienste anbietet. Alle Fahrzeuge sind 100 % elektrisch und vollständig CO_2-frei. Geteilte und gemietete Elektrofahrzeuge tragen zu einer besseren und sauberen Stadtluft bei und sparen außerdem Geld für ihre Nutzer. Autos können mit einer mobilen App lokalisiert und gemietet werden, die deutlich zeigt, wie weit das Auto gefahren werden kann, bevor die nächste Ladung benötigt wird. EkoRent hat 2014 mehrere zentral gelegene Tankstellen in Finnland eröffnet und expandiert ständig mit neuen Autos und Tankstellen.

http://ekorent.fi/fi

- **Yhteismaa**

Yhteismaa ist eine Non-Profit-Organisation, die 2012 gegründet wurde und sich auf neue partizipative Stadtkultur, Co-Creation und soziale Bewegungen spezialisiert hat. Sie planen und realisieren Projekte, Veranstaltungen und Dienstleistungen mit sozialer Bedeutung.

http://yhteismaa.fi/

- **TUUP**

Tuup Ltd. ist ein finnisches Startup-Unternehmen und wurde 2015 gegründet. Tuup Ltd. entwickelt eine integrierte multimodale Mobilitätsanwendung, mit der man eine Route planen und die verschiedenen Mobilitätsoptionen und -kosten verschiedener Mobilitätsdienste einfach und sicher miteinander vergleichen kann. Die unabhängige europäische Forschung nannte Tuup das vielversprechendste europäische Mobilitäts-Startup im Jahr 2016. Tuup bietet multimodale tägliche Reisen an, einschließlich Kyyti On-Demand-Fahrservice in einer App. Alle Mobilitätsoptionen sind inklusive Stadtverkehr, Überlandbus und Zug, Autovermietung und Citybikes. Kyyti Taxi-Pooling-Service ist flexibel, bequem und erschwinglich.

http://tuup.fi/

- **Solved.**

Solved ist ein Cleantech Beratungsservice und eine Kollaborationsplattform. Im Jahr 2012 wurde Solved als Cleantech Finnlands Online Service gestartet und konnte sich im Mai 2013 als eigenständiges Unternehmen etablieren. Solveds Online Community wächst rapide und besteht momentan aus bis zu 2 000 Experten aus 350 Organisationen in 70 Ländern. Das Unternehmen hat derweil Büros in Helsinki, Bratislava und Oulu.

https://solved.fi/

- **Data rangers**

Data Rangers ist ein agiles Software- und Datenanalysen-Unternehmen. Das Unternehmen bedient eine weite Spanne an Industrien und löst verschiedenste Probleme mit den richtigen Analysewerkzeugen und -techniken. Das Serviceportfolio beinhaltet unternehmensweite Transformationsprojekte und effektive Lösungen zur Wissensfindung.

http://www.datarangers.fi/?lang=fi

- **CONTROLTHINGS**

Controlthings bietet ein Communication Stack an, um Authentifizierungs- und Kontrollprozesse von einem Gerät aus möglich zu machen. Dies ermöglicht bessere Authentifizierungsmechanismen mit einem verteilten Sicherheitsmodell, ohne Cloud-Speicherung. Autonome Angelegenheiten können lokal, horizontal, fernbedient und unabhängig kommunizieren.

info@controlthings.fi
https://www.controlthings.fi/

- **BaseN**

BaseN wurde 2001 gegründet, um extrem skalierbare und fehlertolerante Netzwerk- und Service-Management-Systeme für Telekommunikationsbetreiber und große multinationale Unternehmen bereitzustellen. Sie ermöglichen Kunden den Einstieg in das IoT, indem sie deren neue und traditionelle Branchenprodukte digitalisieren und verbinden, um neue intelligente Dienste anbieten zu können.

https://www.basen.net/

- **Forum Virium**

Forum Virium Helsinki ist eine Innovationseinheit innerhalb der Helsinki City Group. Man entwickelt neue digitale Dienstleistungen und städtebauliche Innovationen in Zusammenarbeit mit Unternehmen, der Stadt Helsinki, anderen öffentlichen Organisationen und Einwohnern von Helsinki. Forum Virium Helsinki hat die größten Erfolge beim Brückenschlag zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor erlebt. Die Entwicklungsprojekte basieren auf dem gleichen Prinzip: Sie lösen Probleme des öffentlichen Sektors, aber die Lösungen werden oft von privaten Unternehmen und Anwohnern entwickelt.

https://forumvirium.fi/

➢ Solar factory

Solar Factory Oy verkauft und installiert Solarmodul-Lösungen sowohl für private als auch gewerbliche Kunden.

http://solarfactory.fi/

➢ Savon voima

Zur Savon Voima Group gehören neben der Muttergesellschaft Savon Voima Verkko Oy, die Netzdienste anbietet, und Savon Voima Salkunhallinta Oy, die auf die Erbringung von Wertpapierdienstleistungen im Energiesektor spezialisiert ist. Die Geschäftsfelder des Konzerns sind Stromverteilung, Stromabsatz, Portfolio Management, Stromerzeugung und Fernwärme. Das Unternehmen ist einer der größten Anbieter von Energiedienstleistungen in Finnland. Die Gruppe beschäftigt 177 Fachleute auf dem Gebiet, zu denen ungefähr 300 Personen zusätzlich durch Partner in der Zusammenarbeit beschäftigt sind.

Tel.: +358 044 703 3130
www.savonvoima.fi

➢ Vacon

Vacon wird von der Leidenschaft angetrieben, die besten Frequenzumrichter und Wechselrichter der Welt zu entwickeln, herzustellen und zu verkaufen – und Kunden effiziente Produktlebenszyklus-Dienstleistungen zu bieten. Die Frequenzumrichter bieten optimale Prozesssteuerung und Energieeffizienz für Elektromotoren. Vacon-Wechselrichter spielen eine Schlüsselrolle, wenn Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird. Vacon verfügt über Produktions- und F&E-Einrichtungen in Europa, Asien und Nordamerika sowie Vertriebsbüros in 32 Ländern. Darüber hinaus hat Vacon Vertriebsmitarbeiter und Servicepartner in fast 90 Ländern.

http://www.vacon.com/sv-SE/Subsidiaries/Europe/Suomi/

2. Sonstiges

2.1 Messen

Messe	Homepage	Zeitraum	Ort	Beschreibung
Vaasa Wind Exchange & Solar	http://energyvaasa.vaasanseutu.fi/energyweek/vaasa-wind-exchange-solar/	19.–23.3.2018	Vaasa	Die Veranstaltung besteht aus einer Ausstellung, bei der Geschäftsleute und Entscheidungsträger der Energiebranche zusammen kommen, sowie Briefings und hochwertigen Seminaren.
Energia 2018	http://www.expomark.fi/w/messut/energia/	2018	Tampere	Messe rund um das Thema Energie
Finn Build 2018	http://www.messukeskus.com/Sites1/FinnBuild/Sivut/default.aspx	10.–12.10.2018	Helsinki	Messe zum Thema Bau und Gebäudetechnik
Pohjoinen Teollisuus 2018	http://www.pohjoinenteollisuus.fi/	23.–24.5.2018	Oulu	Eine der größten Industriemessen in Finnland

Messe	Homepage	Zeitraum	Ort	Beschreibung
The International Subcontracting Trade Fair	http://www.subcontractingtradefair.com/	25.–27.9.2018	Tampere	Internationale Messe für die Zulieferindustrie

Tab. 18: Messen im Zielland

2.2 Fachzeitschriften

Fachzeitschrift	Homepage	Beschreibung
Enertec	http://www.enertec.fi/lehti.html	Energietechnologie Themen u.a.: Smart Grids, Bioenergie, Umwelt, Energieeffizienz
Energia Uutiset	http://www.energiauutiset.fi/	Aktuelles aus dem Energiemarkt Finnland
Rakennustekniikka	http://www.ril.fi/fi/ril/lehdet/rakennustekniikka.html	Gebäudetechnik
Talotekniikka	http://talotekniikka-lehti.fi/	Gebäudetechnik, Smart Grids und Energieeffizienz
Kiinteistö & Talotekniikka	http://www.kita.fi/lehti.html	Smart Grids, Immobilien, Gebäudetechnik und Renovierung
Tekniikka & talous	http://www.tekniikkatalous.fi/?s=h	Technik und Wirtschaft

Tab. 19: Fachzeitschriften

VII Schlussbetrachtung

Die Zielmarktanalyse zeigt, dass es ein deutliches Potenzial auf dem finnischen Smart Grids-Markt gibt. Die AHK Finnland sieht zusammen mit Kooperationspartnern wie Invest in Finland und dem finnischen Wirtschaftsministerium die Weiterentwicklung des finnischen Smart Grids-Marktes positiv. Gute Rahmenbedingungen, stabiles Länderrating und transparente Strukturen machen den finnischen Markt besonders interessant für ausländische Unternehmen aus dem Bereich Smart Grids. Finnland bietet einen stabilen und sicheren Markt für deutsche Firmen an, wo nach einer erfolgreichen Kooperation weitere zukünftige Kooperationen die Regel sind. Das finnische Netzsystem ist ebenso stabil und die Instandhaltung des Netzes ist reibungslos. Die finnische Stromverteilungsinfrastruktur unterscheidet sich wesentlich von beispielsweise der mittel- oder südeuropäischen Strominfrastruktur. Das liegt an dem großen Anteil strombasierten Heizens in Haushalten. Die große Rolle des strombasierten Heizens ist ein Hauptgrund dafür, dass die Netzwerke stark sind. Momentan sind das finnische Stromsystem und die Instandhaltung des Netzes jedoch im schnellen, außergewöhnlichen Wandel begriffen, da die Struktur der Stromerzeugung kohlenstofffrei und gleichzeitig noch wetterabhängiger wird, was neue Herausforderungen mit sich bringt. Diese Herausforderungen bieten jedoch neue Geschäftschancen für innovative Lösungen und Technologien.

Nachfrage besteht vor allem nach:

- Unternehmen im Bereich der virtuellen Kraftwerke, wie
  → Aggregatoren, Stromdirektvermarktern
  → Anbietern von Speicherlösungen;

- Lösungen für sichere und beständige Stromnetze sowie neue Anwendungen und Geschäftsmodelle, mit denen man die Sicherheit und Qualität sowohl der Netze als auch der Smart Grid -Technologien verbessern kann, so dass die Netzinstandhaltungskosten gleichzeitig verringert werden können
- Anbietern von innovativen Technologien u.a. für Laststeuerung (Netzmanagement, Steuerungstechnik, Energieoptimierung und -effizienzsteigerung sowie Informations- und Kommunikationstechnologien)
- Blockchain-Technologie und Knowhow
- EPC-Dienstleister und
- Unternehmen, die schlüsselfertige Dienstleistungen anbieten.

Die wichtigsten Trends auf dem finnischen Strommarkt, die einen enormen Einfluss auf die Netze sowie Struktur der Stromerzeugung haben werden, sind die Zunahme der wetterabhängigen Stromproduktion, Rückgang der regelfähigen fossilen Energieträger sowie die neue geologische Lage der neuen Erzeugungsarten der Energie dem nationalen Übertragungsnetz gegenüber.

Diverse Pilotprojekte zum Thema Smart Grids bieten in Finnland zahlreiche Anknüpfungspunkte für deutsche Fachexperten unterschiedlicher Branchen, welche somit gute Aussichten haben, bei vielen dieser Vorhaben zum Zuge zu kommen. Zudem bietet der Markt ein ideales Testumfeld für deutsche innovative Lösungen an. Einige internationale Industrieunternehmen wie ABB, Alstom Grid, Landis+Gyr und Aidon haben schon Forschungs- und Entwicklungsstellen in Finnland gegründet. Außerdem sind weitere deutsche Unternehmen bereits auf dem Markt in diesem Bereich vertreten, wie zum Beispiel E2M GmbH - Energy2market, sowie große Technologiezulieferer u.a. für Speichersysteme oder virtuelle Kraftwerke wie Siemens und Schneider Electronics. Da viele finnische Firmen aufgrund der günstigen geographischen Lage im Baltikum und im restlichen Skandinavien oder auch in Russland tätig sind, besteht außerdem die Möglichkeit, Geschäfte dort zu generieren.

Zudem sind viele Reformen und Novellierungen in Vorbereitung, die gute Voraussetzungen für die Zukunft bieten. Die Förderung und der Einsatz von intelligenten Netzen und deren Infrastruktur setzen voraus, dass der ordnungsrechtliche Rahmen klarer gestaltet wird. Zudem sind weitere Maßnahmen auf der politischen Ebene notwendig, so dass die Verbraucher aktiver in den Markt integriert und motiviert sind. Die Laststeuerung soll für alle Marktakteure rentabel sein, d.h. auch für Endverbraucher. Die Preismodelle sollen klar sein, Technik zuverlässig und leicht zugänglich und der Informationsaustausch zwischen den Endverbrauchern und weiteren Marktakteuren soll aktiv sein, so dass die Endverbraucher auch bewusst und motiviert auf dem Markt agieren können. Diese Herausforderungen können u.a. durch Kommerzialisierung und Vermarktung und durch das Anbieten von schlüsselfertigen Dienstleistungen beseitigt werden. Zusammenfassend kann bestätigt werden, dass der finnische Smart Grids-Markt signifikante Marktchancen für die deutschen Unternehmen bietet.

VIII Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Einfuhren aus Deutschland nach Finnland 2017 12

Abb. 2: Exporte aus Finnland nach Deutschland 2017 13

Abb. 3: Verteilung Primärenergieverbrauch nach Energieträgern [%], 2016 15

Abb. 4: Energieendverbrauch nach Sektroren in 2015 und 2016 16

Abb. 5: Struktur der Strombereitstellung in Finnland [%], 2016 17

Abb. 6: Stromerzeugung nach Energieträgern in 2016 (66,2 TWh) 17

Abb. 7: Verteilung Wärmeerzeugung nach Energieträgern (separate Erzeugung) [%], 2016 18

Abb. 8: Wärmebereitstellung (TJ) / Kraft-Wärme-Kopplung, 2016 19

Abb. 9: Wärmebereitstellung (GWh) / Fernwärme, 2016 20

Abb. 10: Wärmebereitstellung (GWh) / Industrie, 2016 20

Abb. 11: Entwicklung der SPOT-Preise (durchschnittlicher Monatspreis) in der Nord Pool-Strombörse 2000–2017 21

Abb. 12: Gesamtverbrauch und -produktion im finnischen Stromsystem 2015 23

Abb. 13: Das finnische Stromnetz in 2017 24

Abb. 14: Ordnungsrechtlicher Rahmen für den Elektrizitätsmarkt und die intelligenten Netze in Finnland 30

Abb. 15: Zustandsindex der 400-kV-Schaltanlagen in Finnland, Stand 2017 41

Abb. 16: Altersprofil der Strommasten in Finnland 41

Abb. 17: Altersprofil von 220/110-kV-Transformatoren in Finnland 42

Abb. 18: Altersprofil von 400/110-kV-Transformatoren in Finnland 42

Abb. 19: Vergleich von drei Gebäuden (Einfamilien- und Reihenhäuser) während Spitzenlastzeiten, 2013 44

Abb. 20: Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Stunde der Untersuchungsobjekte in verschiedenen Jahreszeiten. 45

Abb. 21: Netzinvestitionen von Fingrid zwischen 2000–2027 in Mio. Euro 51

Abb. 22: Aufteilung der Investitionskosten zwischen 2017–2027 51

Abb. 23: Anzahl und Art der Umspannwerkprojekte zwischen 2017 und 2027 52

Abb. 24: Altersverteilung der finnischen Stromleitungen und deren Länge 52

Abb. 25: Gewinnpotenzial von Laststeuerungskapazität (1 MW) auf diversen Marktplätzen zwischen 2011 und 2013, Finnland 53

Abb. 26: Wirtschaftliches Potenzial der Laststeuerung - simulierte Steuerungskapazität basierend auf Nord Pool-Preisen (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden) 55

Abb. 27: Das theoretische wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung - simulierte Steuerungskapazität basierend auf dem Last/Bilanzmanagement des Stromhändlers (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden) 56

Abb. 28: Wirtschaftliches Potenzial auf dem Regelleistungsmarkt (Lastabwurf) (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden) 57

Abb. 29: Einfluss des Angebotspreises und des Zeitpunkts auf die Gewinngenerierung 59

Abb. 30: Das theoretische wirtschaftliche Potenzial der Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden) 59

Abb. 31: Preis der frequenzgeregelten Störungsreserve in 2011, 2012 und 2013 (Stundenmarkt) 60

Abb. 32: Monatliches Gewinnpotenzial mit 1 MW-Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt 2011–2013 60

Abb. 33: Monatliches Gewinnpotenzial mit 1 MW-Laststeuerung auf dem frequenzgeregelten Störungsreservemarkt 2011–2013 / Speicherheizung eingeteilt in Nacht- und Tageszeiten sowie Anteil der Nachtzeit am Gesamtertrag 61

Abb. 34: Smart Grid-Lösungen in Finnland 63

Abb. 35: Technische Lösungen für Laststeuerung der Zukunft 93

Abb. 36: Die dezentrale Energieversorgung und Laststeuerung aus Sicht verschiedener Akteure der Energiewirtschaft in Finnland 95

Abb. 37: Profile der Markttreiber für die Entwicklung des Smart Grid in Finnland und Deutschland 97

Abb. 38: Marktchancen und Nachfrage auf dem finnischen Markt 97

IX Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Fakten Finnland 6

Tab. 2: Außenhandel Finnlands 11

Tab. 3: SWOT-Analyse Finnland 14

Tab. 4: Strompreise in Finnland 21

Tab. 5: Energiepreise in der Wärmeproduktion, September 2017 22

Tab. 6: Hintergrundinformationen Finnland und Stromverteilerunternehmen 22

Tab. 7: Beispiele von Smart Grid-Förderprogrammen in Finnland 34

Tab. 8: Technische Lebensdauer von Netzkomponenten in Finnland 39

Tab. 9: Technische Lebensdauer von Stromkabeln und -komponenten in Finnland 39

Tab. 10: Schätzung der elektrischen Leistung (MW) in Geschäfts-, Büro- und Bildungsgebäuden 45

Tab. 11: Schätzung des durchschnittlichen Strombedarfs des finnischen Gebäudebestands bei 0 °C (Außenlufttemperatur) 46

Tab. 12: Schätzung der Leistungskapazität der Elektroheizung in Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften und Reihenhäusern 48

Tab. 13: Rahmenbedingungen und Annahmen beim Kalkulieren des wirtschaftlichen Potenzials der Laststeuerung 54

Tab. 14: Rentabilität durch diverse Angebotspreise auf dem Regelleistungsmarkt (direkte Elektroheizung und Brauchwasser, 1.388 Kunden) 58

Tab. 15: Zusammenfassung des wirtschaftlichen Potenzials auf den diversen Marktplätzen 61

Tab. 16: Zusammenfassung von Projekten und den Technologien 65

Tab. 17: Relevante Akteure / Wertschöpfungskette auf dem finnischen Smart Grid-Markt 95

Tab. 18: Messen im Zielland 131

Tab. 19: Fachzeitschriften 131

X Einheitenumrechnungstabelle

Btu	British Thermal Unit	1.000.000 Btu ≈ 293,071 kWh
GWh	Gigawattstunde	1 GWh = 1.000.000 kWh
kV	Kilovolt	1 kV = 1.000 V
kW	Kilowatt	1 kW = 1.000 W
MW	Megawatt	1 MW = 1.000.000 W
t	Tonne	1 t = 1.000 kg
ha	Hektar	1 ha = 10.000 m²

XI Quellenverzeichnis

- **AHK Finnland**
- (2018): Eigenrecherche
- (2018): Interview mit Markku Tuovinen, Senior Advisor, VTT (das Technische Forschungszentrum Finnland)
- (2017): Factsheet Finnland
- (2017): Interview mit Risto Larmio, Projektleiter, Ramboll
- (2017): Interview mit Sari Toivonen, Senior Advisor, Invest in Finland
- (2017): Interview mit Tatu Pahkala, Leiter Energiemarkt-Abteilung, TEM
- (2017): Interview mit Virve Rouhiainen, Spezialistin Umwelt und Energie, Statistic Finland (Tilastokeskus)
- (2017): Tekes und Finpro schließen sich zu Business Finland zusammen, http://www.dfhk.fi/aktuelles/single-view/artikel/tekes-und-finpro-schliessen-sich-zu-business-finland-zusammen/?cHash=b4cf32a574312dd863892a1c2e7d2c96
- (2016): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - Zukunftsmarkt Windenergie
- (2015): Zielmarktanalyse Finnland mit Profilen der Marktakteure - „Energieerzeugung, -übertragung und -verteilung – Intelligente Netze“
- (2015): Wahlergebnis: Finnen wollen den Machtwechsel, http://www.dfhk.fi/aktuelles/single-view/artikel/wahlergebnis-finnen-wollen-den-machtwechsel-1/?cHash=c561e8ebf82e2aa5655b493645f7ea82
- (o.J): www.dfhk.fi

- **Auswärtiges Amt**
- (2017): Finnland, http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/01-Laender/Finnland.html

- **Bergmann Attorneys at Law**
- (2017): Akquisition und Verkauf von Projekten in Finnland. Rechtliche und steuerliche Aspekte
- (2015): Anbieten in Finnland – Erfolg bei öffentlichen Vergaben

- **Botschaft von Finnland, Berlin**
- (2012): Finnland-Info, http://www.finnland.de/public/default.aspx?nodeid=37114&contentlan=33&culture=de-DE
- (2007): Umweltschutz in Finnland, http://www.finnland.de/public/default.aspx?contentid=122926&contentlan=33&culture=de-DE

- **Business Finland**
- (o.J): www.businessfinland.fi

- **City of Helsinki**
- (o.J): Uutta Helsinkiä/Östersundom, http://www.uuttahelsinkia.fi/fi/ostersundom/asuminen/uusiutuvan-energian-asuinalue
- (o.J): This is Östersundom, http://en.uuttahelsinkia.fi/ostersundom

- **City of Tampere**
- (2017): Hiedanranta, http://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu-ja-rakentamishankkeet/hiedanranta.html

- **City of Turku**
- (2016): Skanssiin kehitetään uudenlaista energiaratkaisua, www.turku.fi/uutinen/2016-02-29_skanssiin-kehitetaan-uudenlaista-energiaratkaisua

- **Cleantech Invest / Loudspring**

- (o.J): www.cleantechinvest.com

➢ **CLIC Innovation Oy**
- (2017): Smart Energy Platform, http://clicinnovation.fi/activity/smart-energy-platform/
- (2016): Maailman edistyksellisimmästä joustavasta tulevaisuuden energiajärjestelmästä cleantech-näyteikkuna, http://clicinnovation.fi/wp-content/uploads/2015/11/%C3%85LAND_FACTSHEET_01042016_v3.pdf

➢ **EK, Confederation of Finnish Industries (Elinkeinoelämän keskusliitto)**
- (2013): Naiset ja miehet työelämässä, https://ek.fi/wp-content/uploads/naisetmiehet_maaliskuu2013.pdf

➢ **Elenia**
- (2017): UUTISET, www.elenia.fi

➢ **Enegia**
- http://www.enegia.com

➢ **Energiateollisuus ry (Verband der finnischen Energieindustrie)**
- (2017): Kaukolämpövuosi 2016: Uusiutuvuus monipuolista kaukolämmössä, https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampovuosi_2016_uusiutuvuus_monipuolista_kaukolammossa.html
- (2016): Sähköntuotanto, https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto
- (2015): Electricity Network Companies, http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta
- (2015): EU affairs, http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki
- (2015): Finnish Energy Industries statistics, http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki
- (2015): Network Structure, http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki?category%5B0%5D=22#search-view
- (2015): Statistics and publications, http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki
- (2014): Energy Year; ELECTRICITY: Recession and mild weather pinched one per cent from electricity consumption
- (o.J): Energiaverkot Suomen selkärankana, https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot
- (o.J.): Lait ja asetukset, https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiamarkkinat/sanomaliikenne/lait_ja_asetukset
- (o.J.): Sähköverkkojen rakenne, http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta
- (o.J): Sääntelyn tavoitteena kohtuulliset hinnat ja hyvälaatuinen energiantoimitus, https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/sahkoverkot/lainsaadanto_ja_viranomaisvalvonta

➢ **EnergieAgentur.NRW GmbH**
- (o.J.): Blockchain in der Energiewirtschaft, http://www.energieagentur.nrw/finanzierung/stromvermarktung/blockchain_in_der_energiewirtschaft

➢ **Energy Authority (Energiavirasto)**
- (2016): Uusiutuvan energian tavoite ylittyi etuajassa, https://www.energiavirasto.fi/media/-/asset_publisher/ooKNxg1qkv7p/content/uusiutuvan-energian-tavoite-ylittyi-etuajassa
- (2016): Ripatti, Pekka: Uusiutuvan energian vuosi 2015, www.energiavirasto.fi
- (2015): Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2015, www.energiavirasto.fi
- (2015): Väre, Ville: Sähköverkkoon liitetty pientuotanto – Viraston kysely, http://www.finsolar.net/aurinkoenergia/aurinkoenergian-tilastot/

- **Environmental Performance Index**
- (2017): Finland, https://epi.envirocenter.yale.edu/epi-country-report/FIN

- **ETLA (das Forschungsinstitut der finnischen Wirtschaft):**
- (2015): Toimialakatsaus 2015:2, http://forecasts.etla.fi/toimialakatsaus/

- **Europäische Kommission**
- (2016): Saubere Energie für alle Europäer – Wachstumspotenzial Europas erschließen, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-4009_de.htm
- (2016): EU:n talousennuste – syksy 2016, http://ec.europa.eu/economy_finance/eu/forecasts/index_fi.htm
- (2016): EU:n talousennusteet ja väliennusteet, http://ec.europa.eu/economy_finance/eu/forecasts/index_fi.htm
- (2013): Siebtes Umweltaktionsprogramm, http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/de.pdf

- **EUR-Lex**
- (2010): RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32010L0031

- **Europäischer Rat**
- (2017): Ein wettbewerbsfähigerer und verbraucherorientierter Elektrizitätsbinnenmarkt – Rat legt allgemeine Ausrichtung fest, http://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2017/12/18/a-more-competitive-consumer-oriented-internal-electricity-market-council-reaches-general-approach/

- **Eurostat**
- (2017): Electricity price statistics, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_and_natural_gas_price_statistics
- (2017): Verbraucherpreisniveaus im Jahr 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/8072356/2-15062017-BP-DE.pdf/9dba36f9-e6ab-4ff0-bc07-18d2a5fac811

- **Findikaattori**
- (2015): Kasvihuonekaasupäästöt, http://www.findikaattori.fi/fi/87

- **Fingrid Oyj**
- (2017): Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027, https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/kantaverkon-kehittamissuunnitelma/
- (2017): Voimansiirtoverkko, http://www.fingrid.fi/fi/yhtio/esittely/voimansiirtoverkko/Sivut/default.aspx
- (2015): Electricity Market: Fingrid electricity consumption time series, www.fingrid.fi/en/electricity-market/
- (o.J.): Verkkohankkeet, http://www.fingrid.fi/fi/verkkohankkeet/Sivut/default.aspx

- **Finland.fi**
- (2015): Parliamentary election 2015; After Finnish election, anything can happen, http://finland.fi/Public/default.aspx?contentid=325189&nodeid=41805&culture=en-US
- (2014): Leben & Gesellschaft, http://finland.fi/Public/default.aspx?contentid=160034&nodeid=41799&culture=de

- **Finlex.fi**
- (2017): Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta ja sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuesta sekä henkilöautojen kaasu- tai etanolikäyttöisiksi muuntamisen tuesta,

www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170971
- (2017): Laki sähkömarkkinalain muuttamisesta, www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170590
- (2016): Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta, www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161151

- (2014): Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi/Änderung der Rechtsvorschriften für Energie, https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140128
- (2014): Laki sähköisen viestinnän palveluista, www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140917(2014): Umweltschutzgesetz, https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527#L6P48
- (2013): Sähkömarkkinalaki, www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588#Pidp450727184
- (2013): Valtioneuvoston asetus sähkön alkuperän varmentamisesta, www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130417
- (2011): Laki sähköntuotannon ja -kulutuksen välistä tasapainoa varmistavasta tehoreservistä, www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110117
- (2009): Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta, http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066
- (1999): Maankäyttö- ja rakennuslaki, www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132

➢ **Finnish Government Foresight 2030**
- (2013): http://tulevaisuus.2030.fi/en/

➢ **Finnish Meteorological Institute**
- (2015): http://ilmatieteenlaitos.fi
- (2014): Aurinkoenergia varteenotettava energiamuoto Helsingin Östersundomissa, http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/20929817

➢ **Finnish Tax Administration**
- (o.J.): https://www.vero.fi/en-US

➢ **Finnland.info**
- (2014): Finnland.info, Geographie, http://www.finnland.info/geografie/

➢ **Finnvera**
- (o.J): www.finnvera.fi

➢ **Forbes**
- (2018): Best Countries for Business, https://www.forbes.com/best-countries-for-business/list/2/#tab:overall

➢ **Fortum Oyj**
- (2018): News, http://www.fortum.com/en/mediaroom/pages/fortum-completes-smart-meters-installation-project-in-finland.aspx

➢ **GTAI (Germany Trade & Invest)**
- (2018): Finnland will den Anteil der erneuerbaren Energien erhöhen, http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=finnland-will-den-anteil-der-erneuerbaren-energien-erhoehen,did=1879728.html
- (2017): SWOT-Analyse - Finnland, https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Geschaeftspraxis/swot-analyse,t=swotanalyse--finnland-dezember-2017,did=1837920.html
- (2017): Wirtschaftsausblick Dezember 2017 - Finnland, www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Wirtschaftsklima/wirtschaftsausblick,t=wirtschaftsausblick-dezember-2017--finnland,did=1839490.html
- (2015): Finnland investiert in neueste Smart-Grid Lösungen,

http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=1198394.html
- (2014): Finnland setzt auf Atomkraft, Windparks und Biomasse, http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=1008722.html
- (2014): Investitionsförderung – Finnland, https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=1109778.html
- (2014): Wirtschaftsdaten kompakt: Finnland, http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Weltkarte/Europa/finnland.html

➢ **Harsia et al.**
- (2017): Edellytykset kysyntäjouston toteutumiselle kiinteistössä

➢ **Helen Oy**
- (o.J.): Case: Sakarinmäki School, https://www.helen.fi/en/helen-oy/current-topics/sakarinmaki/
- (2016): Suomen suurin aurinkovoimala käynnistyi, https://www.helen.fi/uutiset/2016/suomen-suurin-aurinkovoimala-kaynnistyi/
- (2015): Aurinkovoiman tuotanto on käynnistynyt helsingin suvilahdessa, https://www.helen.fi/uutiset/2015/aurinkovoiman-tuotanto-on-kaynnistynyt-helsingin-suvilahdessa/
- (2015): Sähkötuotteemme sinulle, https://www4.helen.fi/Sahkokauppa/MakeContract.aspx
- (2015): Uusi aurinkovoimala Helsingin Kivikkoon, https://www.helen.fi/uutiset/2015/uusi-aurinkovoimala-helsingin-kivikkoon/

➢ **HS (Helsingin Sanomat)**
- (2015): Halpenevat aurinkopaneelit mullistavat energiamarkkinat, http://www.hs.fi/kotimaa/art-2000002808955.html
- (2010): Kaikkien aikojen lämpöennätys uusiksi: 37,2 astetta, http://yle.fi/uutiset/kaikkien_aikojen_lampoennatys_uusiksi_372_astetta/5605500

➢ **Helsinki Business Hub**
- (2018): Rankings, www.helsinkibusinesshub.fi/fact/facts-about-ict-in-helsinki/

➢ **HINKU (The Carbon Neutral Municipalities project)**
- (2017): www.hinku-foorumi.fi

➢ **Index of Economic Freedom**
- (2018): Country Rankings, http://www.heritage.org/index/ranking

➢ **Invest in Finland**
- (o.J): http://www.investinfinland.fi/
- (2016): Market Opportunities in Smart Grid Sector in Finland
- (2016): Smart grid project catalogue 2016

➢ **Järventausta et al.**
- (2015): Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli) - Loppuraportti.

➢ **Lappeenranta University of Technology**
- (2016): Ahonen, Tero; Honkapuro, Samuli: Demand Response Systems
- (2016): Nationwide photovoltaic hosting capacity in the finnish electricity distribution system, https://www.researchgate.net/publication/304379758_Nationwide_Photovoltaic_Hosting_Capacity_in_the_Finnish_Electricity_Distribution_System
- (2015): Child, Michael; Breyer, Christian: Vision and initial feasibility of a recarbonised Finnish energy system for 2050, http://www.slideshare.net/lappeenranta-university-of-technology/vision-and-initialfeasibilityofarecarbonisedfinnishenergysystemfor2050
- (2014): Grönberg, I.: Passiivisesta sähkönkuluttajasta aktiiviseksi energiakansalaiseksi? Aurinkopaneelien

yhteistilaus ja -rakentaminen Etelä-Karjalassa, http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/95741/abb0c9f6-1a29-4313-9337-6295ac6e3d27.pdf?sequence=2
- (2012): Tariff scheme options for distribution system operators. LUT Energy.

➢ **Leanheat Oy**
- (2018): https://leanheat.de

➢ **Lempäälän kunta**
- (o.J.): Energiaomavarainen Lempäälä, www.lempaala.fi/kuntainfo/energiaomavarainen-lempaala/

➢ **Ministerium für Umwelt (Ympäristöministeriö, YM)**
- (2015): Ympäristöministeriö – yhdessä kestävään tulevaisuuteen, http://www.ym.fi/fi-FI/Ministerio
- (2002): Finland in EU Environmental Policy, https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40412/FE_551.pdf?sequence=1

➢ **Motiva**
- (2016): Bioenergian käyttö, http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_kaytto
- (2016): Verkkoon liittäminen, http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa/lainsaadanto_ja_muu_ohjaus/verkkoon_liittaminen
- (2015): Sähkölämmityksen tehostamisohjelma Elvari 2008–2015 loppuraportti, http://www.slideshare.net/MotivaOy/elvari-loppuraportti

➢ **OECD**
- (2018): Better Life Index, Finland, www.oecdbetterlifeindex.org/countries/finland/

➢ **Öljy- ja biopolttoaineala ry (Verband der Finnischen Öl- und Biokraftstoffindustrie)**
- (2016): Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta, http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta

➢ **Pöyry Management Consulting Oy**
- (2011): Kaukolämmön asema suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa, http://www2.energia.fi/kaukolampo/KLAsemaLoppuraportti52A14971.pdf

➢ **Resca**
- (2013): Tampere-Talon Laajennusosan Aurinkoenergiaselvitys, http://www.tampere-talo.fi/uploads/Aurinkoenergia_loppuraportti_Tampere-talo.pdf

➢ **Sähköinenliikenne.fi**
- (2017): SUOMEN JULKISET LATAUSASEMAT JA -PISTEET 15.5.2017

➢ **Sitra**
- (o.J): http://www.sitra.fi/

➢ **Statistic Finland (Tilastokeskus)**
- (2018): Tammikuun työttömyysaste 8,8 prosenttia, http://tilastokeskus.fi/til/tyti/2018/01/tyti_2018_01_2018-02-20_tie_001_fi.html
- (2017): Energia, http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/
- (2017): Energian hankinta ja kulutus, https://www.stat.fi/til/ehk/2016/04/ehk_2016_04_2017-03-23_kuv_015_fi.html
- (2017): Energian hinnat nousivat kolmannella neljänneksellä,

http://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2017/03/ehi_2017_03_2017-12-07_tie_001_fi.html
- (2017): Energian kokonaiskulutus nousi 2 prosenttia vuonna 2016, https://www.stat.fi/til/ehk/2016/04/ehk_2016_04_2017-03-23_tie_001_fi.html
- (2017): Kansantalouden tilinpito, www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_kansantalous.html

- (2017): Liitetaulukko 1. Rakennukset, asunnot ja henkilöt talotyypin ja kerrosluvun mukaan 31.12.2016, http://www.stat.fi/til/rakke/2016/rakke_2016_2017-05-24_tau_001_fi.html
- (2017): Nord Pool Spot -sähköpörssin kuukausikeskiarvot, http://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2017/03/ehi_2017_03_2017-12-07_kuv_006_fi.html
- (2017): Sähkön ja lämmön tuotanto tuotantomuodoittain ja polttoaineittain 2016, https://www.stat.fi/til/salatuo/2016/salatuo_2016_2017-11-02_tau_001_fi.html
- (2017): Uusiutuvilla tuotettiin 45 % sähköstä ja 57 % lämmöstä, https://www.stat.fi/til/salatuo/2016/salatuo_2016_2017-11-02_tie_001_fi.html
- (2017): Väestötilastot, https://www.stat.fi/til/vamuu/2017/02/vamuu_2017_02_2017-03-30_tie_001_fi.html

➢ **SLY (Suomen Sähkölaitosyhdistys ry)**
- (1992): Sähkölämmityskeskusten kytkentäsuositus, http://tate.blogs.tamk.fi/files/2013/05/SLY7_92.pdf

➢ **SYKE (Finnish Environment Institute)**
- (2015): Kasvihuonekaasupäästöjen kasvu taittui, http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Ilmastonmuutos_ja_energia/Kasvihuonekaasupaastojen_kasvu_taittui(28546)

➢ **Tampere University of Technology**
- (2016): Kokeilemalla kohti kiertotaloutta, http://www.tut.fi/rajapinta/artikkelit/2016/4/kokeilemalla-kohti-kiertotaloutta
- (2014): Baumgartner, P.: Demand Response Ecosystems in the Nordic Electricity Markets (M.Sc Thesis), http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201401281062

- **Tekniikka & Talous**
- (2017): Maakaasu saa haastajan, joka ei aiheuta co2-päästöjä - Suomessa mennään vielä askel pidemmälle, https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/maakaasu-saa-haastajan-joka-ei-aiheuta-co2-paastoja-suomessa-mennaan-viela-askel-pidemmalle-6671322

➢ **TEM (Finnisches Arbeits- und Wirtschaftsministerium)**
- (2017): Uusiutuva energia - Kohti vähähiilistä yhteiskuntaa, http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160327/Uusiutuva_energia.pdf
- (2017): Uusiutuvan energian toimialaraportti 2017, https://tem.fi/documents/1410877/5717373/Uusiutuvan+energian+toimialaraportti/38ff4911-aabe-4a00-bd55-c5823cc1b189
- (2017): Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskeskeistä sähköjärjestelmää
- (o.J.): Uusiutuvan energian ja uuden energiateknologian investointituki, http://tem.fi/uusiutuvan-energian-ja-uuden-energiateknologian-investointituki
- (2016): Energiatuki, http://tem.fi/energiatuki
- (2016): Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030, http://tem.fi/strategia2016
- (2016): Uuden energia- ja ilmastostrategian valmistelu on aloitettu, http://tem.fi/strategia2016 (2015): Energia- ja ilmastotavoitteet strategiatyön taustalla, http://tem.fi/energia-ja-ilmastotavoitteet (2015): Strategy 2013, http://tem.fi/energia-ja-ilmastostrategia (2014): Energy and Climate Roadmap 2050, http://www.tem.fi/files/41483/Energy_and_Climate_Roadmap_2050.pdf
- (2009): Älykkäät sähkömittarit käyttöön Suomessa: Kotitalouksille jopa reaaliaikaista tietoa omasta sähkönkäytöstä, http://tem.fi/etusivu

➢ **Trafi (Finnish Transport Safety Agency)**

- (2018): Sähköauton hankintatuki, https://www.trafi.fi/oleedellakavija/tayssahkoauto/sahkoauton_hankintatuki
- (2017): Liikennekäytössä olevat sähköautot, https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset_autot

➢ **Tulli (Finnischer Zoll)**

- (2017): Tavaroiden ulkomaankaupan kuukausitilasto lokakuussa 2017, http://tulli.fi/tilastot/tilastojulkaisu/-/asset_publisher/tavaroiden-ulkomaankaupan-kuukausitilasto-lokakuussa-2017
- (2017): Suomen ja Saksan välinen kauppa vuonna 2017, http://tulli.fi/tilastot/tilastojulkaisu/-/asset_publisher/suomen-ja-saksan-valinen-kauppa-vuonna-2017-1-9-
- (2015): Energiaverotus (Energiebesteuerung), http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/julkaisut_ja_esitteet/asiakasohjeet/valmisteverotus/tiedostot/021.pdf

➢ **Valtioneuvosto (der finnische Staatsrat)**

- (2015): Hallitusohjelma (Regierungsprogramm), http://valtioneuvosto.fi/sipilan-hallitus/hallitusohjelma
- (2007): Hallitusohjelma (Regierungsprogramm), http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/368562/hallitusohjelma-vanhanen-II/2a27514c-b939-4bb6-9167-ce886c358dff

➢ **Valtiovarainministeriö (Finnisches Finanzministerium)**

- (2017): Kuntien lukumäärä ja vireillä olevat muutokset, http://vm.fi/kuntien-lukumaara
- (2017): Talousarvioesitys 2017, http://budjetti.vm.fi/indox/tae/frame_year.jsp?year=2017&lang=fi
- (2015): Hallinnon rakenteet, http://vm.fi/hallintopolitiikka/hallinnon-rakenteet
- (2015): Valtion talousarvioesitykset, http://budjetti.vm.fi/indox/sisalto.jsp?year=2015&lang=fi&maindoc=/2015/tae/hallituksenEsitys/hallituksenEsitys.xml&id=/2015/tae/hallituksenEsitys/YksityiskohtaisetPerustelut/32/60/40/40.html

➢ **Veronmaksajat.fi**

- (2015): Energiaverot eri EU-maissa/Energiesteuern in verschiedenen EU Ländern, http://www.veronmaksajat.fi/luvut/tilastot/kulutusverot/energiaverot/

➢ **Viestintävirasto**

- (2016): Oikeus puhelin- ja laajakaistaliittymään, www.viestintavirasto.fi/internetpuhelin/oikeuspuhelin-jalaajakaistaliittymaan.html

➢ **VTT (das Technische Forschungszentrum Finnland)**

- (2015): Hakkarainen, Elina; Hakkarainen Timo; Ikäheimo, Jussi; Tsupari, Eemeli: The role and opportunities for solar energy in Finland and Europe, http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T217.pdf
- (2011): Hashmi, Murtaza: Working Paper, www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W166.pdf

➢ **YLE (Yleisradio, die öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalt von Finnland)**

- (2017): Olkiluoto kolmonen viivästyy edelleen, https://yle.fi/uutiset/3-9872780
- (2017): Uudet älymittarit muuttavat kodin arkea – Sähkönkulutuksesta saa pian reaaliaikaista tietoa kännykällä, https://yle.fi/uutiset/3-9577330