

Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Smart-Grids-Lösungen

Beate FRIEDL¹⁽²⁾, Markus G. BLIEM⁽²⁾, Michael G. MIESS¹⁽³⁾, Stefan SCHMELZER¹⁽³⁾, Maria AIGNER¹⁽⁴⁾, Alfons HABER⁽⁵⁾, Ernst SCHMAUTZER⁽⁴⁾

⁽²⁾ Institut für Höhere Studien Kärnten, Alter Platz 10, 9020 Klagenfurt, +43 (0) 463 592 150-21, friedl@carinthia.ihs.ac.at, www.carinthia.ihs.ac.at

⁽³⁾ Institut für Höhere Studien, Stumpergasse 56, 1060 Wien, +43 (0) 1 59991-138, miess@ihs.ac.at, www.ihs.ac.at

⁽⁴⁾ Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen, Inffeldgasse 18/1, 8010 Graz, +43 (0) 316 873-7567, maria.aigner@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at

⁽⁵⁾ Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger, Viriotgasse 4/2/10, 1090 Wien, +43 (0) 664 4145428, alfons@haber.co.at



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

Kurzfassung:

Die energie- und klimapolitischen Ziele der Europäischen Union lassen die Anforderungen an die Stromnetze steigen und bedingen mittelfristig einen umfassenden Transformationsprozess – gekennzeichnet durch einen hohen Investitionsbedarf. Künftig sollen die Stromnetze nicht nur eine große Anzahl an volatilen dezentralen Stromerzeugern aufnehmen können, sondern gleichzeitig soll der Lastfluss effektiv gesteuert (Stichwort: Demand-Side-Management) und zusammen mit dezentralen Energiespeichern die Versorgungssicherheit auch künftig gewährleistet werden. Mit Hilfe von Smart Grids soll die Erreichung ambitionierter Energie- und Klimaziele unterstützt werden und Kunden neue Möglichkeiten bekommen am Strommarkt teilzunehmen – nämlich von Verbrauchern hin zu „Prosumern“ (PRODUCER/CONSUMER).

Der vorliegende Beitrag analysiert die mit der Einführung von Smart-Grids-Lösungen zusammenhängenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte. Der Fokus liegt dabei auf einer Analyse der sektoralen Beschäftigungseffekte, der Entwicklung der Arbeitslosigkeit und des Bruttoinlandsproduktes. Im Hinblick auf die Modernisierung der Netze, aber insbesondere auch auf die Gestaltung der Energiewende (Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger) sowie die Integration der Haushaltskunden als „Prosumer“ und flexible Marktteilnehmer (Smart Home), sind umfangreiche Investitionen notwendig. Im Rahmen des vom Klima- und Energiefonds geförderten Projektes „ECONGRID“ [5] wurden verschiedene Smart-Grids-Lösungen (ECONGRID-Szenarien) erstellt und analysiert. Das Szenario „Flexdemand“ zeichnet sich durch eine hohe Durchdringung dezentraler Erzeugungsanlagen in Kombinati-

¹ Jungautor

on mit dezentralen Speichern und einer deutlichen Zunahme von Elektrofahrzeugen aus. Die Haushaltskunden sind weitgehend mit smarten Technologien ausgestattet und nehmen aktiv an Demand Side Programmen teil.[5] [11]

Auf Basis einer detaillierten Festlegung von technologischen Implementierungspfaden für das Szenario „Flexdemand“ wurden die Kosten für die einzelnen Kostenkategorien (Erweiterung der Verteilernetze etc.) für den Betrachtungszeitraum 2014-2020 erhoben. Die ermittelten Kosten bilden die Basis für die Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte mit Hilfe des statischen multi-sektoralen Arbeitsmarktmodells LEMMA.

Insgesamt fallen in einem Zeitraum von 2014-2020 jährliche Kosten in der Höhe von € 1,7 Mrd. an. Die Modellanalysen ergeben damit verbundene jährliche Beschäftigungseffekte von 8.734 Arbeitsplätzen (VZÄ); am stärksten profitiert der Sektor Maschinenbau (3.695 Beschäftigte, in VZÄ). Differenziert man die zusätzlichen Beschäftigungseffekte hinsichtlich des Qualifikationsniveaus der Arbeitskräfte, so zeigt sich, dass absolut betrachtet Personen mit mittlerer Qualifikation am stärksten profitieren (+ 5.598 Beschäftigte). Die Arbeitslosenrate sinkt für alle drei Qualifikationsgruppen, mit 0,29 Prozentpunkten relativ gesehen am stärksten für Personen mit nur geringer Qualifikation. Insgesamt kann die Wertschöpfung aufkommensneutral um 0,1 % erhöht werden.

Keywords: Smart Grids, erneuerbare Energien, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, Computable General Equilibrium (CGE) Model, Labour and Energy Market Model for Austria (LEMMA), Prosumer

1 Einleitung

Die Europäische Kommission weist in der Energy Roadmap 2050 auf die zunehmende Bedeutung elektrischer Energie in Verbindung mit einer signifikant steigenden Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern hin. Diese Veränderungen bedingen eine weitgehende Modernisierung der Stromnetze, insbesondere die Verteilernetze müssen „smarter“ werden, um eine hohe Anzahl variabler dezentraler Energieträger integrieren und managen zu können.[1] Die breite Einführung von Smart-Grids-Lösungen erfordert einen beträchtlichen Investitionsbedarf, in Abhängigkeit von den Ausbauvarianten (nach dem Motto: „wie viel an smart“ ist wirtschaftlich sinnvoll?). Der damit verbundene Investitionsbedarf stellt einerseits eine Herausforderung bzw. Belastung für die Endkunden dar, andererseits generieren jene Investitionen erhebliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte. Anhand einer makroökonomischen Bewertung kann aufgezeigt werden, welche Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch die Investitionen in den kommenden Jahren entstehen. In den Berechnungen gilt es sowohl die direkten als auch die indirekten Effekte zu berücksichtigen, denn durchgeführte Investitionen in einem Wirtschaftssektor bedingen auch Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in den vorgelagerten Branchen.

Ziel des Beitrags ist es, die mit der Einführung zusammenhängenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Detail darzustellen. Grundlage für die Berechnungen stellt eine solide Abschätzung der Netzbau- bzw. -adaptierungskosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Implementierungsstrategien dar. Dazu werden die im Rahmen des vom Klima- und

Energiefonds geförderten Projektes „ECONGRID“ erstellten Szenarien und Kostenabschätzungen herangezogen.[5] Im vorliegenden Beitrag werden die Auswirkungen der Investitionen im Szenario „Flexdemand“ bis zum Jahr 2020 abgeschätzt.

2 Szenarien

Im Rahmen des vom Klima- und Energiefonds geförderten Projektes „ECONGRID“ wurden, aufbauend auf einer Darstellung der Ist-Situation, unterschiedliche Implementierungsstrategien (Szenarien) von Smart-Grids-Lösungen erstellt. Insgesamt drei verschiedene Szenarien bilden unterschiedliche Rahmenbedingungen und Anforderungen an die Stromnetze ab: während im Current Policy Szenario lediglich bereits beschlossene Maßnahmen und gesetzlich verankerte Rahmenbedingungen umgesetzt werden, ist im Szenario „Flexdemand“ die Integration erneuerbarer Energieträger bereits sehr weit fortgeschritten und die Verbraucher reagieren flexibel auf ein variables Stromangebot (Stichwort: Demand Side Management). Die in den jeweiligen Szenarien exogen festgelegten Rahmenbedingungen (z.B. Strommix, Elektromobilität) bestimmen damit, in welchem Ausmaß intelligente Technologien mit welchen Funktionalitäten eingesetzt werden müssen und damit auch wie hoch der Investitionsbedarf in den einzelnen Szenarien tatsächlich ist.

Während damit die Einführung smarterer Technologien im Current Policy Szenario noch begrenzt Anwendung findet, werden im ambitionierten „Flexdemand“ Szenario umfassend smarte Technologien und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) mit weitreichenden Funktionalitäten eingeführt und damit ein „intelligenteres“ Netz geschaffen, wobei hier das Netz lediglich durch die Betriebsführung und das Zusammenspiel von Verbrauch und Erzeugung „intelligent“ bzw. smart erscheint.

2.1 Szenario „Flexdemand“ 2020

Im ambitionierten Szenario „Flexdemand“ wird dem Ausbau erneuerbarer Energieträger ein hoher Stellenwert eingeräumt – die Technologien Photovoltaik (PV) und Windenergie verzeichnen hohe Zuwachsraten bis zum Jahr 2020, Wasserkraft stellt auch im Jahr 2020 die bedeutendste Stromerzeugungsquelle im (erneuerbaren) Strommix dar (vgl. Abbildung 1). Die Annahmen hinsichtlich der Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern orientieren sich in den ECONGRID-Szenarien an der aktuellen Stromproduktion in Österreich bzw. den gesetzlich vorgegebenen Ausbauzielen (vgl. Ökostromgesetz [2]). Im Szenario „Flexdemand“ wird von einem deutlich stärkeren Zubau an erneuerbaren Energieträgern – verglichen mit den Vorgaben im Ökostromgesetz – ausgegangen. Insbesondere die Energieträger Photovoltaik und Windkraft gewinnen verstärkt an Bedeutung. Im Verkehrsbereich nimmt die Elektrifizierung des Verkehrs (E-Mobility) zu, insgesamt werden im Jahr 2020 mehr als 200.000 Elektrofahrzeuge (reine Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybrid Electric Vehicle – PHEV) betrieben werden. Diese Annahme lehnt sich an das Szenario des Umweltbundesamtes [3] an. Ein Teil der Fahrzeuge wird auch als Energiespeicher eingesetzt, zusätzlich wird die Stromverbrauchsnachfrage auf Basis von Demand Response Programmen flexibilisiert.

Entsprechend der Intelligenten Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO [4] werden im Betrachtungszeitraum konventionelle Stromzähler (Ferraris Zähler) auf Smart Meter umgerüstet, dezentrale Speicher gewinnen insbesondere im Bereich der Haushalte (aufgrund der Stromproduktion mit PV-Anlagen) an Bedeutung. Das Stromnetz wird im Bereich der Verteilernetze modernisiert bzw. „smart“, der Einbau von Smart-Home-Technologien ermöglicht die aktive Rolle des Kunden im Smart Grid (Prosumer) und damit ist eine rasche und effektive Verbrauchssteuerung gegeben.

Szenario Flexdemand		
Angebotsseite	<u>Erneuerbare Energieträger</u>	
	PV	2.289 GWh
	Windkraft	7.064 GWh
	Wasserkraft	42.806 GWh
	Biomasse/Biogene	6.554 GWh
Nachfrageseite	<u>Elektromobilität</u>	
	Reine Elektrofahrzeuge	51.901
	PHEV	155.703
		207.604
	Davon V2G (Speicher)	83.042
	<u>Demand Response</u>	400 MW

Abbildung 1: Exogene Parameter Szenario „Flexdemand“, ECONGRID [5]

3 Erhebung der Kosten

In einem weiteren Schritt wurden die Netzbau- bzw. -adaptierungskosten in den jeweiligen ECONGRID-Szenarien errechnet. Basis dafür bilden die in den Szenarien jeweils eingesetzten Technologien bzw. die dafür notwendigen Erweiterungs- und Adaptionsmaßnahmen. Berücksichtigt wurden dabei sowohl Kosten für die Erweiterung des Netzes, der dezentralen Stromerzeugungs- (z.B. PV-Anlage) und dezentralen Speicheranlagen sowie Kosten für Smart-Home-Technologien. Insgesamt entstehen im Beobachtungszeitraum (2014-2020) jährliche Gesamtkosten in der Höhe von ca. € 1,7 Mrd. (vgl. Tabelle 1), die sich auf folgende Kostenkategorien (vgl. Abbildung 2) aufteilen:

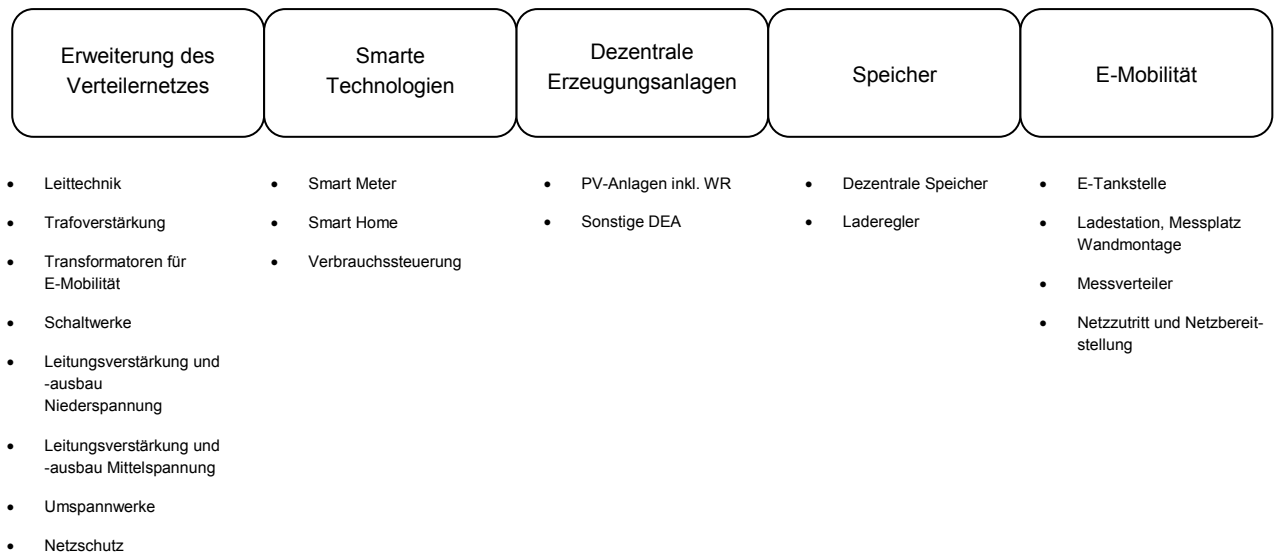


Abbildung 2: Kostenkategorien Szenario „Flexdemand“, E-CONGRID [5]

	in Mio. €
Erweiterung des Verteilernetzes	241,9
Smarte Technologien	342,9
Dezentrale Erzeugungsanlagen	826,7
Speicher	285,0
E-Mobilität (Ladeinfrastruktur und Netzintegration)	23,1
Kosten gesamt	1.719,5

Tabelle 1: Jährliche Kosten für unterschiedliche Marktakteure im Szenario „Flexdemand“ (2014-2020), E-CONGRID [5]

Mit € 826,7 Mio. entfallen mehr als 48 % der jährlichen Kosten durch die Anschaffung von dezentralen Erzeugungsanlagen auf die Kunden. Weitere knapp 20 % der Kosten entstehen durch den vermehrten Einsatz von Smart-Home-Technologien; mitberücksichtigt ist in den Berechnungen die vollständige Umstellung der konventionellen Stromzähler hin zu Smart Metern (entsprechend der Intelligenten Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO [4]) sowie der punktuellen Einbau einer Verbrauchssteuerung. Die eingesetzten Technologien ermöglichen den Haushaltskunden über den Stromverbrauch flexibel auf unterschiedliche Tarife zu reagieren und damit an Demand Response Programmen teilnehmen zu können. Im Szenario „Flexdemand“ werden verstärkt dezentrale Speicher eingesetzt. Damit kann die Regelenergie zentraler Kraftwerke begrenzt und flexibel auf das Stromangebot bzw. die Stromnachfrage reagiert werden (z.B. Glättung der Lastkurve im Verteilernetz). Die Kosten für die eingesetzten Speicher belaufen sich im Betrachtungszeitraum (2014-2020) auf jährlich € 285 Mio. und entsprechen damit knapp 17 % der jährlichen Kosten, welche von unterschiedlichen Marktakteuren getätigt werden müssen. Insgesamt müssen im Szenario „Flexdemand“ jährlich knapp € 242 Mio. in die Adaption der Verteilernetze investiert werden. Dazu zählen u.a. die Einbindung der Trafostationen in die Leittechnik, der erforderliche Zu- und Umbau der Trafostationen unter Berücksichtigung von regelbaren Ortsnetztransformatoren. Im Vergleich dazu sind die Kosten für die zusätzliche Ladeinfrastruktur (öffentliche Elektrotankstellen, Ladestationen in Garagen, Messverteiler etc.) mit 1,3 % bzw. € 23,1 Mio. jährlich verhältnismäßig als gering einzustufen.

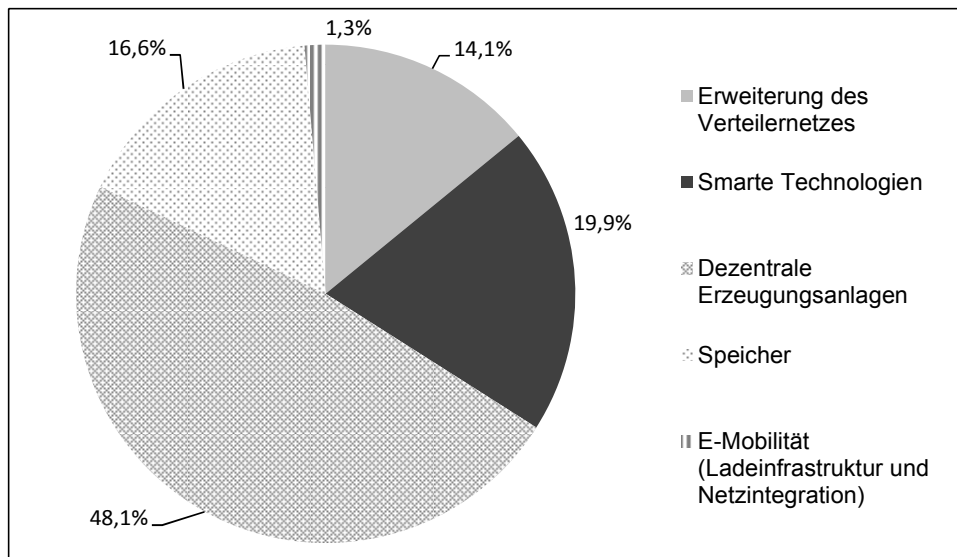


Abbildung 3: Aufteilung der Kosten nach Technologien/Kostenkategorien, ECONGRID [5]

4 Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

Im Hinblick auf das beträchtliche Investitionsvolumen, welches durch Adaptionen in den Verteilernetzen bzw. den Umbau des Energiesystems notwendig werden, stellt die fundierte Bewertung makroökonomischer Effekte eine wichtige Basis und Voraussetzung dafür dar, künftige Entwicklungen voranzutreiben und damit verbundene Effekte aufzuzeigen. Dabei beschränken sich die wirtschaftlichen Effekte der Modernisierung der Netzinfrastruktur und der Implementierung smarter Technologien nicht unmittelbar auf die Aktivitäten der einzelnen Unternehmen (Netzbetreiber, Erzeuger) selbst, sondern ziehen eine Reihe von vorgelagerten Effekten und Folgewirkungen mit sich: die Wirtschaftsleistung entsteht nicht nur in jenem Sektor, dem die Energieversorgungsunternehmen zugerechnet werden, sondern auch in vorgelagerten Branchen (Basis hierfür bilden die Vorleistungsstrukturen der Wirtschaft). Die Erstellung von Gütern und Dienstleistungen jeder Sektoren bedingt in der Regel auch einen Rückgriff auf Güter und Dienstleistungen aus anderen Wirtschaftszweigen. Durchgeführte Investitionen in einer Branche bedingen damit auch multiplikativ verstärkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in den vorgelagerten Wirtschaftssektoren.

Auf Basis solider Abschätzungen der Investitionskosten im Szenario „Flexdemand“ wurden die mit der Einführung von Smart-Grids-Lösungen zusammenhängenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte unter Verwendung des am Institut für Höhere Studien Wien entwickelten CGE Modell LEMMA (Labour and Energy Market Model for Austria) berechnet. In den folgenden Abschnitten wird zuerst das Modell kurz dargestellt und die wesentlichen Modellergebnisse diskutiert.

4.1 Modellbeschreibung

Die Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte erfolgte mit dem am Institut für Höhere Studien entwickelten und betreuten multi-sektoralen statischen Arbeitsmarktmodell LEMMA². Basis des Modells bilden die von Statistik Austria publizierten Input-Output Tabellen³ welche die Produktion der einzelnen Sektoren der Wirtschaft inklusive der Vorleistungen anderer Sektoren sowie den Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit abbilden. Die errechneten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte berücksichtigen daher auch Effekte in den vorgelagerten Branchen bzw. andere wirtschaftliche Effekte, wie beispielsweise die Veränderung der Kaufkraft in Abhängigkeit der Einkommen, Nachfrageveränderungen in Abhängigkeit der Preise etc. Zusätzlich wird im statischen multi-sektoralen Arbeitsmarktmodell LEMMA zwischen 13 verschiedenen produzierenden Sektoren (vgl. Tabelle 2) und drei Haushaltsagenten (gering-, mittel- oder hochqualifizierte Arbeiter) unterschieden.

Sektorbezeichnung LEMMA		ÖNACE 2003	
AGR	Land- und Forstwirtschaft	01, 02, 05	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
FERR	Metallverarbeitende Industrie (Metalle u. Halberzeugnisse daraus)	27	Metallerzeugung und -bearbeitung
CHEM	Chemische Industrie	24	H.v. Chemikalien und chemischen Erzeugnissen
ENG	Maschinenbau	28-32, 34, 35	Maschinenbau, H.v. Datenverarbeitungsgeräten, H.v. elektrischen Ausrüstungen, H.v. Metallerzeugnissen, Büromaschinen, Computer, Kraftwagen und sonstige Fahrzeuge, Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik
OTHER	andere Konsumgüterproduktion	14-22, 25, 26, 33, 36, 37	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln und Getränken, Textilien, Leder, Holz-, Papier-, Kunststoff-, Glas-, Steinwaren, Verlagswesen; Vervielfältigung;
BUI1	Hoch- und Tiefbau	45A	Hoch- und Tiefbau (z.B. Kabelnetzleitungstiefbau)
BUI2	Bauinstallationen, Ausbau- und Bauhilfsgewerbe	45B	Bauinstallationen, Ausbau- und Bauhilfsgewerbe (z.B. Elektroinstallationen)
TRA	Transport	60, 61, 62	Verkehr
F&E	Forschung & Entwicklung	73	Forschung und Entwicklung
SERV	Dienstleistungen	41, 50-55, 63-72, 74-95	Dienstleistungen ohne Forschung und Entwicklung (z.B. Ingenieurbüros); Wasserversorgung
ELE	Elektrizitätswirtschaft	40A	Elektrizitätsversorgung
FERNW	Fernwärme	40C	Fernwärmeversorgung
E	Kohle, Öl, Gas	40B, 10, 11, 23	Gasversorgung, Bergbau, Mineralölversorgung

Tabelle 2: Gliederung der Produktionssektoren im LEMMA Modell und sektorale Zuweisung der ÖNACE 2003

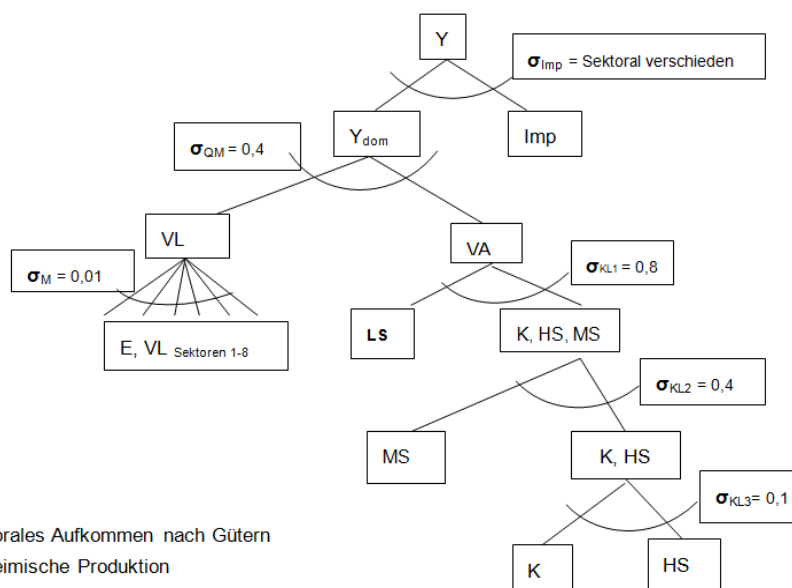
Die Produktionssektoren produzieren unter Verwendung der Faktoren Arbeit, Kapital und Vorleistungen anderer Sektoren, Güter, die von den Haushalten als Konsumgüter (Endnach-

² Labour and Energy Market Model for Austria. Für Dokumentationen des LEMMA Modells, siehe z.B. Balabanov et al. (2010) [6], Miess et al. (2011) unter „E3-Arbeitsmarktmodell“ [7]. Das theoretische Fundament des Modells ist in Böhringer et al. (2003, 2004) [8] [9] sowie in Hutton und Ruocco (1999) [10] dargestellt.

³ Für weitere Informationen der Statistik Austria zu den Input-Output Tabellen siehe:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/input-output-statistik/index.html.

frage) und von anderen Produktionssektoren wiederum als Vorleistungen nachgefragt werden. Die „Inputs“ für die Produktion sind sektoral verschieden, eine Substitution zwischen den einzelnen Inputs ist anhand einer konstanten, exogen vorgegebenen Substitutionselastizität möglich. Steigt der Preis eines Faktors (z.B. Arbeit durch eine Erhöhung der Lohnsteuer) an, kann ein anderer Faktor in unterschiedlichem Ausmaß als Substitut für die Produktion verwendet werden (z.B. Kapital). Wie Güter und Faktoren untereinander substituiert werden können, ist abhängig von der Nesting-Struktur (vgl. Abbildung 4) und den zugrunde gelegten Substitutionselastizitäten. Das jeweils untere Ende eines jeden Zweiges ist ein Vorleistungsgut für die Produktion, welches dann wiederum in der nächsthöheren Ebene zu einem Vorleistungsbündel aggregiert wird. Die einzelnen Verzweigungen zeigen, welche Güterbündel untereinander substituiert werden können, die Elastizitäten hingegen geben an, in welchem Ausmaß einzelne Güter(-bündel) untereinander ausgetauscht werden können. Eine niedrige Elastizität (nahe Null) bedeutet, dass eine Substitution kaum möglich ist, eine höhere Elastizität entspricht einer guten Substituierbarkeit. Eine Elastizität von Null bedeutet somit keine Substituierbarkeit (Güter sind perfekte Komplemente), eine (theoretische) Elastizität nahe Unendlich eine perfekte Substituierbarkeit (perfekte Substitute). Jeder Sektor hat die Möglichkeit Vorleistungen zu importieren, allerdings werden nur jene Güter importiert, die vom Sektor auch selbst produziert werden würden (Importe gleichartiger Güter). Der Preis für importierte Güter ist – entsprechend der Annahme einer kleinen offenen Volkswirtschaft – immer derselbe (fixer Weltmarktpreis). Die Substitutionsmöglichkeiten zwischen den heimisch produzierten und importierten Gütern sind wiederum abhängig von der Substitutionselastizität.[7]



Y – Sektorales Einkommen nach Gütern

Y_{dom} – Heimische Produktion

Imp – Importe gleichartiger Güter

VL – Vorleistungen

VA – Wertschöpfung (Value Added)

LS, MS, HS – niedrig-, mittel- und hochqualifizierte Arbeit

K – Kapitalvorleistungen

σ_{imp} , σ_{QM} , σ_M , σ_{KL1} , σ_{KL2} , σ_{KL3} – Substitutionselastizitäten

Quelle: IHS, 2011.

Abbildung 4: Nesting-Struktur für die sektorale Produktion [7]

Die Differenzierung des Haushaltsagenten erfolgt nach dem Qualifikationsniveau, es wird zwischen gering- (GQ), mittel- (MQ) und hochqualifizierten (HQ) Arbeitskräften unterschieden. Die Arbeitskräfte besitzen Kapital, beziehen ein Arbeitseinkommen bzw. Sozialleistungen und zahlen Steuern. Die Haushalte bieten den Sektoren ihr gesamtes Kapital und einen Teil ihrer Zeit (als Arbeitszeit) an. Dafür erhalten sie ein Lohn- bzw. Erwerbseinkommen und ein Kapitaleinkommen. Die Haushalte verwenden ihr gesamtes Einkommen, nach Abzug von Steuern und Abgaben, gänzlich für den Güterkonsum.[7]

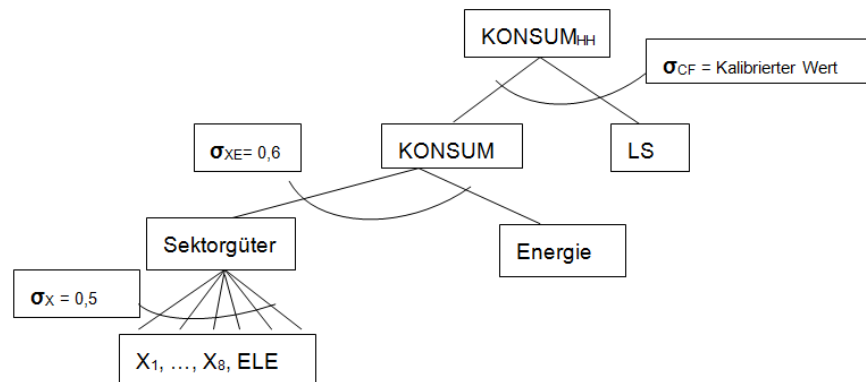
Den realen Kapitalstock, mit dem sie ausgestattet sind, überlassen die Haushalte den Unternehmen in Form eines homogenen Kapitalguts⁴ zur Produktion und erhalten dafür ihr Kapitaleinkommen. Der Preis, zu dem die Haushalte dieses an die Sektoren vermieten, also die Kosten, welche die Unternehmen für ihre Kapitalverwendung zur Produktion tragen, ist keine eindeutig bestimmbare volkswirtschaftliche Einheit und wird in der Literatur zur allgemeinen Gleichgewichtstheorie üblicherweise mit „rental rate of capital“ bezeichnet. Diese Größe ist sozusagen ein gewichtetes Mittel u. a. aus Zinshöhen, Abschreibungsraten, Gewinnspannen und dem Preis des Kapitalguts.[7]

Die Sektoren wiederum stehen im Besitz der Haushalte und machen keine Gewinne (Zero-Profit Bedingungen), sondern liefern etwaige Betriebsüberschüsse als Kapitalfluss an die Haushalte ab. Im statischen Modell LEMMA wird jeweils nur eine Periode betrachtet (das langfristige Gleichgewicht der Volkswirtschaft), daher können Investitionen – die eine Veränderung des Kapitalstocks zwischen den verschiedenen Perioden mit sich bringen – nicht explizit modelliert werden. Dazu wäre eine intertemporale Entscheidung der Unternehmen und Haushalte bezüglich der optimalen Höhe des Kapitalstocks für jede Periode notwendig.[7]

Investitionen werden dementsprechend in LEMMA wie folgt modelliert: jede Investition bedeutet in erster Linie den Kauf eines realen Wertgegenstands, sei es eine Produktionsmaschine, ein Gebäude oder ein sonstiges Investitionsgut. Daher wird durch die Form der statischen Analyse primär auf die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte fokussiert, die durch Produktion und Kauf des Investitionsguts entstehen.[7]

Die Haushalte generieren ihren Nutzen aus dem Konsum von Freizeit und Gütern. Das Konsumverhalten der Haushalte ist abhängig von der Nesting-Struktur bzw. ihren Substitutionsmöglichkeiten (vgl. Abbildung 5). Die Entscheidung, in welchem Ausmaß die Haushalte ihre Arbeit anbieten, hängt von der Höhe der Löhne und der Konsumgüterpreise ab. Bei hohen Löhnen und geringen Konsumgüterpreisen (Anstieg des Reallohns) wird das Arbeitskräfteangebot verstärkt, bei niedrigen Löhnen und teuren Güterpreisen (Sinken des Reallohns) hingegen wird vermehrt Zeit in Freizeit investiert. Die Veränderung des tatsächlichen Gleichgewichts am Arbeitsmarkt wird in der Folge im Zusammenspiel zwischen dem Angebotsverhalten der Haushalte und der Nachfrage durch die Sektoren bestimmt.[7]

⁴ Zum Kapitalgut zählen die Investitionsgüter aller Sektoren, es wird keine Unterscheidung zwischen den Investitionsgütern verschiedener Sektoren getroffen.



KONSUM_{HH} – Finaler Haushaltskonsum

KONSUM – Güterkonsum des Haushalts

LS – Freizeitkonsum

Sektorgüter – Konsumgüterbündel aus verschiedenen Sektorgütern

X₁, ..., X₈, ELE – Konsumgüter aus den verschiedenen Wirtschaftssektoren

Energie – Energiekonsum des Haushalts

σ_{CF}, σ_{XE}, σ_X – Substitutionselastizitäten

Quelle: IHS, 2011.

Abbildung 5: Nesting-Struktur der Haushalte [7]

Der Regierungsagent stellt öffentliche Güter und Transfers zur Verfügung und finanziert sich über verschiedene Steuerinstrumente (Arbeits-, Konsum-, Kapital- bzw. Energiesteuern). Er kann als Subventionsgeber fungieren und je nach Szenario seine Mehrausgaben über diverse Steuern oder zusätzliche Verschuldung refinanzieren. Zusätzlich zu den Veränderungen am Arbeitsmarkt (Beschäftigung, Arbeitslosigkeit, Lohnentwicklung) können die Auswirkungen der getätigten Investitionen und Subventionen auf die Indikatoren BIP (Wertschöpfungseffekte), Konsum und Preise abgebildet werden.

Die jährlich errechneten Kosten von ca. € 1,7 Mrd. im Szenario „Flexdemand“ wurden für die Modellberechnungen auf die Sektoren Maschinenbau, Hoch- und Tiefbau, Bauinstallationen, Ausbau- und Bauhilfsgewerbe sowie den Dienstleistungssektor aufgeteilt. Die Refinanzierung der getätigten Investitionen ist für die Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte wesentlich. Gegenwärtig sind im LEMMA Modell Steuern auf den Faktor Arbeit (Lohn- und Einkommenssteuern), Haushaltskonsum (Mehrwertsteuer), fossile Energie (Haushalte und Firmen, v.a. Mineralölsteuer), Elektrizität und Kapital implementiert. Zur Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Szenario „Flexdemand“ werden die Kosten für die Erhaltung und Modernisierung der Verteilernetze über die Netztarife finanziert. Ausgaben für Smart Meter bzw. die (Teil-)Förderung von Photovoltaikanlagen werden über die Strompreise (Ökostromgesetz) refinanziert.

Die verbleibenden Investitionen (z.B. der Einsatz smarterer Technologien), die in etwa die Hälfte der Gesamtinvestitionen ausmachen, werden direkt von den Haushalten getragen.

4.2 Modellergebnisse

Durch die zu tätigen Investitionen in die Verteilernetze, dezentrale Erzeugungsanlagen, Speicher, Elektromobilität und smarte Technologien im Ausmaß von € 1,7 Mrd. jährlich entstehen insgesamt 8.734 zusätzliche Arbeitsplätze (VZÄ)⁵. Dabei kann zwischen direkten und indirekten Beschäftigungseffekten unterschieden werden: direkte Beschäftigungseffekte entstehen in jenen Sektoren, in welche investiert wird bzw. in jenen Sektoren, welche von einer Förderung profitieren, indirekte Beschäftigungseffekte bezeichnen Arbeitsplatzzugewinne in den anderen Sektoren (z.B. in der metallverarbeitenden Industrie). Abbildung 6 zeigt, dass die Arbeitsplatzgewinne überwiegend jenen Sektoren zugeordnet werden können, die direkt von den Investitionen betroffen sind. Insgesamt entfallen von den 8.734 Arbeitsplätzen knapp 94 % auf die Sektoren Maschinenbau, Hoch- und Tiefbau, Bauinstallationen, Ausbau- und Bauhilfsgewerbe sowie den Dienstleistungssektor. Eine Unterscheidung der Arbeitsplätze hinsichtlich des Qualifikationsniveaus zeigt, dass in absoluten Zahlen gemessen mittelqualifizierte Arbeitskräfte von der Umsetzung der Smart-Grids-Lösung am meisten profitieren (vgl. Abbildung 6) und damit vor allem jene Personen, die über eine Sekundarschulbildung 2 (Oberstufe) oder beispielsweise Aufbaulehrgänge verfügen⁶. Dies erscheint nicht verwunderlich, da mittelqualifizierte Arbeitnehmer mit ca. 63 % der Arbeitsplätze die zahlenmäßig größte Beschäftigungsgruppe darstellen.

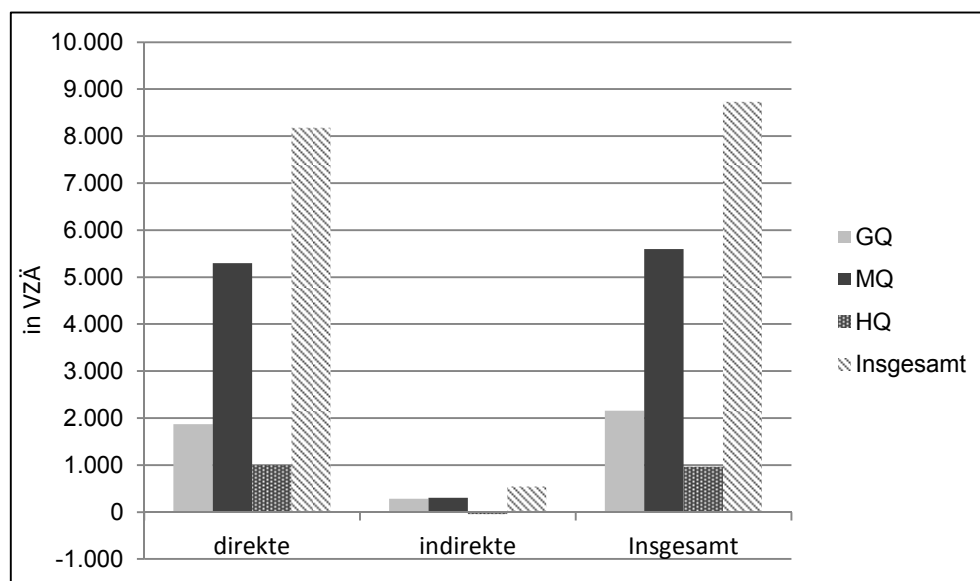


Abbildung 6: Ausgelöste Beschäftigungseffekte im Szenario „Flexdemand“ (Arbeitsplätze in VZÄ)

Abbildung 7 zeigt die Verteilung der direkten Beschäftigungseffekte; die stärksten Beschäftigungszuwächse entstehen im Sektor Maschinenbau (ENG) – insgesamt finden in diesem Sektor zusätzlich 3.695 Personen einen Arbeitsplatz (VZÄ). Der im LEMMA Modell aggregierte

⁵ Jährliche Effekte im Zeitraum 2014-2020.

⁶ Die Unterteilung des Qualifikationsniveaus erfolgt in drei Stufen und lehnt sich an die Klassifikation der ISCED (International Standard Classification of Education) an. Zu den Niedrigqualifizierten zählen Personen der Gruppe 0 bis 2 (Personen mit Pflichtschulabschluss oder darunter), in die Gruppe der mittelqualifizierten Personen fallen die Gruppen 3 bis 4 ISCED und unter Höherqualifizierten werden Personen mit einer tertiären Ausbildung zusammengefasst.[6]

gierte Sektor Maschinenbau umfasst auch die für Smart Grids Investitionen relevanten NACE Kategorien (z.B. Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, Herstellung von elektrischen Ausrüstungen) (vgl. Tabelle 2). Im Dienstleistungssektor⁷ kann die Beschäftigung um 2.746 Arbeitsplätze (VZÄ) ausgeweitet werden, der Bereich Bauinstallationen, Ausbau- und Bauhilfsgewerbe profitiert mit zusätzlichen 1.485 Arbeitsplätzen (VZÄ) – in diesem Sektor ist die relative Veränderung mit einem Beschäftigungszuwachs von +1,56 % auch am stärksten ausgeprägt.

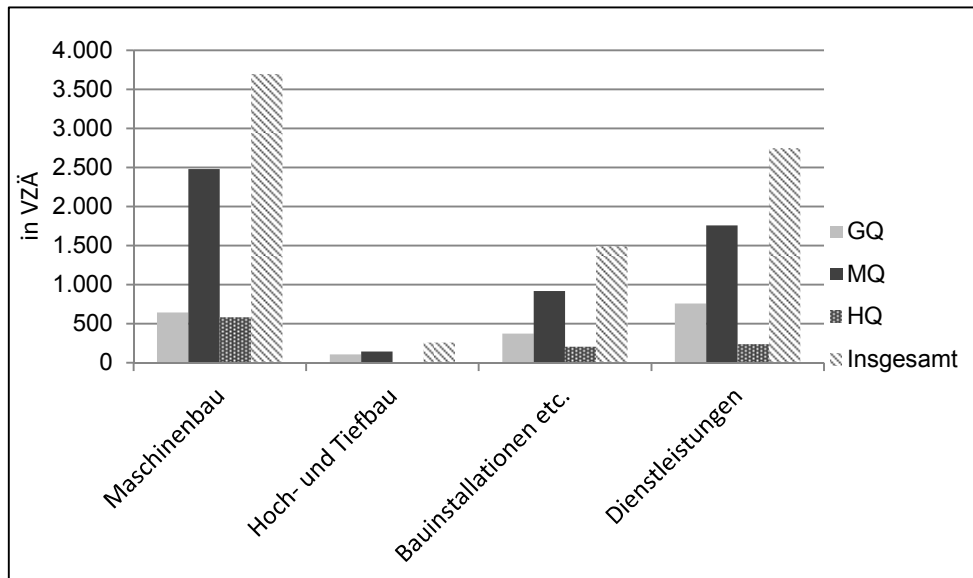


Abbildung 7: Absolute direkte Beschäftigungseffekte Szenario „Flexdemand“ (Arbeitsplätze in VZÄ)

Da im Bausektor der Anteil an geringqualifizierten Beschäftigten am größten ist, sind in dieser Qualifikationsgruppe auch die höchsten relativen Zuwächse zu verzeichnen: insgesamt wächst die Beschäftigung der Geringqualifizierten um ca. 0,4 %, im Durchschnitt über alle Beschäftigten nur um ca. 0,24 %. Für Hochqualifizierte fällt der Zuwachs an Beschäftigung mit 0,13 % am geringsten aus, Mittelqualifizierte liegen mit 0,25 % nur knapp über dem Durchschnitt (vgl. Abbildung 8). Die sektorale Betrachtung zeigt, dass der relative Beschäftigungszuwachs in den Sektoren Maschinenbau (+1,53 %) bzw. Bauinstallationen, Ausbau und Bauhilfsgewerbe (+1,56 %) am stärksten ausfällt und damit deutlich über dem Gesamtdurchschnitt (+0,24 %) liegt. Im Dienstleistungssektor ist der relative Anstieg der Beschäftigung mit +0,12 % nur halb so hoch wie im Durchschnitt; dieser Umstand ist insbesondere auf den hohen Anteil an hochqualifizierten Beschäftigten im Dienstleistungssektor und die Struktur der sektoralen Verflechtungen der Volkswirtschaft zurückzuführen.

⁷ Im aggregierten Dienstleistungssektor sind u.a. Tätigkeiten von Ingenieurbüros sowie Dienstleistungen der Informationstechnologie enthalten.

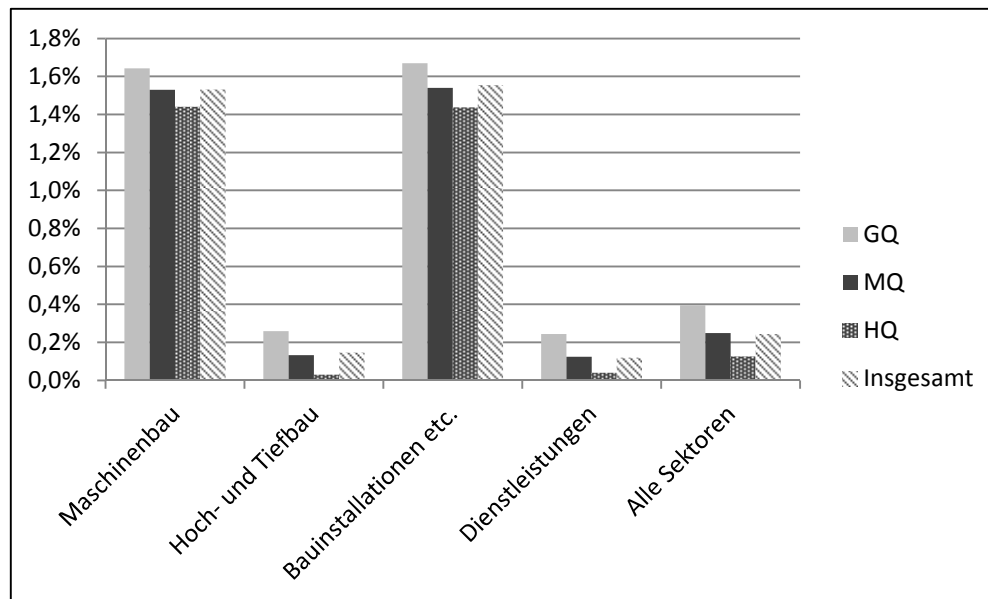


Abbildung 8: Relative direkte Beschäftigungszuwächse in Prozent, Szenario „Flexdemand“

Die Arbeitslosigkeit sinkt bei allen Qualifikationsgruppen, relativ gesehen profitiert die Gruppe der Geringqualifizierten mit einem Rückgang der Arbeitslosenrate um 0,29 Prozentpunkte am stärksten (vgl. Abbildung 9). Dies verdeutlicht zusätzlich, dass die Geringqualifizierten relativ von allen Beschäftigungsgruppen am meisten profitieren.

Der Wertschöpfungseffekt durch die Investitionsmaßnahmen fällt etwas geringer als die Beschäftigungseffekte aus; das Bruttoinlandsprodukt steigt durch die Investitionen im Szenario „Flexdemand“ um 0,1% an.

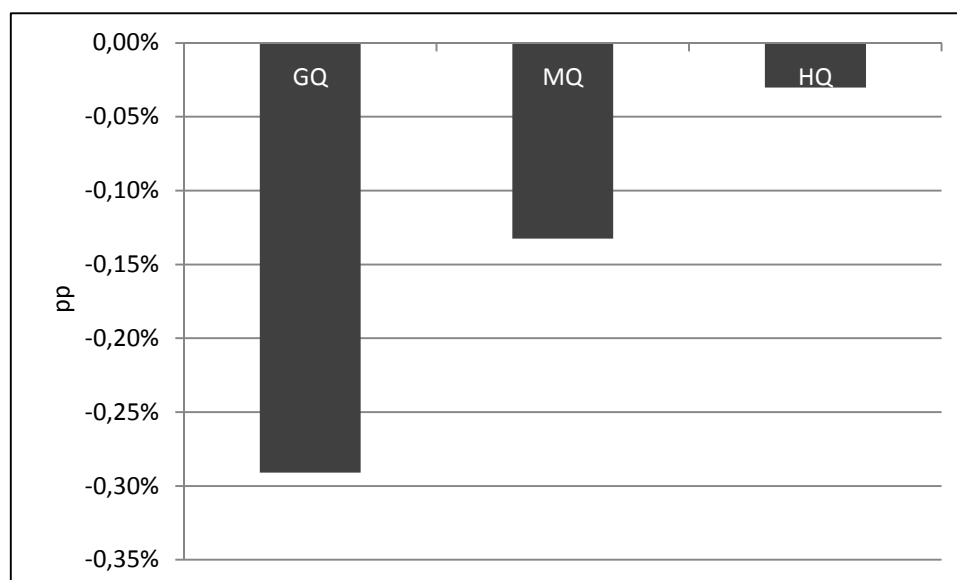


Abbildung 9: Veränderung der Arbeitslosenrate in Prozentpunkten, Szenario „Flexdemand“

5 Fazit

Der vorliegende Beitrag analysiert die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte für Smart Grids im Szenario „Flexdemand“. Eine Adaption der Verteilernetze, zusammen mit einer aktiven Einbindung der Kunden (z.B. Speicher, Smart Home) und einer hohen Anzahl an dezentralen Erzeugern und Verbrauchern (z.B. Photovoltaikanlagen, Speicher, Elektromobilität) bedingt einen hohen Investitionsbedarf. Insgesamt müssen im Szenario „Flexdemand“ im Zeitraum 2014-2020 jährlich ca. € 1,7 Mrd. investiert werden.

Die hohen Investitionssummen führen zu einer Ausweitung der Beschäftigung: insgesamt können 8.734 Arbeitsplätze (VZÄ) geschaffen und die Arbeitslosigkeit reduziert werden. Insbesondere die Sektoren Maschinenbau, die Bausektoren sowie der Dienstleistungssektor profitieren von den getätigten Investitionen. Die Wertschöpfung (BIP) steigt um 0,1 % an. Auf dem Weg zu smarten Verteilernetzen ist damit jedenfalls von einem hohen Investitionsbedarf auszugehen, die damit induzierten positiven volkswirtschaftlichen Effekte sind dabei jedoch besonders hervorzuheben, ganz im Sinne einer doppelten Dividende. Vor allem ist dabei zu betonen, dass alle Investitionen aufkommensneutral modelliert wurden, d.h. keine zusätzliche Verschuldung durch Haushalte oder den Staat bedingen.

Literatur

- [1] European Commission (2011): Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Energy Roadmap 2050. COM(2011) 885 final. Brussels.
- [2] BGBl I Nr. 75/2011 Ökostromgesetz 2012 – ÖSG 2012. Bundesgesetz über die Förderung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern (Ökostromgesetz 2012 – ÖSG 2012).
- [3] Umweltbundesamt (2010): Elektromobilität in Österreich Szenario 2020 und 2050. Wien.
- [4] BGBl II Nr. 138/2012 Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO. Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend, mit der die Einführung intelligenter Messgeräte festgelegt wird (Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO).
- [5] Institut für Höhere Studien Kärnten (2012): Smart Grids und volkswirtschaftliche Effekte: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Smart-Grids-Lösungen. Laufendes Forschungsprojekt. Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.
- [6] Balabanov, T., Friedl, B., Miess, M., and Schmelzer, S. (2010): Mehr und qualitätsvollere Green Jobs. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz. Wien.
- [7] Miess, M., Schmelzer, S. und Schnabl, A. (2011): Evaluierung der regionalen Beschäftigungs- und Wachstumsoffensive 2005/2006. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend.

- [8] Böhringer, C., Wiegard, W., Starkweather, C., Ruocco, A. (2003): "Green Tax Reforms and Computational Economics. A Do-it-yourself Approach", Computational Economics, Springer, vol. 22(1), pages 75-109.
- [9] Böhringer, C., Boeters, S., Feil, M. (2004): "Taxation and Unemployment: An Applied General Equilibrium Approach," CESifo Working Paper Series No. 1272; ZEW Discussion Paper No. 02-39.
- [10] Hutton, J., Ruocco, A. (1999): "Tax Reform and Employment in Europe," International Tax and Public Finance, Springer, vol. 6(3), pages 263-287.
- [11] Aigner, M., Schmutzner, E., Haber, A., Bitzan, G. (2013): Smart Grids – Funktionalität, Nutzen und Kosten smarterer Technologien in Österreich. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien. Wien.