

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Die Folgen des Klimawandels, der vornehmlich aus durch anthropogene Prozesse emittierten Treibhausgasen resultiert, gehören zu den wichtigsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.¹ Die größten Emittenten von Treibhausgasen sind hierbei die Industrienationen; innerhalb der Europäischen Union ist der größte Emittent die Bundesrepublik Deutschland.² Im Jahr 2012 hat Deutschland insgesamt 940 Mio. t Kohlenstoffdioxidäquivalente³ (CO₂e) emittiert.⁴ Mit 786 Mio. t CO₂e-Emissionen haben den größten Anteil in der Bundesrepublik Deutschland die Bereiche Energiesektor, verarbeitendes Gewerbe, Treibstoffe des Verkehrssektors und nicht-industrielle Befeuerungsprozesse, deren Emissionen als *Energiebedingte Emissionen* zusammengefasst werden. Die Bereitstellung von Energie durch den Energiesektor verursacht mit 364,8 Mio. t CO₂e ca. 38,7 % der Emissionen.⁵ Um dem Klimawandel entgegenzuwirken, hat die Europäische Union (EU) in ihren 20-20-20-Klimazielen die Reduktion der Treibhausgasemissionen um 20 %, die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien auf 20 % der Energieversorgung und die Steigerung der Energieeffizienz um 20 % bis zum Jahr 2020 in Relation zum Referenzjahr 1990 definiert.⁶ Die deutsche Bundesregierung hat dem folgend ein Emissionsziel von maximal 750 Mio. t CO₂e im Jahr 2020 festgelegt.⁷ Hierzu wurden von der Bundesregierung zahlreiche Maßnahmen beschlossen, unter anderem die Energiewende und der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Förderung elektrischer Mobilität, die Erhöhung der Effizienz von Energiebereitstellung und -verbrauch und die dezentrale Erzeugung von Energie.⁸

Diese Maßnahmen wirken sich unter anderem auf den Elektrizitätssektor als Teil der Energiewirtschaft aus. Insbesondere im Haushaltssektor führen sie zu technologischen Veränderungen, z. B. der Installation von erneuerbaren Energien (EE) nutzenden Anlagen oder zum Einsatz elektrischer Fahrzeuge (EV). Im Elektrizitätsnetz müssen Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie kontinuierlich

¹ Vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), S. 113 f.

² Bezogen auf die EU-15 Mitgliedstaaten, vor dem Vereinigten Königreich an zweiter Stelle, vgl. European Environment Agency (2014), S. 122 f.

³ Um die Vergleichbarkeit zu ermöglichen, werden die verschiedenen Treibhausgase anhand ihrer Treibhauspotentiale in Relation zu Kohlenstoffdioxid (CO₂) in Kohlenstoffdioxidäquivalente (CO₂e) umgerechnet, vgl. UNFCCC (2007), S. 7 f.

⁴ Vgl. Umweltbundesamt (2014c), S. 1

⁵ Vgl. für die vorangegangenen Ausführungen: Umweltbundesamt (2014b), S. 6

⁶ Vgl. Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2007)

⁷ Vgl. Umweltbundesamt (2014c), S. 1

⁸ Vgl. vgl. Brauner (2009), S. 78 f.; acatech (2012), S. 9 ff.

ausgeglichen werden, da das Netz selbst keine Speicherkapazitäten aufweist.⁹ Die technologischen Veränderungen führen zu zusätzlichen Fluktuationen der Erzeugung, z. B. durch nicht-steuerbare Erzeugung aus EE, sowie des Verbrauchs, z. B. durch Ladevorgänge elektrischer Fahrzeuge.¹⁰ Derartige Fluktuationen erschweren den Ausgleich im Elektrizitätsnetz und resultieren in höheren Energiekosten, höheren Schadstoffemissionen und Versorgungsengpässen.¹¹

Das Elektrizitätsnetz ist als nachfragegeführtes System konzipiert, bei dem der Verbrauch prognostiziert und der Ausgleich im Netz durch die Anpassung der Erzeugung erreicht wird.¹² Diese Betriebsweise gestaltet sich mit steigendem Anteil nicht-steuerbarer Erzeuger schwieriger.¹³ Eine Option um den Ausgleich zu unterstützen, ist die Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung.¹⁴ Bei diesem Vorgehen, das als Lastmanagement bezeichnet wird, werden zwei Instrumente unterschieden. Zum einen werden finanzielle Anreize geboten, damit Konsumenten freiwillig ihr Verbrauchsverhalten anpassen.¹⁵ Zum anderen werden Steuersignale durch die Energieversorgungsunternehmen (EVU) eingesetzt, die bestimmte Geräte fernsteuernd ein- oder ausschalten.¹⁶ Während das Lastmanagement in der Industrie bereits breite Anwendung findet, wird es bisher für den Haushaltssektor kaum eingesetzt.¹⁷ Aktuelle Untersuchungen zeigen jedoch auf, dass vom Gesamtlastanpassungspotential in Deutschland ca. 45 % der möglichen Reduktion und ca. 85 % der möglichen Erhöhung durch Lastmanagement im Haushaltssektor erzielt werden können.¹⁸ Hierbei bieten insbesondere die technologischen Veränderungen in Haushalten Potentiale für Lastanpassungen, bspw. die Ladevorgänge und die Batteriespeicher der EV.¹⁹

EVU in Deutschland bieten mittlerweile erste Tarifstrukturen mit finanziellen Anreizen an.²⁰ Steuersignale werden zudem bereits seit den fünfziger Jahren für die Steuerung von Nachtspeicherheizungen eingesetzt.²¹ Die Auswirkungen solcher Maßnahmen sind für die EVU schwierig im Voraus zu ermit-

⁹ Vgl. Müller (1998), S. 25 f.

¹⁰ Vgl. Forschungsstelle für Energiewirtschaft (2007), S. 23 ff.; Oehsen et al. (2010)

¹¹ Vgl. Hoffknecht et al. (2012), S. 121

¹² Vgl. Appelrath et al. (2012), S. 240 ff.

¹³ Vgl. Ströbele et al. (2012), S. 264 ff.

¹⁴ Vgl. Strbac (2008), S. 4421

¹⁵ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 123

¹⁶ Vgl. Klaus et al. (2010), S. 130

¹⁷ Vgl. Klobasa et al. (2009), S. 6 f.

¹⁸ Vgl. Gils (2014), S. 8

¹⁹ Vgl. Oehsen et al. (2010), S. 11 ff.; acatech (2012), S. 14 f.

²⁰ z. B. die Stadtwerke Bielefeld (2014)

²¹ Vgl. Bürger (2009), S. 19 f.

teln, insbesondere bei Betrachtung neuartiger Technologien wie EV, die bisher nur in geringer Anzahl in deutschen Haushalten vorhanden sind. Dies kann in Fehlanreizen und unvorhergesehenen Effekten der Verbrauchsanpassung in bindenden Verträgen resultieren. Aus diesem Grund hat die Bundesregierung im Rahmen des E-Energy-Programms Pilotprojekte zum Lastmanagement mit insgesamt 140 Million € gefördert.²² Einzelne EVU können jedoch aufgrund des hohen finanziellen und organisatorischen Aufwands derartige Studien zur Untersuchung der Auswirkungen neuartiger Technologien und Lastmanagementinstrumente nicht selbst durchführen.

Aus diesem Grund stellt die Gestaltung von Lastmanagementinstrumenten unter Berücksichtigung der sich ändernden technologischen Ausstattung in Haushalten für EVU eine Schwierigkeit dar. Dezentrale, in Haushalten installierte EE-Anlagen erzeugen zeitweise deutlich mehr Energie, als der jeweilige Haushalt verbraucht.²³ Die Energienachfrage von Geräten mit sehr hohem Verbrauch wie Wärmepumpen und EV tritt zu anderen Zeiten als die dezentrale Erzeugung auf. Mini-Blockheizkraftwerke wandeln Gas, Öl oder Biomasse in elektrische Energie und Wärme für den Eigenverbrauch um und koppeln dadurch den Verbrauch elektrischer Energie mit anderen Energieformen.²⁴ In Abhängigkeit der Ausstattungsgrade dieser Technologien im Haushaltssektor, aber auch der Kombination der Technologien sind verschiedene Auswirkungen durch Lastmanagementinstrumente auf Haushaltsverbräuche möglich.

Zusammenfassend ist die Analyse der Auswirkungen von Lastmanagementinstrumenten für den Haushaltssektor als eine komplexe Aufgabe zu beschreiben, für die ein entsprechendes Analysewerkzeug erforderlich ist. Aufgrund der Interdependenzen verschiedener Haushaltsgeräte und der möglichen Wechselwirkungen zwischen den Energieformen sowie den unbekanntem Diffusionsraten neuartiger Technologien bietet sich ein modellgestützter Ansatz an. Hierbei können wertvolle Einblicke in die Zusammenhänge des Energieverbrauchs in Haushalten erlangt werden. Zudem erlaubt ein Modell Aussagen über die Wirksamkeit und das Potential von Kombinationen bestimmter Lastmanagementinstrumente und Technologien. Die in der Literatur vorgefundenen modellgestützten Ansätze fassen den Haushaltssektor jedoch nicht ganzheitlich auf, sodass die Kombination aus verschiedenen Gerätetechnologien, verschiedenen Lastmanagementinstrumenten und verschiedenen Energieformen nicht betrachtet werden. Aussagen über die Wirksamkeit von Lastmanagementinstrumenten in Anbetracht sich verändernder Technologien im Haushaltssektor können mit den vorliegenden Ansätzen nicht getroffen werden.

²² Vgl. BMWi (2014), S. 7

²³ Vgl. Quaschnig (2013), S. 249 ff.

²⁴ Vgl. Konstantin (2009), S. 350