



Endbericht

Energieeffizienz für eine klimaneutrale Zukunft 2045

Roadmap Energieeffizienz



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwk.de

Redaktion und fachliche Bearbeitung

Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) und BMWK
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu)
Prognos AG
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Stand

Dezember 2023

Diese Broschüre wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung

Heimrich & Hannot GmbH, Stralauer Allee 2b, 10245 Berlin
©dena/BMWK

Zentraler Bestellservice für Publikationen der Bundesregierung:

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Inhalt

1	Executive Summary	7
1.1	Der Roadmap Prozess	7
1.2	Zusammenfassung zur AG Industrie	7
1.3	Zusammenfassung zur AG Gebäude	8
1.4	Zusammenfassung zur AG Verkehr	9
1.5	Zusammenfassung zur AG Digitalisierung	9
1.6	Zusammenfassung zur AG Fachkräfte & Qualifikation	10
1.7	Zusammenfassung zur AG Systemfragen	10
2	Der Roadmap-Prozess	12
2.1	Zielsetzung	12
2.2	Arbeitsweise	13
3	AG Industrie.....	14
3.1	Spezifische Vorgehensweise der AG Industrie	15
3.1.1	Leitfragen.....	15
3.1.2	Teilnehmende Stakeholder	15
3.2	Bestandsaufnahme der AG Industrie.....	16
3.2.1	Aktuelle Situation: Um was und wieviel geht es?	16
3.2.2	Wie entwickelt sich der Sektor bis 2030?.....	16
3.2.3	Ergebnisse des Roadmap-Szenarios im Sektor Industrie.....	17
3.2.4	Was sind die besonderen Herausforderungen?	19
3.3	Handlungsfelder der AG Industrie	20
3.3.1	Handlungsfeld 1: Upstream-Ebene	21
3.3.2	Handlungsfeld 2: Midstream-Ebene	22
3.3.3	Handlungsfeld 3: Downstream-Ebene	23
4	AG Gebäude.....	25

4.1	Spezifische Vorgehensweise der AG Gebäude.....	26
4.1.1	Leitfragen.....	26
4.1.2	Teilnehmende Stakeholder	27
4.2	Bestandsaufnahme der AG Gebäude	27
4.2.1	Aktuelle Situation: Um was und wieviel geht es?	27
4.2.2	Wie entwickelt sich der Sektor bis 2030?.....	28
4.2.3	Ergebnisse des Roadmap-Szenarios	28
4.2.4	Was sind die besonderen Herausforderungen?	31
4.3	Handlungsfelder der AG Gebäude.....	32
4.3.1	Handlungsfeld 1: Bestandsgebäude fit für die Klimaneutralität machen	34
4.3.2	Handlungsfeld 2: Den Neubau klimaneutral machen	34
4.3.3	Handlungsfeld 3: Gebädeförderung auf Klimaneutralität ausrichten	34
4.3.4	Handlungsfeld 4: Datenbasis und Vollzug verbessern & Innovationen und Digitalisierung.....	35
4.3.5	Noch nicht oder teilweise umgesetzte Maßnahmen	35
5	AG Verkehr	37
5.1	Spezifische Vorgehensweise der AG Verkehr	38
5.1.1	Leitfragen.....	38
5.1.2	Teilnehmende Stakeholder	39
5.2	Bestandsaufnahme der AG Verkehr	39
5.2.1	Aktuelle Situation: Um was und wieviel geht es? (PEV, EEV, THG).....	39
5.2.2	Wie entwickelt sich der Sektor bis 2030?.....	40
5.2.3	Ergebnisse des Roadmap-Szenarios im Sektor Verkehr	40
5.2.4	Was sind die besonderen Herausforderungen?	43
5.3	Handlungsfelder der AG Verkehr.....	44
5.3.1	Handlungsfeld 1: Antriebe und Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr.....	44

5.3.2	Handlungsfeld 2: Verkehrsverlagerung und -vermeidung im Personenverkehr	45
5.3.3	Handlungsfeld 3: Antriebe und Fahrzeugeffizienz im Güterverkehr	48
5.3.4	Handlungsfeld 4: Verkehrsverlagerung im Güterverkehr	50
5.3.5	Handlungsfeld 5: übergreifende Maßnahmen im Verkehr	51
6	AG Digitalisierung	52
6.1	Spezifische Vorgehensweise der AG Digitalisierung	53
6.1.1	Leitfragen.....	53
6.1.2	Teilnehmende Stakeholder	53
6.2	Bestandsaufnahme der AG Digitalisierung.....	53
6.2.1	Die Rolle der Digitalisierung für die Energiewende	53
6.2.2	Was sind die besonderen Herausforderungen?	54
6.3	Handlungsfelder der AG Digitalisierung	56
6.3.1	Handlungsfeld 1: Datengrundlagen schaffen und Transparenz und Standardisierung in der Datennutzung erhöhen.....	56
6.3.2	Handlungsfeld 2: Dateninfrastruktur für Energieeffizienz-Geschäftsmodelle schaffen.....	56
6.3.3	Handlungsfeld 3: Energieeffiziente digitale Infrastruktur aufbauen	57
6.3.4	Handlungsfeld 4: Handwerk und Dienstleistung befähigen	57
6.3.5	Handlungsfeld 5: Energieforschung und Innovation fördern	58
7	AG Fachkräfte & Qualifikation	59
7.1	Spezifische Vorgehensweise der AG Fachkräfte & Qualifikation	60
7.1.1	Leitfragen.....	60
7.1.2	Teilnehmende Stakeholder	60
7.2	Bestandsaufnahme der AG Fachkräfte & Qualifikation	60
7.2.1	Fachkräfteengpässe verschärfen sich	60
7.2.2	Qualifizierung und Weiterbildung im Fokus	61

7.2.3	Was sind die besonderen Herausforderungen	61
7.3	Handlungsfelder der AG Fachkräfte & Qualifikation	61
7.3.1	Handlungsfeld 1: Inhaltliche und strukturelle Transformation der Aus- und Weiterbildung	62
7.3.2	Handlungsfeld 2: Nachwuchs für die Energie- und Wärmewende gewinnen	62
7.3.3	Handlungsfeld 3: Unterstützung für Weiterbildung und Berufswechsel.....	64
7.3.4	Handlungsfeld 4: Zuwanderung von Fachkräften für die Energie- und Wärmewende	66
8	AG Systemfragen.....	68
8.1	Spezifische Vorgehensweise der AG Systemfragen	69
8.1.1	Leitfragen und Handlungsfelder.....	69
8.1.2	Teilnehmende Stakeholder	69
8.2	Übergeordnete Handlungsfelder	70
8.2.1	Handlungsfeld: Governance der Energieeffizienz	70
8.2.2	Handlungsfeld: Energiepreisgestaltung und Schutz vor Energiekostenbelastung.....	71
8.2.3	Handlungsfeld: Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft	72
8.2.4	Handlungsfeld: Nachhaltiges Konsum- und Nutzerverhalten.....	73
8.2.5	Handlungsfeld: Entwicklung des Energiedienstleistungsmarktes	75
9	Anhang.....	77
9.1	Abbildungsverzeichnis.....	77
9.2	Literaturverzeichnis.....	78
9.3	Abkürzungen	82
9.4	Glossar	84

1 Executive Summary

1.1 Der Roadmap Prozess

Welchen Beitrag sollte die Energieeffizienz auf dem Weg zu einem klimaneutralen Energiesystem 2045 leisten? So lautet eine der großen aktuellen Fragen für die Energie- und Klimapolitik. Das damalige Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat im Sommer 2020 den Dialogprozess „Roadmap Energieeffizienz 2050“ ins Leben gerufen, der einen zentralen Baustein der am 18. Dezember 2019 verabschiedeten deutschen Energieeffizienzstrategie (EffSTRA) 2050 darstellt. Bei der Konzeption, fachlichen und administrativen Steuerung des Prozesses sowie der Auftragnehmer wurde das BMWK durch die Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) im Bundesamte für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterstützt. In der Folge der ambitionierteren Ausgestaltung der Klimaschutzziele und der Entscheidung der Bundesregierung, das Ziel der Treibhausgasneutralität um fünf Jahre vorzuziehen, wurde der Dialogprozess in „Roadmap Energieeffizienz 2045“ umbenannt.

Das übergeordnete Ziel der Roadmap bestand darin, die Notwendigkeit von Energieeffizienz und Energieeinsparung herauszuarbeiten und ihre strategische Rolle für die Energiewende aufzuzeigen. Im Roadmap-Prozess wurden vor allem die langfristig notwendigen Rahmenbedingungen und Instrumente bis 2045 diskutiert. Zugleich konnten aus der Roadmap Energieeffizienz 2045 aber auch erste Empfehlungen für die Ausgestaltung von Instrumenten zur Stärkung der Energieeffizienz in der laufenden Legislaturperiode abgeleitet werden.

Der Dialog mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft wurde durch eine vom BMWK beauftragte Geschäftsstelle bei der Deutschen Energie-Agentur (dena) unterstützt. Begleitend zum Dialog in sechs Arbeitsgruppen wurde die Ist-Situation wissenschaftlich analysiert und der Handlungsbedarf systematisch abgeleitet. Unter der Koordination der Prognos AG erfolgte diese wissenschaftliche Begleitforschung zur Roadmap Energieeffizienz 2045 gemeinsam mit Fraunhofer ISI, ifeu und dem Wuppertal Institut. Um Grundlagen für die Diskussion zu schaffen, hat das Wissenschaftsteam mehrere Szenarien (u. a. ein Szenario Klimaschutz-Sofortprogramm (KSSP¹)) erarbeitet, wobei am Ende der Arbeiten ein sogenanntes „Roadmap-Szenario“ aufzeigt, welche Rolle die Energieeffizienz einnehmen sollte, um das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2045 zu erreichen. Zusätzlich erfolgte in einem wissenschaftlichen Beirat die Rückkopplung der Diskussionen und Ergebnisse.

1.2 Zusammenfassung zur AG Industrie

Wesentliche Zielsetzung der AG Industrie war es, die besondere Rolle der Energieeffizienz im Kontext aller Dekarbonisierungsoptionen zu betrachten, die im Industriesektor zur Erreichung des Sektorzieles des Klimaschutzgesetzes (KSG) im Jahr 2030 und mit Blick auf das Oberziel der Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) 2045 zur Verfügung stehen. Neben der Energieeffizienz gehören dazu insbesondere eine verstärkte Nutzung von Abwärme und erneuerbarer Prozesswärme sowie die Substitution fossiler Energieträger durch CO₂-arme oder -freie Produktionsverfahren. Die Szenarioberechnungen belegen die wichtige Rolle der Energieeffizienz für die Erreichung des Sektorzieles im Jahr 2030. Ein ähnlich hoher Einfluss kommt auch der Substitution fossiler Energieträger durch Strom, Fernwärme und erneuerbare Wärme zu. Maßnahmensseitig wird die Erreichung des THG-Minderungszieles für die Industrie im Jahr

¹ Zum Zeitpunkt der Diskussionen in den AGs wurde der Entwurf eines Klimaschutz-Sofortprogramm (KSSP) 2022 von der Bundesregierung erarbeitet. Aufbauend auf den Arbeiten zum KSSP hat die Bundesregierung den Entwurf zu einem Klimaschutzprogramm 2023 abgestimmt, welcher am 04.10.2023 vom Kabinett beschlossen wurde.

2030 im KSSP-Szenario insbesondere durch den höheren Preispfad im EU-ETS und die Förderung von Dekarbonisierungsmaßnahmen erreicht.

Ob die im KSSP-Szenario projizierte Zielerreichung im Jahr 2030 auch tatsächlich erreicht wird, ist jedoch mit Unsicherheiten behaftet. Insbesondere ist hierfür erforderlich, dass die in der AG Industrie umfassend diskutierten Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz, zur stärkeren Ausschöpfung der Potentiale für Material- und Ressourceneffizienz sowie Kreislaufwirtschaft und nicht zuletzt die Umstellung auf CO₂-arme oder -freie Produktionsverfahren zeitnah und ambitioniert umgesetzt werden, um damit idealerweise auch die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie zu stärken. An der Konkretisierung und Implementierung auf der Upstream-, Midstream- und Downstream-Ebene muss weiter kontinuierlich gearbeitet werden. Insbesondere die zum Teil langen Re-Investitionszyklen in der Industrie erfordern zugleich eine zügige Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen, um auch schon in dem sehr kurzen bis 2030 verbleibenden Zeitraum signifikante Minderungen des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen zu erreichen.

1.3 Zusammenfassung zur AG Gebäude

Die Szenarioberechnungen belegen die wichtige Rolle der Energieeffizienz in Gebäuden für die Erreichung der Klimaschutzziele. In Zeiten knapper und teurer fossiler Energieträger nimmt die Bedeutung von Energieeffizienz nochmals deutlich zu. Ein geringer Energieverbrauch macht die Haushalte unabhängiger von den Preisen fossiler Energieträger – dies hat insbesondere für einkommensschwache Haushalte eine hohe Relevanz. Bei den derzeit aus vielerlei Gründen sehr hohen Preisen fossiler Energieträger wirkt ein niedriger Wärmebedarf entlastend. Darüber hinaus vermindert eine hohe Energieeffizienz des Gebäudebestandes das Risiko von Versorgungsengpässen und steigert damit die Robustheit des Energiesystems.

Mit dem Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung werden viele der im Rahmen der Roadmap diskutierten und aus Sicht der wissenschaftlichen Begleitung notwendigen Maßnahmen angegangen. Von zentraler Bedeutung sind die Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudebestandes durch Wärmedämmung und Anlagenoptimierung sowie ein zeitnahes Umschwenken auf Heizungen auf Basis erneuerbarer Energien. Diese sollten durch ein aufeinander abgestimmtes Set aus ordnungsrechtlichen Maßnahmen, wirtschaftlichen Anreizen und Informations- und Beratungsangeboten adressiert werden.

Im Rahmen der Roadmap Energieeffizienz wurden u. a. eine Novelle des Gebäudeenergiegesetzes zur Steigerung des Anteils der Erneuerbaren Energien insb. bei neuen Wärmeerzeugern, eine Fokussierung der Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG) auf den Gebäudebestand sowie die Einführung von Mindesteffizienzstandards (MEPS) für Bestandsgebäude diskutiert. Auch bei den mit der AG Gebäude diskutierten Ambitionsniveaus der Maßnahmen ist die Erreichung der gesetzten Klimaschutzziele noch nicht hinreichend sicher. Aufgrund der langen Investitionszyklen von bis zu 40 Jahren und mehr, ist die bis 2030 verbleibende Zeit sehr kurz. Es ist daher dringend geboten, die Maßnahmen zügig und im Detail ambitioniert und mit hoher Wirksamkeit umzusetzen. Gerade aus strategischer Sicht sollten langfristig wirksame Instrumente möglichst frühzeitig angegangen werden. Insbesondere die Einführung der MEPS (Minimum Energy Performance Standards) bedarf einer längeren Vorbereitung. Je mehr Vorlauf den Akteuren eingeräumt wird, desto höher dürfte die Akzeptanz sein. Parallel sollte mit den MEPS das Prinzip „Fördern und Fordern“ etabliert werden.

1.4 Zusammenfassung zur AG Verkehr

Im Verkehrssektor bestehen weiterhin erheblich unerschlossene Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz, welche zur Reduktion von THG-Emissionen zwingend gehoben werden müssen, wie die in der Roadmap-Arbeit entwickelten Szenarien zeigen.

Bei der Erarbeitung von Handlungspfaden und Maßnahmen hat sich die AG Verkehr auf ausgewählte Themen konzentriert, da aus der „Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität“ (NPM) bereits Umsetzungsvorschläge vorliegen und aus den derzeit aktiven Kommissionen Expertenbeirat für Klimaschutz in der Mobilität (EKM) und Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft (ETA) bereits ein umfassender Beteiligungsprozess zur Entwicklung von Maßnahmen besteht. Die AG sieht in der „Antriebswende“ ein großes Potential, um die Energieeffizienzen kurz- und mittelfristig zu steigern. Im Fokus standen zum einen Maßnahmen im Straßenverkehr – bei Pkw und Lkw – zur Steigerung der Fahrzeugeffizienz und zur Vermeidung von THG-Emissionen. Daneben sind weitere Instrumente nötig, um den Anteil des Fuß-, Rad-, Bus-, Bahn- und Binnenschiffsverkehrs zu erhöhen. Dafür müssen die entsprechenden Infrastrukturen verbessert werden. Sie müssen robuster und leistungsfähiger werden und dafür insbesondere auch die Möglichkeiten der Digitalisierung genutzt werden.

Dabei wurden bestehende Hemmnisse für die Erschließung der Potentiale in den betrachteten Handlungsfeldern herausgearbeitet. Dies hat dazu beigetragen, weitere Maßnahmen zu spezifizieren und zu konkretisieren. Es besteht Einvernehmen darüber, dass ambitionierte Maßnahmen notwendig sind, um entscheidend zur Erreichung der Energieeffizienz- und Klimaziele beitragen zu können. Die Wirksamkeit aller Instrumente hängt in hohem Maße davon ab, dass die beteiligten Akteursgruppen sie akzeptieren. Hierzu bedarf es insbesondere verlässlicher Mobilitätsangebote in der Fläche.

1.5 Zusammenfassung zur AG Digitalisierung

Die AG Digitalisierung hatte zum Ziel, die Effekte der Digitalisierung auf die Energiewende und die Energieeffizienz genauer zu beleuchten, die Studienlage zusammenzutragen, diese mit Stakeholdern zu diskutieren und hieraus Handlungsfelder sowie konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten. Im Zentrum der Arbeiten der AG stand hierbei die Frage, wie die Digitalisierung in den Sektoren Gebäude und Industrie so ausgerichtet werden kann, dass sie die Erreichung der übergeordneten Klimaziele durch die Steigerung der Energieeffizienz ermöglicht. Gleichzeitig sollten die IT-eigenen Umweltwirkungen im Sinne von Green-IT so minimiert werden können, dass die Einsparwirkungen in den Sektoren nicht durch Mehrverbräuche der IT aufgezehrt werden. Die IT spielt in zahlreichen Handlungsfeldern (z. B. Gebäude, Industrie, Dienstleistungen, Mobilität) eine zentrale Rolle bei der Optimierung des Energieverbrauchs und der Verbesserung der Energieeffizienz.

Im Rahmen von Inputpapieren für die AG Sitzungen wurde zunächst die Studienlage zu den Energieverbräuchen der IT zusammengetragen und Anwendungen identifiziert, welche potentiell einen großen Einfluss auf die Energienachfrage haben könnten, wie beispielsweise das Trainieren von KI-Anwendungen, das autonome Fahren oder digitale Zwillinge. Gleichzeitig wurden digitale Anwendungen identifiziert, durch welche große Energieeinsparpotentiale gehoben werden können, sowie die entsprechenden Hemmnisse hinsichtlich ihrer Implementierung ermittelt. Basierend auf dieser Studienlage und den bestehenden Hemmnissen wurden die folgenden fünf konkreten Handlungsfelder abgeleitet: 1) Datengrundlagen schaffen sowie Transparenz und Standardisierung in der Datennutzung erhöhen; 2) Dateninfrastruktur für Energieeffizienz-Geschäftsmodelle schaffen; 3) Energieeffiziente digitale Infrastruktur

aufbauen; 4) Handwerk und Dienstleistungen befähigen und 5) Energieforschung und Innovation fördern. Basierend auf umfangreichen Stakeholderdiskussionen im Rahmen der AG-Sitzungen wurden für diese fünf Handlungsfelder 17 konkrete Politikmaßnahmen ausgearbeitet.

1.6 Zusammenfassung zur AG Fachkräfte & Qualifikation

In der AG bestand Konsens, dass dem Thema Fachkräftesicherung als ein Querschnittsthema über alle Sektoren eine steigende Bedeutung zukommt. Nicht nur eine steigende Nachfrage nach Fachkräften im Bereich Energieeffizienz, sondern auch ein sinkendes Fachkräfteangebot insgesamt aufgrund des demografischen Wandels verschärfen Fachkräfteengpässe. In vielen Berufsgruppen, die für das Erreichen der Energieeffizienzziele relevant sind, sind diese Engpässe schon heute spürbar (insb. bei Berufen der Energie- und Gebäudetechnik, Heizungs- und Klimatechnik und im Bau).² Hinzu kommt, dass neue Technologien Berufsbilder verändern und von den Beschäftigten somit veränderte oder auch neue Kompetenzen und Kenntnisse gefordert werden. Auch die im Jahr 2022 erschienene Fachkräftestrategie der Bundesregierung betont den Bedarf der Fachkräftesicherung und Qualifizierung zum Erreichen der Klimaschutzziele.

Der Fokus der Arbeitsgruppe lag damit zum einen auf der Frage, welche Fachkräftepotentiale im In- und Ausland bei der Fachkräftesicherung für die Energieeffizienz besser genutzt werden könnten. Größere Hebel liegen dabei z. B. bei der stärkeren Gewinnung von Frauen, die in vielen energieeffizienzrelevanten Bereichen deutlich unterrepräsentiert sind, der Zuwanderung von Fachkräften aus Drittstaaten und in der Nachqualifizierung von An- und Ungelernten. Um mehr junge Menschen für Berufe im Bereich Energieeffizienz zu gewinnen, können eine gezielte Berufsorientierung sowie Möglichkeiten für Praxis-eindrücke helfen.

Zum anderen stand bei der AG die Frage im Mittelpunkt, inwiefern bestehende Qualifizierungswege (Ausbildung, Studium) mit Blick auf veränderte Kompetenzanforderungen angepasst werden sollten sowie die Schaffung von Weiterbildungen, um Beschäftigte und Unternehmen auf den Wandel vorzubereiten.

Im Bereich der Fachkräftesicherung gibt es bereits viele etablierte Strukturen. Daher gilt es, nicht neue Strukturen aufzubauen (bzw. sollten Parallelstrukturen vermieden werden), sondern an bestehende Strukturen und Prozesse anzuschließen und das Thema Energieeffizienz darin zu fördern.

1.7 Zusammenfassung zur AG Systemfragen

Abweichend von den anderen Arbeitsgruppen hat die AG Systemfragen unterschiedliche sektorübergreifende Themen aufgegriffen, u. a. Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft, Energiearmut und soziale Fragen, Suffizienz und Nachhaltigkeit, Governance sowie im Jahr 2022 die Gasversorgungs- und Energiepreiskrise.

Bezüglich des Themas „Governance der Energieeffizienz“ ist festzuhalten, dass eine Herausforderung in der Übertragung des europäischen Steuerungsrahmens auf die nationale Ebene liegt. Dies ist wichtig, da die Energieeffizienz eine strategische Bedeutung für die klimaneutrale Transformation der Gesellschaft hat.

² Die Engpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit bewertet jährlich die Fachkräftesituation am Arbeitsmarkt: <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Fachkraeftebedarf/Engpassanalyse-Nav.html>

Zugleich ist das Thema Energieeffizienz vielschichtig, es lässt sich daher nicht durch ein Instrument oder eine einheitliche Maßnahme steuern. Umso zentraler ist die übergeordnete Formulierung und Verfolgung von Zielen, die sektorale und föderale Zuordnung von Verantwortlichkeiten und die Transparenz im Sinne einer regelmäßigen Berichterstattung und Fortschrittskontrolle. Nur mit einer solchen übergeordneten Governance kann die Energieeffizienz langfristig ihren notwendigen Beitrag leisten.

Neben dem Energieverbrauch sollte auch der Verbrauch von Rohstoffen und (natürlichen) Ressourcen stärker in den Blick genommen werden. Die industriellen Grundstoffe (Metalle, Baustoffe, Glas, Chemie und Papier) sind nur mit hohem Energieeinsatz zu gewinnen. Der Ressourceneinsatz ist daher über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu minimieren: von der ressourcensparenden Produktion über die ressourceneffiziente Planung bis hin zu einer verlängerten Nutzung von Industrie- und Konsumgütern. Am Ende der Lebensdauer steht idealerweise die vorgeplante (digitale) Demontage und die Kreislaufführung der energieintensiven und seltenen Rohstoffe. Der Anteil von recycelten Materialien in der Wirtschaft ist noch deutlich ausbaufähig. Recyclingrohstoffe bzw. Produkte mit Rezyklateinsatz konkurrieren mit entsprechenden (meist noch kostengünstigeren) Primärprodukten. Hier gilt es, die Unsicherheiten auf der Nachfrageseite auszuräumen und die Attraktivität der Kreislaufführung zu erhöhen.

Energieeffizienz ist nicht nur Voraussetzung für die Dekarbonisierung, sie verringert auch die Abhängigkeit von den globalen Energiemärkten und schützt vor Knappheit und Preisschwankungen. Durch die rasche Konjunkturbelebung nach Eindämmung der Pandemie war die Lage auf den Energiemärkten bereits angespannt. Mit dem völkerrechtswidrigen Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine und der Sanktionierung russischer Energieimporte 2022 hat sich die Energieversorgungs- und damit die -preissituation in Mitteleuropa dramatisch zugespitzt. Folgerichtig mussten immer größere Entlastungspakete geschnürt werden, um wirtschaftliche Verwerfungen und eine Überlastung der Verbraucher zu vermeiden. Während kurzfristige und unvorhergesehene Preispeaks die Märkte stressen und schnell überhitzen, können langfristig angelegte und transparente Preisentwicklungen die Märkte zu zukunftsgerichteten Investitionen für Energieeffizienz und für Erneuerbare Energien führen – wodurch ein Beitrag zu mehr Resilienz und Versorgungssicherheit erreicht werden kann.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nicht nur die Diskussionen in der AG Systemfragen, sondern vor allem auch die Krisen der letzten Jahre gezeigt haben, dass Entwicklungen in unserer Gesellschaft nicht immer planbar sind. Umso wichtiger ist langfristig angelegtes und strategisches Handeln bei Dingen, die man selber in der Hand hat, vor allem bei der klimagerechten Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Die Energieeffizienz bedient die Ziele dieser Transformation mit Blick auf Kosten, Versorgungssicherheit und Verteilungsgerechtigkeit und minimiert dabei – wie kaum eine andere Handlungsoption – etwaige Zielkonflikte.

2 Der Roadmap-Prozess

2.1 Zielsetzung

Die Bundesregierung verfolgt das Ziel einer klimaneutralen und vitalen Volkswirtschaft. Das bedeutet auch: Der Energiebedarf insbesondere in den Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr soll massiv verringert werden, damit die Energieversorgung so weit wie möglich auf erneuerbare Energien bzw. vollständig dekarbonisierte Energieträger umgestellt werden kann.

Wie kann die Energieeffizienz den notwendigen Beitrag zu einem klimaneutralen Energiesystem 2045 leisten? So lautet also eine der großen aktuellen Herausforderungen für die Energie- und Klimapolitik. Um sich ihr zu stellen, hat das damalige Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Sommer 2020 den Dialogprozess „Roadmap Energieeffizienz 2050“ ins Leben gerufen, der einen zentralen Baustein der am 18. Dezember 2019 verabschiedeten [deutschen Energieeffizienzstrategie \(EffSTRA\) 2050](#) darstellt. Bei der Konzeption und fachlichen und administrativen Steuerung des Prozesses sowie der Auftragnehmer wurde das BMWK durch die Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) im BAFA unterstützt. In Folge der ambitionierteren Ausgestaltung der Klimaschutzziele und der Entscheidung der Bundesregierung, das Ziel der Treibhausgasneutralität um fünf Jahre vorzuziehen, wurde der Dialogprozess in „Roadmap Energieeffizienz 2045“ umbenannt.

Das übergeordnete Ziel der Roadmap besteht darin, die erforderlichen Fortschritte bei der Energieeffizienz zu identifizieren und Empfehlungen auszusprechen. Das erreicht sie durch den kontinuierlichen Austausch mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, in dem sektorübergreifende Pfade zur Erreichung des Reduktionsziels diskutiert, Wege zur Umsetzung beschrieben und konkrete Instrumente und Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung entwickelt werden. Die Roadmap Energieeffizienz 2045 bietet vor allem die Chance, die entsprechenden Instrumente langfristig anzulegen und frühzeitig die richtigen Signale zu setzen – aber auch mit Blick auf die kriegsgetriebene Energiepreiskrise seit 2022 kurzfristig Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs anzustoßen.

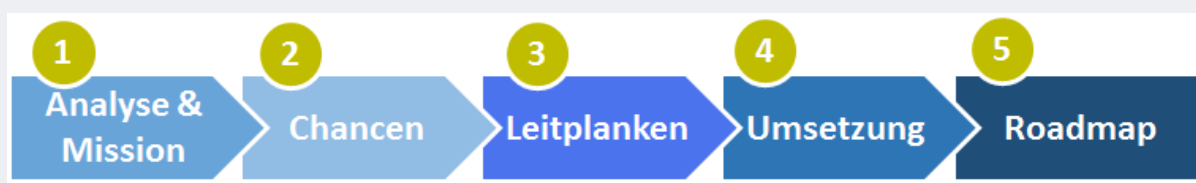
Die Arbeit der Roadmap wurde durch eine vom BMWK beauftragte Geschäftsstelle unterstützt, die durch die Deutsche Energie-Agentur (dena) betrieben wurde. Begleitend zum Dialog wurden die Anforderungen an die verschiedenen Sektoren und sektorenübergreifenden Bereiche wissenschaftlich untersucht. Die wissenschaftliche Begleitforschung zur Roadmap Energieeffizienz erfolgte durch Fraunhofer ISI, ifeu und Wuppertal Institut unter der Leitung der Prognos AG. Zusätzlich erfolgte über die Beteiligung eines wissenschaftlichen Beirats³ eine weitere Rückkopplung der in der Roadmap in den verschiedenen Handlungsfeldern diskutierten Maßnahmen und Instrumente.

Alle Unterlagen (Protokolle, Präsentationen, Input-Papiere, Mentimeterumfragen, Whiteboards, AG-Teilnehmende) der Plenarveranstaltungen und der jeweiligen AG-Sitzungen sind unter www.roadmap-energieeffizienz-2045.de abrufbar.

³ Bereich Ökonomie: Dr. Kathrine von Graevenitz, ZEW, Mannheim, Prof. Dr. Hans-Martin Henning, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg; Bereich Industrie: Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele, TU Darmstadt; Bereich Energiesystemanalyse: Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wagner, Ruhr-Universität Bochum; Bereich Verkehr: Prof. Dr.-Ing. Tjark Siefkes, DLR, Stuttgart; Bereich Digitalisierung: Prof. Dr. Bernhard Rumpe, RWTH Aachen

2.2 Arbeitsweise

Der Roadmap-Prozess fokussierte einerseits alle Energieverbrauchssektoren und behandelte andererseits zentrale übergreifende Aspekte. Hier griffen zwei Arbeitsebenen ineinander: Die Plenarrunde der Energiewende-Plattform Energieeffizienz war die zentrale Austauschplattform für alle Beteiligten an dem Roadmap-Prozess, daneben arbeiteten sechs in einem regelmäßigen Turnus tagende Arbeitsgruppen (AGs) an Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. In den AGs wurden von Fachexperten Detailfragen und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz erörtert. Die Empfehlungen für die Roadmap wurden nach dem folgenden Muster erarbeitet:



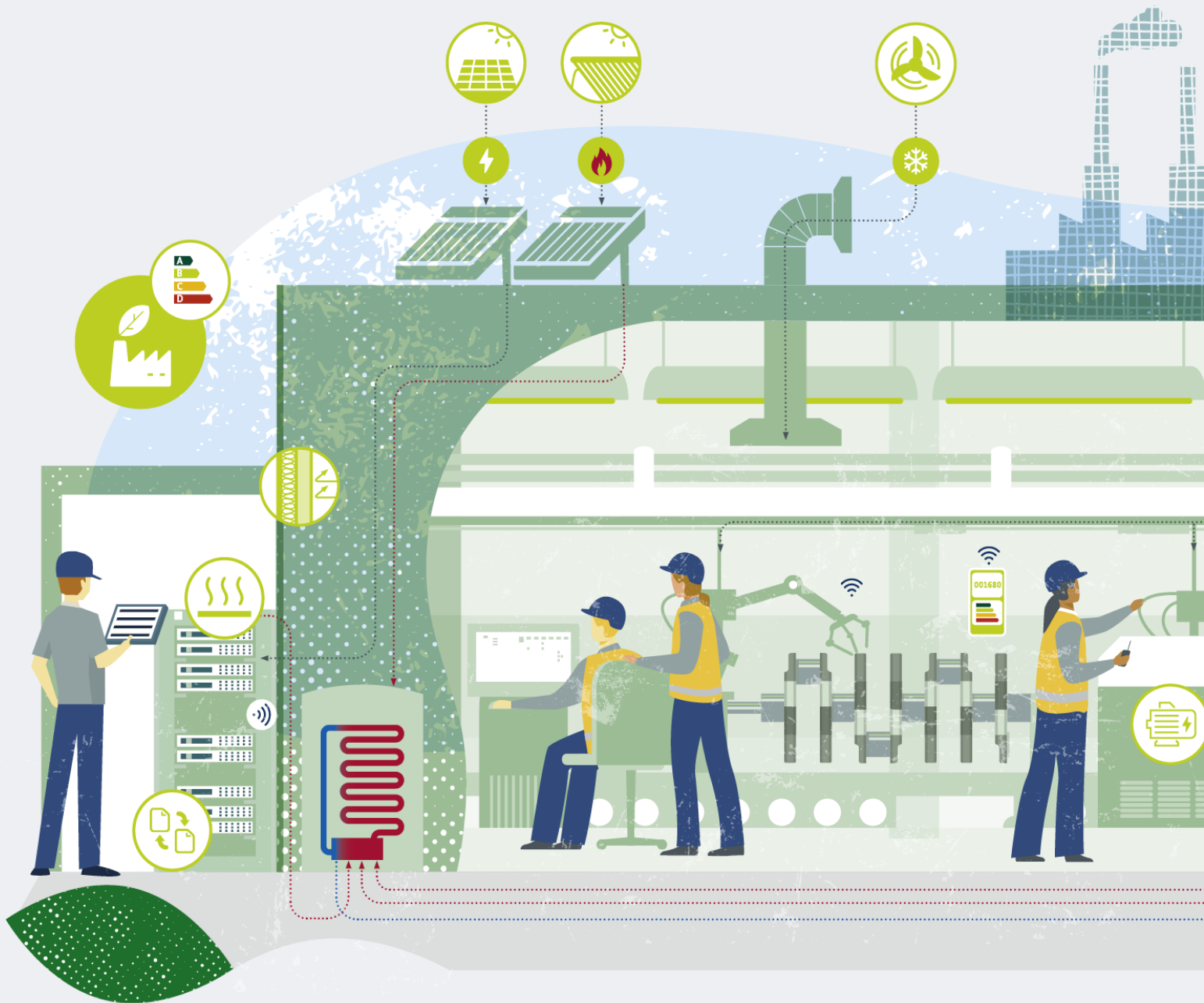
Auch verschiedenste Widerstände und Hemmnisse gegenüber Maßnahmen wurden thematisiert und entsprechende Lösungsansätze herausgearbeitet. Die AGs waren sowohl sektorspezifisch (Gebäude, Industrie und Verkehr) als auch sektorübergreifend (Digitalisierung, Fachkräfte und Qualifikation sowie Systemfragen) organisiert und deckten damit ein breites Themenfeld ab. Den Austausch in der AG Verkehr ergänzten die Aktivitäten der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM). In der NPM wurden bereits Zukunftsfragen einer nachhaltigen, bezahlbaren und klimafreundlichen Mobilität im Rahmen eines Stakeholder-Prozesses diskutiert. Die weitere Konkretisierung von Instrumenten in der AG Verkehr basieren daher weitgehend auf den Ergebnissen der NPM.

Begleitend zu allen Arbeiten fanden zusätzlich Szenario-Berechnungen der Prognos AG für die Sektoren statt, in denen auch weitere Maßnahmen und Instrumente berücksichtigt wurden, die u. a. von den beteiligten wissenschaftlichen Instituten vorgeschlagen und im Rahmen des Roadmap-Prozesses diskutiert wurden. Der Fokus der Energieszenarien lag auf der strategischen Frage, in welchem Umfang die Energieeffizienz zur Erreichung der Energie- und Klimaziele beitragen kann, ggf. sogar eine notwendige Voraussetzung für die Zielerreichung darstellt. Die Energieszenarien wurden von dem Modellierer-Team der Prognos AG erarbeitet und – zur engen Verzahnung der Arbeiten – fallweise durch Expertinnen und Experten aus den sektoralen Arbeitsgruppen (Industrie, Verkehr und Gebäude) ergänzt. Die Energieszenarienarbeiten konnten zahlreiche Rückmeldungen, Anregungen und Vorgaben zur Ausgestaltung der Maßnahmen aus den sektoralen AGs aufgreifen.

Angesichts des Umfangs und des Detailgrades der Arbeiten bleibt festzuhalten, dass es beim gesamten Roadmap-Prozess nicht um einen abschließenden Konsens zwischen allen Beteiligten ging, sondern vielmehr darum, in einer möglichst breiten Konsultation einen zielkompatiblen Pfad und ein Zielbild zu entwickeln, in dem die strategische Rolle der Energieeffizienz herausgearbeitet und ihre vielfältigen Handlungsoptionen priorisiert werden.

Die in den nachfolgenden AG-Kapiteln beschriebenen Maßnahmenvorschläge spiegeln den Diskussionsstand bis Ende 2022 wider. Sie spiegeln daher ein Ambitionsniveau und eine zeitliche Abfolge wider, die dem Stand Ende 2022 entspricht. Die Auswirkungen der seit diesem Zeitpunkt von der Bundesregierung konkret ergriffenen neuen Maßnahmen in der Energie- und Klimapolitik konnten in diesem Bericht nicht mehr berücksichtigt werden. Insofern machen sich die beteiligten Ressorts der Bundesregierung die Vorschläge des Roadmap-Prozesses nicht zu eigen.

3 AG Industrie



3.1 Spezifische Vorgehensweise der AG Industrie

Die AG Industrie zielte darauf ab, die möglichen Beiträge aller für die Industrie relevanten Dekarbonisierungsoptionen zur mittel- und langfristigen Zielerreichung mit den Zeithorizonten 2030 und 2045 und die dazu erforderlichen Rahmenbedingungen kritisch zu prüfen. An erster Stelle stand dabei der Beitrag der Energieeffizienz, der unter Zugrundelegung des in der Energieeffizienzstrategie 2050 festgeschriebenen Leitprinzips „Efficiency First“ betrachtet wurde. Darüber hinaus wurden auch folgende Dekarbonisierungsoptionen in die Betrachtung einbezogen: 1) verstärkte Abwärmenutzung, 2) verstärkter Einsatz erneuerbarer Prozesswärme, 3) stärkere Rolle der Material- und Ressourceneffizienz sowie Kreislaufwirtschaft, 4) Substitution von fossilen, emissionsintensiven Energieträgern durch CO₂-arme oder -freie Produktionsverfahren. Ziel des Diskussionsprozesses im Rahmen der fünf AG-Sitzungen war die Ableitung der für die Implementierung der identifizierten Dekarbonisierungsoptionen erforderlichen Rahmenbedingungen und Instrumente aus technologischer, ökonomischer und politischer Perspektive. Dies erfolgte unter Berücksichtigung nationaler und EU-weiter Rahmensetzung sowie der starken Integration der deutschen Wirtschaft in globalisierte Märkte.

3.1.1 Leitfragen

Vor dem Hintergrund der oben erläuterten Zielerreichung und den erforderlichen Rahmenbedingungen lautete die übergeordnete Leitfrage der AG Industrie: "Welche Rolle kann und soll die Energieeffizienz im Kontext aller verfügbaren Dekarbonisierungsoptionen in der Industrie in mittelfristiger Perspektive (2030) und mit Blick auf 2045 spielen?"

Zur Strukturierung der Diskussion wurden darüber hinaus folgende Unterfragen definiert:

- Wie können Hemmnisse, die der Marktdurchdringung wirtschaftlicher Energieeffizienzmaßnahmen heute noch entgegenstehen, abgebaut werden?
- Welche Rahmenbedingungen und Maßnahmen könnten energieeffiziente Systemlösungen und Prozessinnovationen fördern?
- Wie kann der Weg in eine klimaverträgliche Industrie unter Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und der energieintensiven Grundstoffindustrie in Deutschland gestaltet werden?
- Wie kann national und international die Nachfrage nach Effizienztechnologien und nachhaltigen Produkten beeinflusst werden?

3.1.2 Teilnehmende Stakeholder

Die Auswahl der Teilnehmenden an den AG-Sitzungen erfolgte auf der Basis von entsprechenden Leitlinien, die im Vorfeld der ersten AG-Sitzung festgelegt wurden. Danach sollten die Teilnehmenden insbesondere aus den Unternehmen selbst kommen. Berücksichtigt werden sollten sowohl weniger energieintensive Unternehmen sowie Unternehmen aus dem Mittelstand (z. B. aus der Lebensmittel- oder sonstigen Konsumgüterindustrie) als auch Unternehmen aus der energieintensiven Grundstoffindustrie (Stahl, Chemie, Zement, Aluminium). Die Sicht der Unternehmen sollte bevorzugt durch branchenübergreifende Verbände und Initiativen, die die Perspektive zahlreicher Branchen bündeln (wie BDI, DIHK, DENEFF, EID etc.), vertreten sein und nicht durch einzelne Branchenverbände. Teilnehmende aus Universitäten, wissenschaftlichen Instituten und Beratungsunternehmen sollten nur in begrenzter Anzahl vertreten sein oder für die Diskussion spezifischer Fragestellungen zu einzelnen AG-Treffen eingeladen werden. Neben eher technisch orientierten Teilnehmenden sollten auch Teilnehmende mit ökonomischem Hintergrund vertreten sein.

3.2 Bestandsaufnahme der AG Industrie

3.2.1 Aktuelle Situation: Um was und wieviel geht es?

Auf den Sektor Industrie entfielen im Jahr 2021 rund 29 % des Endenergieverbrauchs (entsprechend 2.518 PJ; AGEB 2022) und knapp 24 % der direkten (brennstoff- und prozesseitigen) Treibhausgasemissionen (entsprechend 181,3 Mio. t CO₂eq; UBA 2022) Deutschlands. Einschließlich der indirekten Treibhausgasemissionen aus dem Bezug von Strom und Wärme betrug der Anteil der Industrie rund 37 % (VCI 2021).

Das derzeitige energie- und klimapolitische Instrumentarium für den Industriesektor ist geprägt durch den von der EU mit dem Emissionshandelssystem (EHS) und der Ökodesign-Richtlinie gesetzten Marktrahmen und die im Oktober 2019 im Klimaschutzprogramm 2030 beschlossenen Maßnahmen. Dazu gehören neben dem ab 2021 wirksamen Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) vor allem finanzielle Förderprogramme für die Bereiche Energieeffizienz (wie die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft), Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft (wie das Technologietransfer-Programm Leichtbau) sowie die Umstellung auf CO₂-arme oder -freie Technologien (wie das Nationale Dekarbonisierungsprogramm und das Programm zur CO₂-Vermeidung und -Nutzung in Grundstoffindustrien). Hinzu kommen einige weitere Maßnahmen, wie die Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke, die Energieauditpflicht für Nicht-KMU oder die Energieberatung im Mittelstand. Die am 10. Juni 2020 beschlossene Wasserstoffstrategie der Bundesregierung beinhaltet auch für die Industrie relevante Teile, wie ein Pilotprogramm für „Carbon Contracts for Difference“ (CCfD) oder die Schaffung eines neuen „Important Project of Common European Interest“ (IPCEI) für den Bereich Wasserstofftechnologien und -systeme.

3.2.2 Wie entwickelt sich der Sektor bis 2030?

Für den Sektor Industrie gibt es bis 2030 kein eigenes Energieeffizienzziel, sondern der Sektor trägt zum übergeordneten Ziel bei, das derzeit noch eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs bis 2030 um 30 % (gegenüber 2008) vorsieht (BMWi 2019). Außerdem sollte die Industrie nach dem in der ursprünglichen Fassung des Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513) festgelegten Sektorziel seine (direkten) Treibhausgasemissionen bis 2030 auf 140 Mio. t CO₂eq reduzieren. Mit der Revision des KSG vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) wurde die zulässige Jahresemissionsmenge für den Sektor um weitere 22 Mio. t CO₂eq auf 118 Mio. t im Jahr 2030 verringert und das Ziel der Erreichung der Treibhausgasneutralität vom Jahr 2050 auf das Jahr 2045 vorgezogen.

Als sich die AG Industrie am 18. Juni 2020 zu ihrer ersten Sitzung zusammenfand, wurde nach den beiden im März 2020 veröffentlichten Gutachten von Prognos (2020) und Öko-Institut et al. (2020) zu den Wirkungen der mit dem Klimaschutzprogramm 2030 beschlossenen Maßnahmen eine relativ knappe Verfehlung des ursprünglichen Sektorzieles für 2030 um etwa 3 Mio. t CO₂eq erwartet. Mit dem zusätzlichen Minderungsbeitrag von 22 Mio. t CO₂eq hat sich diese Ziellücke nochmals deutlich vergrößert. Ohne zusätzliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur weiteren Dekarbonisierung, wie sie in den fünf Sitzungen der AG Industrie zwischen Juni 2020 und Oktober 2022 diskutiert wurden, dürften sich die damit geforderten Minderungsbeiträge des Industriesektors nicht leisten lassen. Dies gilt insbesondere auch für die Erreichung des Zieles der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045. Denn wegen der industrietypischen langen Re-Investitionszyklen für Produktionsanlagen müssen die entscheidenden Weichenstellungen bereits im engen Zeitfenster bis 2030 erfolgen.

3.2.3 Ergebnisse des Roadmap-Szenarios im Sektor Industrie

Parallel zu den AG-Sitzungen fanden Szenario-Berechnungen für den Industriesektor statt, in denen auch weitere Maßnahmen und Instrumente berücksichtigt wurden, die im Rahmen des Roadmap-Prozesses und der Überlegungen zu einem KSSP 2022 diskutiert wurden. Das resultierende Roadmap-Szenario, dessen Ergebnisse im Folgenden vorgestellt werden, folgt dem Leitprinzip „Efficiency First“ und berücksichtigt ergänzende Dekarbonisierungsoptionen (vgl. Abschnitt 0).

Entwicklung EEV im Sektor (Roadmap-Szenario)

Der Energieverbrauch im Industriesektor (inkl. der Stromeigenerzeugung) reduziert sich im Roadmap-Szenario bis 2030 um 19 % und bis 2050 um 42 % jeweils ggü. dem Mittelwert 2015 bis 2019 (Abbildung 1). Bis 2050 nimmt der Anteil fossiler Energieträger von heute über 60 % auf etwa 3 % ab. Gleichzeitig steigt die Bedeutung von erneuerbaren Energieträgern (hauptsächlich feste und gasförmige Biomasse) von 5 % auf rund 25 % sowie von Strom von unter 30 % auf rund 50 %, jeweils im Zeitraum 2019 bis 2050.

Weiterhin wird grüner Wasserstoff (in der Abbildung unter PtX summiert) zunehmend in der Stahlherzeugung bei der Direktreduktion sowie bei den Industriekraftwerken zur Stromerzeugung eingesetzt. Neben diesem energetischen Bedarf von Wasserstoff von 256 PJ (davon 190 PJ bei Stahl) im Jahr 2050 steigt auch der stoffliche Einsatz auf 180 PJ bis zum Jahr 2050 an (nicht in der Abbildung dargestellt) aufgrund der Umstellungen in der Grundstoffchemie.

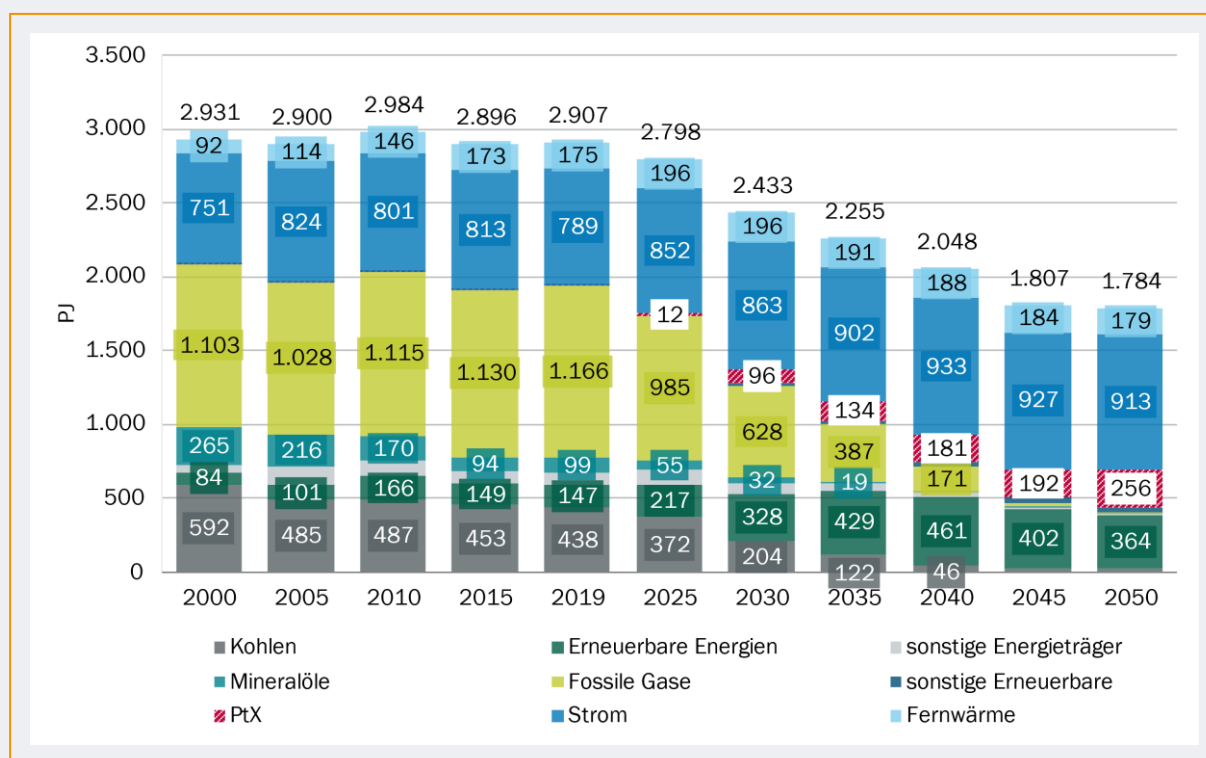


Abbildung 1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern der Industrie im Roadmap-Szenario, 2020 bis 2050, in PJ

Entwicklung EEV nach Branchen (Roadmap-Szenario)

Der Energiebedarf weist ebenfalls für alle Branchen einen deutlichen Rückgang von heute bis 2050 auf, insbesondere Eisen/Stahl um -35 %, Grundstoffchemie um -14 %, Zement um -16 %, Papier um -40 % (Abbildung 2).

Auch der Energieeinsatz für die Eigenstromerzeugung nimmt deutlich ab (-75 % bis 2050). Zukünftig werden im Roadmap-Szenario nur noch wenige Industriekraftwerke betrieben. Der benötigte Strom wird überwiegend aus dem Netz bezogen und die Dampferzeugung wird elektrifiziert (PtHeat) oder aus regional verfügbarer Biomasse sowie industriellen Reststoffen (Industrieabfällen) erzeugt.

Die größten Bedarfsanteile weisen die energieintensiven Grundstoffindustrien auf. Darunter sind die Metalle der größte Block mit durchweg knapp 30 % Anteil am Energiebedarf, jedoch absolut sinkendem EEV von 680 PJ heute auf 470 PJ in 2050. Der Chemikalien-Block benötigt heute rund 20 %, 2050 dann 30 % des gesamten Energiebedarfs im Industriesektor, bei absolut sinkendem EEV von 675 PJ heute auf 510 PJ in 2050. Den drittgrößten Block stellen die Mineralien dar, mit einem konstanten Anteil von ca. 10 % über die ganze Zeitreihe, mit jedoch deutlich sinkendem EEV von heute ca. 280 PJ auf rund 180 PJ in 2050. Die Papierherstellung fragt über den gesamten Zeitraum recht stabil rund 7 % des Energieeinsatzes nach, wobei der absolute EEV von heute rund 215 PJ auf 130 PJ in 2050 sinkt.

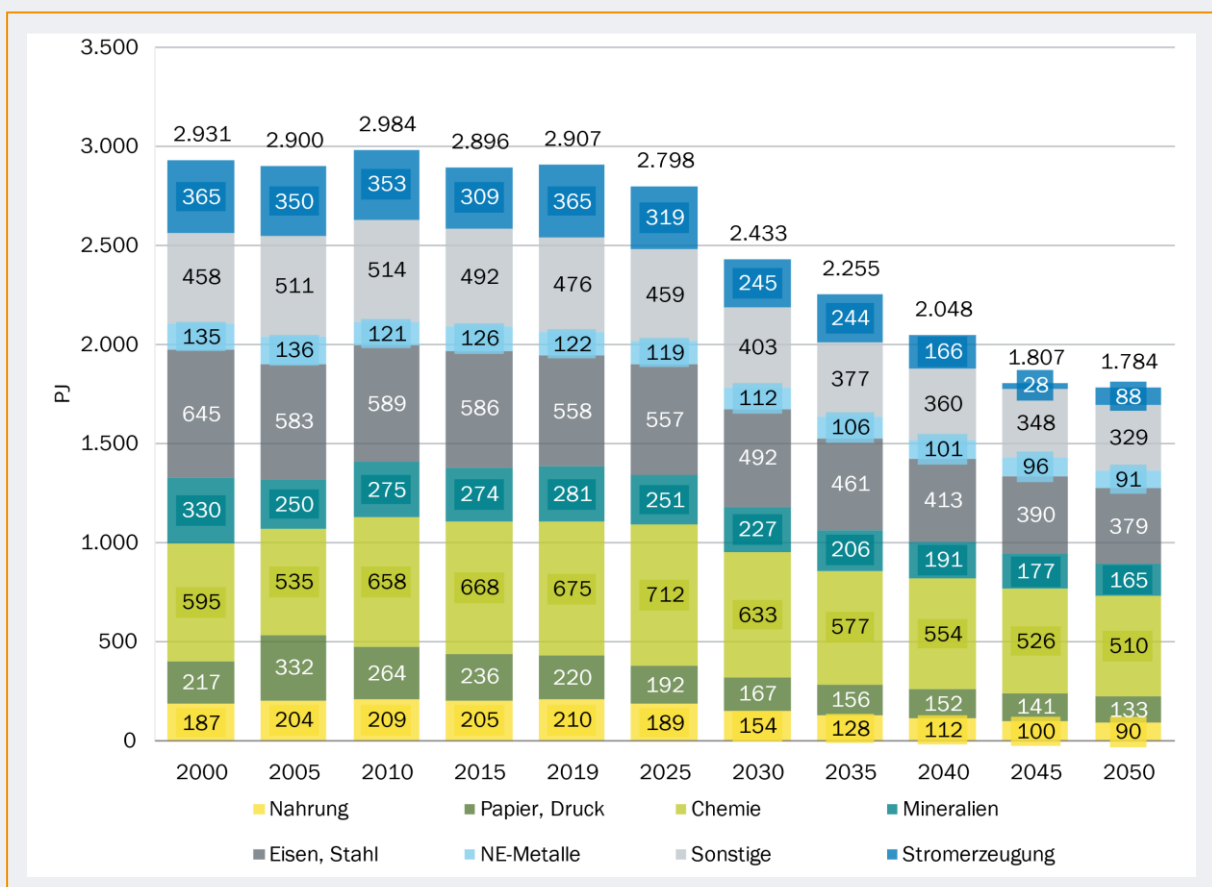


Abbildung 2 Endenergieverbrauch nach Branchen der Industrie im Roadmap-Szenario, 2020 bis 2050, in PJ

Entwicklung THG im Sektor (Roadmap-Szenario)

Im Roadmap-Szenario für den Industriesektor, in dem die wesentlichen diskutierten Maßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern (siehe Kapitel 3.3) implizit oder explizit berücksichtigt wurden, liegen die Treibhausgasemissionen bei 102 Mio. t CO₂eq im Jahr 2030 (Abbildung 3). Damit würde unter den der Modellierung zugrundeliegenden Annahmen (Prognos 2022) das verschärfte Sektorziel von 118 Mio. t CO₂eq erreicht. Der bereits ab 2025 negative Beitrag durch CC(S) bei Zementklinker und Kalk (und später auch geringfügig von Eisen/Stahl und der Grundstoffchemie) führt auf der Verbrennungsseite (für die Wärmebereitstellung) ab 2045 sogar zu negativen Emissionen von jährlich rund 18 Mio. t CO₂eq.

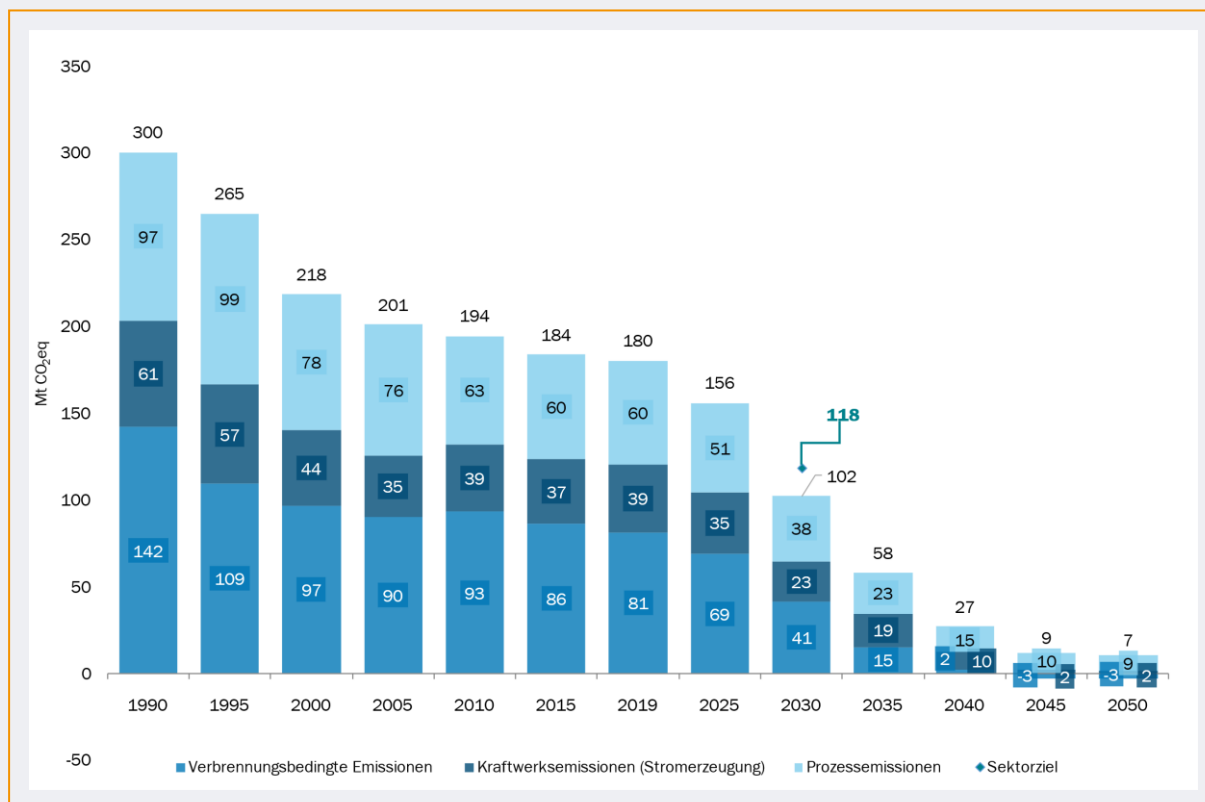


Abbildung 3 Treibhausgasemissionen der Industrie im Roadmap-Szenario, 1990 bis 2050, in Mio. t CO₂eq/a

3.2.4 Was sind die besonderen Herausforderungen?

Die zentrale Herausforderung für den Sektor Industrie liegt darin, einerseits den Einsatz CO₂-armer und -freier Technologien voranzubringen, und andererseits das Leitprinzip „Efficiency First“ mit konkreten Umsetzungsoptionen dort zu stärken, wo insbesondere große systemische Energieeffizienzpotentiale noch nicht erschlossen sind. In Diskussionen zu Dekarbonisierungsoptionen der Industrie wird Energieeffizienz oftmals nur am Rande genannt. Dies wird oft damit begründet, dass die Energieeffizienzpotentiale im Industriebereich weitgehend erschöpft seien, zumindest was die „low hanging fruits“ betrifft. Für die energieintensive Industrie trifft das eher zu, wenngleich auch hier noch Potentiale vorhanden sind. Dennoch richtet sich der Blick dort vor allem auf neue Prozesstechnologien und Energieträger. In den übrigen Industriezweigen gibt es jedoch oft noch größere Energieeffizienzpotentiale insbesondere auf der systemischen Ebene (siehe z. B. BfEE 2018). Zudem wird die Energieeffizienz vor dem Hintergrund der stark gestiegenen Energiekosten mehr denn je zu einem Wettbewerbsfaktor. Steigende Energiepreise und die Notwendigkeit zur Kosteneffizienz zwingen Unternehmen aller Branchen zur Betriebsoptimierung. Eine Reduzierung des Energieverbrauchs kann dazu einen erheblichen Beitrag leisten.

Die bestehenden Anstrengungen seitens der Industrie Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen, werden mit Blick auf die Energieeffizienz durch zahlreiche Hemmnisse beschränkt. Beispiele sind die zum Teil langen Re-Investitionszyklen, die Forderung nach kurzen Amortisationszeiten, Informationsdefizite und fehlende Managementkapazitäten, das fehlende Kapital, die Rolle im (internationalen) Wettbewerb und fehlende langfristige Planungssicherheit.

Große Herausforderungen bestehen auch bei Systemlösungen, wie echten Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaften, Digitalisierung oder einem effizienten Systemdesign von Produktionsprozessen in Verbindung mit Gebäuden oder Wärmenetzen. Dies gilt auch für die Verknüpfung von Energieeffizienz mit dem für die Dekarbonisierung von Prozess- oder Raumwärme erforderlichen Einsatz von erneuerbaren Energien. Hier gilt es, insbesondere über strombasierte Technologieoptionen Energieeffizienzpotentiale durch Elektrifizierung von Anwendungen oder Einsatz von Sektorenkopplungstechnologien wie Wärmepumpen auszuschöpfen.

Nicht zuletzt ist es entscheidend, Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz mit anderen Strategien zu kombinieren und die positiven Wechselwirkungen zu verstärken, um gestärkt aus der Energiekrise hervorzugehen und sich von einseitigen Abhängigkeiten zu lösen. Zu nennen sind hier die stärkere Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft und der Ressourceneffizienz sowie die Kombination von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien.

3.3 Handlungsfelder der AG Industrie

Ein wesentliches Ziel der AG Industrie war es, im Rahmen des Roadmap-Prozesses ein strategisches Maßnahmenbündel für eine energieeffiziente und klimaneutrale Industrie herauszuarbeiten, welches unter der Prämisse der Erhaltung von Wertschöpfungsketten und internationaler Wettbewerbsfähigkeit steht. Als Leitinstrument wird grundsätzlich eine CO₂-Bepreisung, durch das Europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) und das Bundesemissionshandelsgesetz (BEHG), befürwortet. Zur Strukturierung der weiteren Maßnahmen wurde ein Ansatz verwendet, der bisher vor allem im Bereich der Grundstoffindustrie eingesetzt wurde und die Politikinstrumente entlang der wirtschaftlich-technischen Ebenen der gesamten Wertschöpfungskette einordnet (siehe dazu Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019, Lechtenböhmer et al. 2020; Agora Energiewende et al. 2021). Dieser Ansatz lässt sich grundsätzlich auf die gesamte Industrie übertragen und unterscheidet folgende Ebenen:

- 1) **Upstream-Ebene:** Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Förderung „grüner“ Energie und Rohstoffe mit dem Ziel der Erhaltung international konkurrenzfähiger Energie- und Rohstoffpreise und Infrastrukturen.
- 2) **Midstream-Ebene:** Maßnahmen zur Förderung einer energieeffizienten und klimafreundlichen Produktion, die in die Breite wirken. Dabei werden auf dieser Ebene zwei Gruppen von Unternehmen adressiert: Ausrüster für die Hersteller von Endprodukten (z. B. Anlagen- und Maschinenbauer) und Anwender in der Produktion.
- 3) **Downstream-Ebene:** Maßnahmen zur Förderung energieeffizienter und klimafreundlicher Endprodukte (inkl. Recyclingquoten) auf der Ebene öffentliche Beschaffung und Verbrauchende.

Dieser Ansatz bietet aus Sicht der AG Industrie eine gute Möglichkeit, den gesamten Lebenszyklus der Produktion abzubilden und damit eine Grundlage für eine integrierte Energieeffizienz- und Klimapolitik unter Berücksichtigung industriepolitischer Belange zu schaffen. Rückkopplungseffekte von Maßnahmen auf der Endkundenseite (z. B. Erfassung von rohstoffhaltigen Restprodukten) auf die Upstream-Ebene (Verwendung als Sekundärrohstoff) werden transparent. Teilweise können Akteure auf mehreren

Ebenen erscheinen, wenn sie beispielsweise sowohl als Produzent (Midstream) als auch als Endkunde für Maschinen und Anlagen (Downstream) auftreten.

3.3.1 Handlungsfeld 1: Upstream-Ebene

Auf dieser Ebene geht es insbesondere darum, die Rahmenbedingungen auf nationaler und EU-Ebene für den verstärkten Einsatz „grüner Energie“ und Rohstoffe zu verbessern, um einen funktionierenden Binnenmarkt auch für grüne Energie zu schaffen. Dies gilt sowohl für die Schaffung der notwendigen Infrastrukturen (insbesondere für Wasserstoff) als auch für international konkurrenzfähige Preisstrukturen.

Da die Maßnahmenvorschläge für diese Ebene überwiegend nicht der Energieeffizienz und damit auch nicht dem Kernauftrag der AG Industrie zuzuordnen sind, folgte die große Mehrheit der Teilnehmenden (93 %) der Empfehlung der AG-Leitung, damit vor allem auf das Erfordernis für geeignete Rahmenbedingungen in bestimmten Handlungsfeldern hinzuweisen. Es wurden jedoch wesentliche Ansatzpunkte für Maßnahmen auf der Upstream-Ebene identifiziert, die im Folgenden kurz skizziert werden.

Ansatzpunkt Preisstrukturen

Mit einer Neuordnung der Umlagen und Steuern auf „grünen Strom“ soll eine wettbewerbsfähige Preisstruktur für den erhöhten Strombedarf für eine klimafreundliche Transformation des Industriesektors geschaffen werden. Dies ließe sich durch eine Reduzierung der staatlichen Strompreisbestandteile wie EEG-Umlage und Stromsteuer erreichen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass eine pauschale Senkung der Strompreise unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz den Preisanreiz für Energieeffizienzinvestitionen mindern würde. Um dies zu verhindern, könnte auch über eine Umlagebefreiung nur für einzelne industrielle Stromanwendungen (Experimentierklauseln) nachgedacht werden. Im Rahmen der Diskussion in den AG-Sitzungen wurde darüber hinaus empfohlen, bei allen Maßnahmen, die nicht spezifisch der Förderung der Energieeffizienz dienen, mögliche negative Auswirkungen auf die Energieeffizienz in der Industrie zu prüfen und ggf. gegenzusteuern. Zusätzlich zur Reduzierung der staatlichen Strompreisbestandteile wurde darauf hingewiesen, dass auch Anreize für die Eigenerzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, aus Abwärme oder hocheffiziente sowie flexible KWK berücksichtigt werden sollten. Weiterhin wurde vorgeschlagen, im Rahmen einer Neuordnung der Preisstrukturen Anreize so zu setzen, dass Ausnahmeregelungen auch als Hebel für Investitionen in Energieeffizienz und Klimaschutz genutzt werden.

Ansatzpunkt Infrastrukturen

Eine wesentliche Rahmenbedingung für einen umfassenden Einsatz „grüner Energie“ in der Industrie ist der verlässliche Ausbau der dafür erforderlichen Infrastruktur für Transport, Speicherung und Verteilung, aber auch für Erzeugung und Import. Dies gilt insbesondere für Wasserstoff, aber auch für erneuerbaren Strom und beinhaltet beispielsweise auch verkürzte Genehmigungsverfahren oder höhere Zubaupfade für erneuerbare Energien, mittelfristig gegebenenfalls auch für einen begrenzten Einsatz von CCS für einzelne Produkte (Zement, Kalk). Ohne diese Voraussetzung können auch die auf der Midstream-Ebene (siehe Abschnitt 3.3.2) vorgeschlagenen Maßnahmen zur Unterstützung der Markteinführung innovativer Technologien in der energieintensiven Industrie nicht ihre volle Wirkung entfalten.

Ansatzpunkt rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen

Weiterhin sind die nationalen und EU-rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz „grüner Energie“ anzupassen und auf EU-Ebene durch einen Grenzausgleichsmechanismus oder ein vergleichbares Instrument, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Industrie sicherzustellen.

Ansatzpunkt Abwärmenutzung

Ein wichtiger Diskussionspunkt in den AG-Sitzungen war die außerbetriebliche Nutzung von Abwärmepotentialen. Denn auch wenn Abwärme aus der energieintensiven Industrie oftmals für den Einsatz in Fernwärmenetzen geeignet ist, bleibt sie oftmals ungenutzt. Damit bietet die außerbetriebliche Nutzung von Abwärme aus der energieintensiven Industrie noch erhebliche Potentiale zur Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und sollte gezielt unterstützt bzw. angereizt werden. Konkret wird angeregt die Informationslage für beide Seiten – Unternehmen und Fernwärme-Netzbetreiber – zu verbessern. Von Teilnehmenden wurden dazu Vorschläge wie eine „Deklarierungspflicht“ von Unternehmen für Abwärme eingebracht. In Verbindung mit einer komplementären Befassungspflicht von Fernwärmeversorgungsunternehmen und Kommunen bei der Wärmenetzplanung auch industrielle Abwärmequellen zu erfassen, könnten damit Informationshemmnisse überwunden und stärkere Anreize für die Nutzung der Abwärme in Wärmenetzen gesetzt werden.

3.3.2 Handlungsfeld 2: Midstream-Ebene

Auf dieser Ebene geht es um Maßnahmen zur Förderung energieeffizienter und klimafreundlicher Herstellung/ Produktion, die in die Breite wirken. Dies beinhaltet Maßnahmen zur weiteren Ausschöpfung von Energieeffizienzpotentialen in der Produktion sowie zu CO₂-armen und -freien Produktionsverfahren. Darüber hinaus wird auch ein Rahmen zur THG-Bilanzierung und -Zertifizierung als wichtige Maßnahme angesehen. Alle auf der Midstream-Ebene vorgeschlagenen Maßnahmen fanden eine hohe Akzeptanz unter den Teilnehmenden, die sich dadurch ausdrückte, dass in der durchgeführten Mentimeter-Umfrage jeweils mehrheitlich für eine detailliertere Ausarbeitung der vorgeschlagenen Maßnahmen im Rahmen des Roadmap-Prozesses plädiert wurde. Dieses Handlungsfeld stellt daher einen zentralen Baustein der Arbeiten im Rahmen der AG Industrie dar.

Ansatzpunkt Energieeffizienzpotentiale in der Produktion

Diese Maßnahmen sollen insbesondere einen Beitrag zur Ausschöpfung bestehender Energieeffizienzpotentiale in der Produktion leisten. Adressiert werden damit auch nicht-monetäre Hemmnisse für solche – überwiegend wirtschaftliche – Energieeffizienzmaßnahmen, die trotz des zumindest bis Anfang 2022 bestehenden Preisrahmens⁴ nicht durchgeführt wurden. Dies beinhaltet die stärkere Ausschöpfung signifikanter Energieeffizienzpotentiale auf der Systemebene sowohl bei der Strom- als auch der Wärmenutzung (siehe z. B. Hirzel et al. 2020). Eine konkrete Maßnahme, die unter diesem Ansatzpunkt diskutiert wurde, war die Umsetzungspflicht für Maßnahmen aus Energieaudits.

Darüber hinaus sollen auch verstärkt monetäre Hemmnisse adressiert werden. So wurde eine Erhöhung der Förderung von Energieeffizienztechnologien (z. B. im Bereich der Abwärmenutzung) von Teilnehmenden vorgeschlagen. Für eine Ausweitung des Förderrahmens ist jedoch gegebenenfalls eine Weiterentwicklung des EU-Beihilferechts notwendig. Zudem wurde die Ermöglichung einer beschleunigten Abschreibung für energieeffiziente Anlagen und Maßnahmen, wie sie auch im Koalitionsvertrag (2021) der aktuellen Koalition genannt wird ("Superabschreibung", siehe dort, S. 164), angeregt.

Ansatzpunkt CO₂-arme und -freie Produktionsverfahren

Mit diesen Maßnahmen sollen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass auch bei Produktionsprozessen mit sehr hohen Vermeidungskosten, die noch weit von dem jeweiligen CO₂-Preis entfernt sind, Investitionen in CO₂-arme oder -freie Verfahren getätigt werden. Dafür könnten beispielsweise die in der Wasserstoffstrategie bereits angelegten Carbon Contracts for Difference (CCfD) zur Förderung

⁴ Preiseffekte durch die aktuelle Gasversorgungs- und Energiepreiskrise wurden im Roadmap-Szenario und in den AG-Sitzungen (mit Ausnahme der letzten Sitzung am 19.10.2022) nicht berücksichtigt.

auch der Betriebskosten neuer Technologien zur Vermeidung prozessbedingter Emissionen, die durch Effizienzmaßnahmen nicht gemindert werden können (Bsp.: H₂-Strategie für Stahl, Zement, Chemie), weiterentwickelt werden⁵.

Ansatzpunkt THG-Bilanzierung und -Zertifizierung

Die Bedeutung der THG-Bilanzierung und des Nachweises einer klimaneutralen Produktion steigt kontinuierlich. Treiber für diese Entwicklung sind u. a. das Bedürfnis von Unternehmen, ihre Unternehmensstrategie auf Nachhaltigkeit auszurichten oder auch politische Vorgaben, etwa durch die EU-Taxonomie, mit Auswirkungen auf die Kapitalmärkte. Hier sollten daher Transparenz, ein Level-Playing-Field und eine einheitliche, qualitätsorientierte Datenbasis (z. B. für THG-Faktoren von Energieträgern und Ressourcen) sowie ein niedrigschwelliger Zugriff auf die Daten geschaffen werden. Darüber hinaus soll ein Rahmen für die THG-Bilanzierung und -Zertifizierung klimaneutraler Produktion geschaffen werden.

3.3.3 Handlungsfeld 3: Downstream-Ebene

Grundlegende Voraussetzung für die Umstellung der Produktion auf eine klimaneutrale und zirkuläre Produktion sind Absatzmärkte, auf denen diese Produkte nachgefragt werden. Doch klimafreundliche industrielle Produktion ist häufig teurer als konventionelle Verfahren, so dass die notwendigen Investitionen in die entsprechenden Produktionsanlagen ausbleiben. Dies liegt nicht nur an den notwendigen Investitionen in neue Technologien, auch die Betriebskosten können deutlich höher ausfallen.

Maßnahmen zur Förderung energieeffizienter und klimafreundlicher Endprodukte können mit Blick auf die Energieeffizienz insbesondere in den Bereichen Mindeststandards, Kreislaufwirtschaft und grüne Beschaffung flankiert werden. Als sektorenübergreifende Maßnahme wurde zur Umsetzung von Artikel 7 der EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED) auch die mögliche Einführung eines Energieeffizienzverpflichtungs- oder Weiße-Zertifikate-Systems vorgeschlagen (Fraunhofer ISI 2021). Auch für die Downstream-Ebene wurden in der dritten AG-Sitzung jeweils Maßnahmenbündel zur Diskussion gestellt, die – mit Ausnahme des Weiße-Zertifikate-Systems – hohe Zustimmungsraten unter den Teilnehmenden für eine detailliertere Ausarbeitung fanden. Die drei Ansatzpunkte für Maßnahmen mit den höchsten Zustimmungsraten werden daher im Folgenden näher beschrieben.

Ansatzpunkt Ökodesign-Standards

EU-Ökodesign und Produktkennzeichnung helfen, die Umweltwirkungen von energieverbrauchsrelevanten Produkten (unter Berücksichtigung des gesamten Lebensweges) zu mindern, indem Mindestanforderungen an das Produktdesign festgelegt werden. Trotz der hierdurch erzielten Energieeffizienzsteigerungen der vergangenen Jahre gibt es noch weitere Potentiale im Bereich Industrie. So gibt es einen Vorschlag der EU-Kommission vom 30. März 2022 zu einer neuen „EU-Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (ESPR)“. Neben Batterien und anderen Produktgruppen, sind auch energieintensive Grundstoffe (Bauwesen, Zement, Stahl und Chemikalien) betroffen: direkt oder indirekt sind bei diesem Vorschlag Unternehmen als Produzenten, Dienstleister, Handwerker oder Anwender über die gesamte Lieferkette adressiert. Die Umsetzung ist für 2024 geplant; bis 2030 soll der Geltungsbereich noch auf eine Vielzahl weiterer Produktgruppen ausgedehnt werden. Priorisiert werden zunächst Produkte mit besonders hoher CO₂-Intensität. Die Mindeststandards sollen zudem auch für importierte Produkte gelten und damit einen Carbon Leakage-Schutz bieten.

⁵ Eine neue Förderrichtlinie für Klimaschutzverträge (Carbon Contracts for Difference - CCfD) des BMWK befand sich zum Stand der letzten Sitzung der AG Industrie (Dezember 2022) im Abstimmungsprozess.

Ansatzpunkt Kreislaufwirtschaft

Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft ist einerseits eine der notwendigen Schlüsselstrategien für erfolgreichen Klima- und Ressourcenschutz, gleichzeitig aber auch relevant für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit vieler Industriesektoren. Insbesondere vor dem aktuellen Hintergrund des Krieges in der Ukraine muss nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, sondern auch von importierten Rohstoffen verringert werden und heimische Energie- und Materialressourcen müssen intelligenter und effizienter genutzt werden. Branchen wie Stahl, Aluminium, Chemie und Zement sind nicht nur CO₂-intensiv, sondern eben auch ressourcenintensiv. Die Kreislaufwirtschaft bietet die Möglichkeit, den Primärenergieverbrauch und die Importabhängigkeit von Rohstoffen über den gesamten Produktlebenszyklus zu senken. So ist beispielsweise Aluminium gut zu recyceln: Sekundäraluminium benötigt zudem nur 5 % der Energie, die zur Herstellung von Primäraluminium gebraucht wird. Dies lässt sich auch auf andere Industriebereiche übertragen: die CO₂-Intensität ist im Sekundärmaterial im Vergleich zu Primärmaterial niedriger (Agora Energiewende und Material Economics 2022).

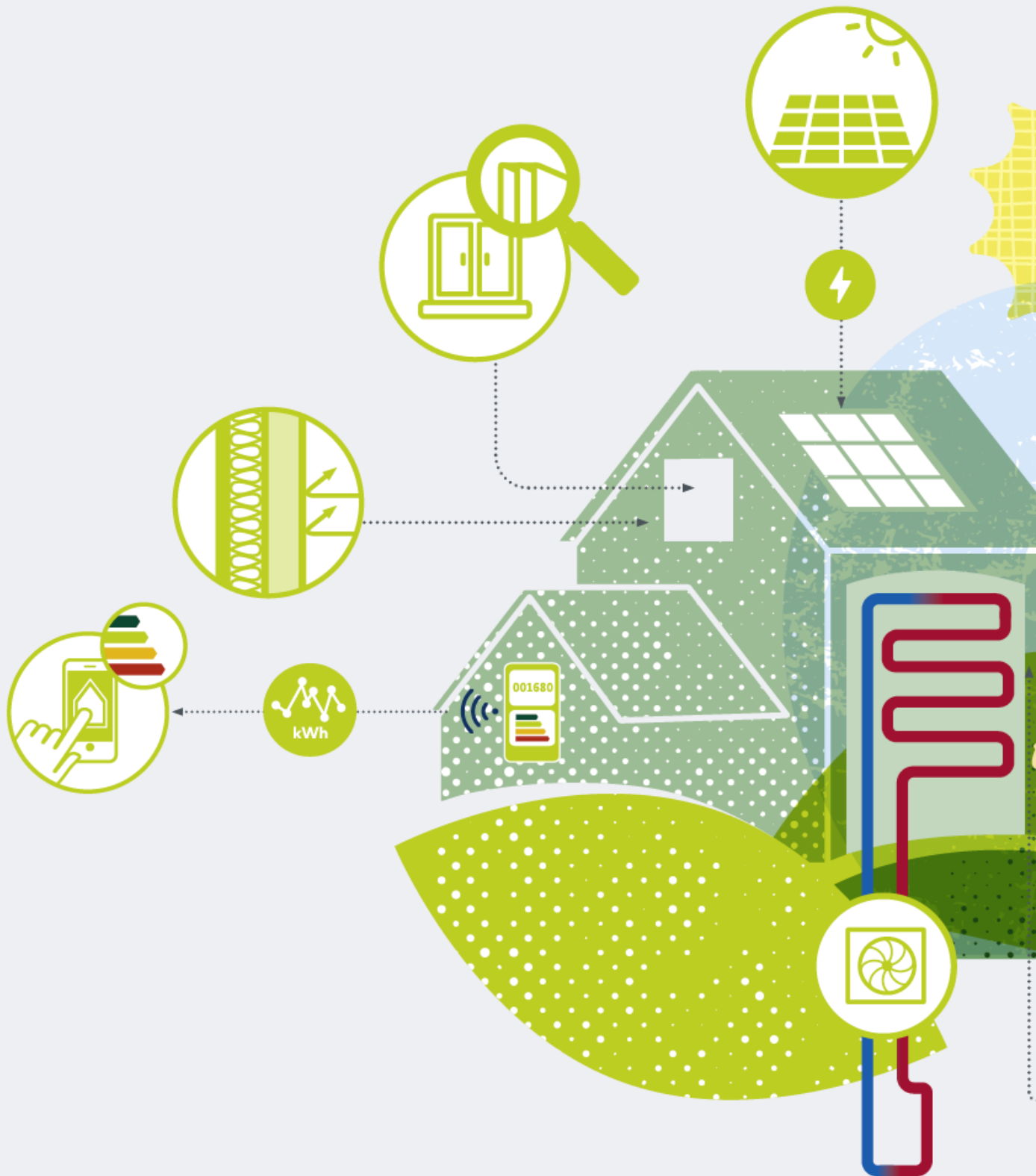
Zu bedenken bleibt allerdings, dass es in vielen Bereichen Trade-Offs gibt, die genauer untersucht werden müssen; wenn also bspw. ein verringerter Materialeinsatz zu einer schlechteren Recyclingfähigkeit der Produkte führen würde.

Ansatzpunkt Grüne Beschaffung

Um sichere Absatzmärkte für effiziente und klimafreundliche Produkte aufzubauen, ist ein zentrales Mittel die grüne Beschaffung (BMU 2017). Es gibt ein hohes Marktvolumen der öffentlichen Beschaffung (13 % des BIP) – und damit ein großes Potential, um die Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten zu steigern und um damit eine Lenkungswirkung zu erzeugen und Innovationen zu fördern. Sie bildet einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu „Grünen Leitmärkten“: Märkte also, in denen sich – befördert durch politische Flankierung – klimafreundliche Produkte, Anlagen und Dienstleistungen zusehends als langfristiger Standard etablieren.

In der Diskussion wurde von Teilnehmenden darüber hinaus angeregt, eine Quote für energieeffiziente oder klimafreundliche Beschaffung nicht nur im öffentlichen Bereich, sondern auch für die Wirtschaft anzudenken. Bereits im Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung (2019) wurde als übergreifende Maßnahme eine klimaneutrale Bundesverwaltung bis 2030 avisiert. Hier wurde im Rahmen der Diskussion in der AG Industrie als konkrete Maßnahme unter anderem die Einführung einer Verwaltungsvorschrift zur klimafreundlichen öffentlichen Beschaffung gefordert.

4 AG Gebäude



4.1 Spezifische Vorgehensweise der AG Gebäude

Der Fokus der AG Gebäude lag auf der Auseinandersetzung mit der Frage, wie Energieeffizienz als Fundament für einen sanierten Gebäudebestand zur Erreichung der Energie- und Klimaziele beitragen kann.

Für den Gebäudesektor wurde dabei die Abgrenzung des Klimaschutzgesetzes (KSG) zugrunde gelegt. Ihm werden alle Gebäude im Sektor „private Haushalte“ (PHH) sowie im Sektor „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ (GHD) zugeordnet. Bilanziert werden alle Energieverbräuche in Wohn- und Nichtwohngebäuden dieser Sektoren.

4.1.1 Leitfragen

Im Gebäudebereich gilt es, neben wichtigen technologischen und infrastrukturellen Fragen wie der Rolle der Gas- und Wärmenetz-Infrastrukturen als langfristiger Kapitalstock, auch die soziale, baukulturelle und architektonische Dimension zu vereinen. Dabei wurde der Prozess zukunfts offen ausgelegt, da zu Beginn des Roadmap-Prozesses verschiedene Transformationspfade denkbar sind. Zu trennen ist nach robusten Entscheidungselementen, riskanten Elementen sowie Lock-In-Effekten. Einige beispielhafte Fragen sollen diese Dimensionen verdeutlichen:

- Welche Rolle müssen langfristige Ziele und ordnungsrechtliche Ansätze im Gebäudebestand spielen? Wie kann das Ordnungsrecht stärker an den Klimaschutzziele ausgerichtet werden?
- Wie gelingt es, zusätzliche Anlässe für eine beschleunigte und zielkompatible Sanierung zu schaffen, um die Geschwindigkeit des Transformationsprozesses im Gebäudesektor zu erhöhen?
- Mit welchen politischen Instrumenten können soziale Verdrängungsprozesse verhindert werden, die im Umfeld energetischer Sanierung stattfinden? Wie können Bezahlbarkeit und Sozialverträglichkeit nicht nur lang-, sondern auch kurzfristig in Einklang mit der Wärmewende im Gebäudesektor gebracht werden?
- Wie können die sogenannten geteilten Anreize („split incentives“) überwunden werden, beispielsweise das Mieter-Vermieter-Dilemma?
- Wie werden sich durch die Klimaschutzanforderungen Bau-, Wohn- und Arbeitskonzepte in Gebäuden, bei Baumaterialien und Flächenbedürfnisse verändern, und wie können diese Veränderungsprozesse gebäudepolitisch begleitet werden?
- Welche technologischen Entwicklungen müssen exogen angeschoben werden, beispielsweise im Bereich der seriellen Sanierung, der Standardisierung, der Wärmenetztransformation, der Gebäudedämmung usw., um zusätzlich zu den marktmanenten Entwicklungen schneller auf den Zielpfad zu kommen?
- Welche Change Agents sind im Gebäudebereich erforderlich, um die notwendigen Entwicklungen zu realisieren, und wie können diese auf den Entwicklungspfad mitgenommen werden? Welche Anreize, Fortbildungen, Unterstützungen sind hierfür erforderlich?
- Die Nutzung von Gebäuden ist inhomogen. Neben der vergleichsweise homogenen Wohnnutzung existieren im Bereich der Nichtwohngebäude sehr unterschiedliche Anforderungen an die Gebäude. Auch die Struktur der Eigentümerinnen und Eigentümer ist inhomogen. Wie können Instrumente entwickelt werden, die zielgerichtet diese verschiedenen Nutzungen und Gruppen von Eigentümerinnen und Eigentümern adressieren?

4.1.2 Teilnehmende Stakeholder

Bei der Auswahl der Teilnehmenden für die AG Gebäude wurde darauf geachtet, dass ein Gleichgewicht von Vertreterinnen und Vertretern aus Verbänden und Interessengemeinschaften aus der Industrie und dem Gebäudesektor (BAK, ZDH, BuVEG, ZIA, BDI, GdW, BWP, ZVSHK, BDH, DENEFF) sowie Teilnehmenden aus der Wissenschaft (IGE, IWU, PHI, FIW, ITG) herrscht, um die Leitfragen der AG unter Beachtung und aktiver Einbeziehung der verschiedensten Expertisen bestmöglich bearbeiten zu können. Ergänzt wurde der Stakeholderkreis der AG Gebäude durch Teilnehmende verschiedenster Bundesressorts bzw. nachgeordneter Behörden (BMWK, BMI, BMEL BBSR, BAFA).

Um die unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunktthemen der AG, wie Kostensenkung, faire Verteilung von Umsetzungskosten im Gebäudebereich, Erhöhung der Sanierungsrate in Nichtwohngebäuden sowie Ordnungsrecht und mögliche Auswirkungen von Mindestenergiestandards aber auch Erfolgsfaktoren und Voraussetzungen für einen schnellen Aufwuchs der Gebäudesanierung, umfassend und interdisziplinär bearbeiten zu können, wurden zusätzliche Expertinnen und Experten eingeladen sowie die AG-Mitglieder je nach inhaltlichen Schwerpunktthemen verstärkt in die Ausgestaltung einzelner Sitzungen und in den Prozess eingebunden (GdW, Agora etc.).

4.2 Bestandsaufnahme der AG Gebäude

4.2.1 Aktuelle Situation: Um was und wieviel geht es?

Der Endenergieeinsatz für Raumwärme und Warmwasserbereitung dominiert den Energieverbrauch in Gebäuden und lag im Jahr 2020⁶ in Summe der Sektoren private Haushalte (PHH) und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) bei 2.617 PJ. Dies entspricht gut 30 % des gesamten Endenergieverbrauchs (EEV) in Deutschland (BMWK 2022a). Weitere Anwendungen im Gebäudesektor sind Beleuchtung, Bürotechnik, Kühlen und Lüften, mechanische Energie, Prozesskälte und Prozesswärme.

Die wichtigsten Einflussgrößen auf den EEV zur thermischen Konditionierung von Gebäuden sind neben den energetischen Eigenschaften der Gebäude selbst, die Wohn- und Nutzflächen des Gebäudebestandes sowie die Witterung. Der nicht klimabereinigte EEV für Raumwärme und Warmwasser in Wohngebäuden lag im Jahr 2020 bei 2.028 PJ und ist damit im Vergleich zum Jahr 2008 um etwa 7 % zurückgegangen. Dies dürfte auf die folgenden Effekte zurückzuführen sein:

- 2020 war erneut ein warmes Jahr. Der Faktor zur Klimabereinigung lag etwa 13 % über dem des Jahres 2008.
- Die Wohnfläche hat im gleichen Zeitraum um insgesamt 12 % zugenommen (Destatis 2022a). Die Bevölkerungszahl ist seit 2008 um knapp 2 % angestiegen (Destatis 2022b). Das Flächenwachstum geht fast vollständig auf den Pro-Kopf-Wohnflächenbedarf zurück. Dieser ist um 12 % angestiegen.
- Im Zuge der Corona-Pandemie wurden Maßnahmen wie Ausgangsbeschränkungen, Home-Office und Home-Schooling im breiten Umfang umgesetzt. Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Anwesenheitszeiten in den Wohnungen in den Jahren 2020 bis Mitte 2022. Dies dürfte den Raumwärmeverbrauch in Wohngebäuden deutlich erhöht haben. Ab Mitte 2022 dürften die aufgrund des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine stark erhöhten Energiepreise zu Einsparungen führen. Gleichzeitig laufen die Corona-Maßnahmen aus.
- Die Energieeffizienz des Gesamtbestandes hat sich seit 2010 nicht mehr wesentlich verändert. Der klimabereinigte spezifische EEV je m² Wohnfläche schwankt seit 2010 zwischen 120 und 130 kWh/m²/a. 2008 lag dieser Wert allerdings noch bei 146 kWh/m²/a.

⁶ Für das Jahr 2021 lagen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch keine Daten zum EEV nach Anwendung vor. Daher wird hier das Jahr 2020 beschrieben.

In Nichtwohngebäuden entfallen mit 588 PJ etwa 46 % des EEVs auf Raumwärme und Warmwasser. Weitere große Verbraucher sind mechanische Energie (240 PJ) und Beleuchtung (164 PJ). Der EEV für Raumwärme und Warmwasser in Nichtwohngebäuden lag im Jahr 2020 rund 26 % unter dem Verbrauch des Jahres 2008. Für die Flächen der Nichtwohngebäude liegen keine Reihen amtlicher Statistiken vor, weshalb keine Aussagen zu flächenspezifischen Entwicklungen möglich sind. Die Zahl der Erwerbstätigen hat seit dem Jahr 2008 jedoch um gut 7 % zugenommen (Destatis 2022c), so dass auch hier eher eine leichte Entkopplung von der Nutzflächenentwicklung anzunehmen ist.

Die THG-Emissionen für den Gebäudesektor lagen im Jahr 2021 bei etwa 115 Mio. t CO₂eq bzw. 16 % der gesamten THG-Emissionen des Energiesystems in Deutschland (UBA 2022). Laut Sektorziel des Klimaschutzgesetzes 2021 sollen die Emissionen des Gebäudesektors bis zum Jahr 2030 auf 67 Mio. t abgesenkt werden. Der Zielwert für die Jahresemissionen im Jahr 2021 liegt bei 113 Mio. t CO₂eq. Der Gebäudesektor hat damit den Zielwert erneut um 2 Mio. t CO₂eq überschritten.

4.2.2 Wie entwickelt sich der Sektor bis 2030?

Aufgrund der Zielverfehlung im Jahr 2021 haben die zuständigen Ressorts im Juli 2022 ein Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG für den Sektor Gebäude veröffentlicht (BMWK 2022b). Im Zuge der wissenschaftlichen Begleitung der Roadmap Energieeffizienz wurde die Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen bewertet. Dabei wurden folgende Maßnahmen in die quantitative Bewertung einbezogen:

- Gebäudeenergiegesetz (GEG): 65% Erneuerbare beim Einbau neuer Heizsysteme in Neubau und Bestand (ab 2024)
- GEG: Klimaneutraler Neubau (EH 55 ab 2023, EH 40 ab 2025)
- Weiterentwicklung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG); bis 2024 rund 20 Mrd. Euro/Jahr, ab 2025 rund 7,5 Mrd. Euro/Jahr
- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW); rund 450 Mio. Euro/Jahr, davon 2/3 in den Ausbau der Netze; unterstützend wirkt das Gesetz für Kommunale Wärmeplanung
- Förderrichtlinie zur Seriellen Sanierung (Bundesförderung)
- Effizienzverpflichtung für Gebäude (MEPS), bis 2030 muss mindestens Effizienzklasse E erreicht werden
- Einsparverpflichtung öffentlicher Auftraggeber (Art. 5 EED)
- Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen
- Stärkung der Marküberwachung im Bereich Ökodesign (und Energielabel)
- Entlastungspaket (vgl. oben: EE-Regel vorziehen auf 2024, Neubauregel vorziehen auf 2023)

Das Maßnahmenprogramm enthält weitere flankierende Maßnahmen, die aufgrund der schwer abzubildenden Wirkungen oder rein hebelnden Funktionen nicht quantitativ bewertet wurden. An dieser Stelle wird aber festgehalten, dass diese Maßnahmen substantiell zum Erreichen der Klimaschutzziele sind. So ermöglichen erst ein Gebäuderegister und ein rechtssicherer Energieausweis die Umsetzungen von Mindesteffizienzstandards oder deutliche Verbesserungen beim Vollzug des GEG.

4.2.3 Ergebnisse des Roadmap-Szenarios

Die Wirkungen dieser Maßnahmen auf den Endenergieeinsatz und die THG-Emissionen wurden im Roadmap-Szenario berechnet. Im Szenario wurden die im Frühjahr 2022 diskutierten KSSP-Maßnahmen punktuell verstärkt und erweitert, beispielsweise wurden die Fördermittel im BEG nach 2025 erhöht und

ein Heizungsmonitoring unterstellt. Für den Zeitraum nach 2030 werden zudem zusätzliche technische Setzungen angenommen, um die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 sicherzustellen. Dazu zählen insbesondere anhaltend hohe Aktivitätsraten bei energetischen Sanierungen, klimaneutrale Neubauten sowie ein hoher Zubau an Wärmepumpen und der Ausbau der Wärmenetze.

Entwicklung EEV im Sektor (Roadmap-Szenario)

Abbildung 4 stellt den EEV im Gebäudesektor nach Energieträgern dar. Im Jahr 2019 liegt dieser bei rund 3.500 PJ für alle Anwendungen. Heizöl und Erdgas haben einen Anteil von etwa 55 % am gesamten EEV. Auf Strom entfallen gut 25 % des EEV, Fernwärme liegt bei 227 PJ bzw. 6 % des EEV. Bis zum Jahr 2030 sinkt der EEV im Roadmap-Szenario auf 3.066 PJ ab. Er liegt damit etwa 20 % unter dem EEV des Jahres 2008. Ohne die mittels Wärmepumpen genutzte Umweltwärme ergibt sich eine Reduktion des EEV um 29 %. Damit trägt der Gebäudebereich leicht unterdurchschnittlich zur Zielsetzung der Energieeffizienzstrategie 2050 bei. Diese setzt eine Reduktion des gesamten Primärenergieverbrauchs aller Sektoren von 30 % bis 2030 gegenüber 2008 als Energieeffizienzziel fest. Der Anteil der fossilen Energieträger sinkt bis zum Jahr 2030 auf 35 % ab, während der Anteil der erneuerbaren Energien (ohne EE-Anteile bei Strom und Fernwärme) auf 25 % ansteigt. Strom wird zum wichtigsten Energieträger.

Bis zum Jahr 2050 verringert sich der EEV des Gebäudesektors auf noch 2.300 PJ (ohne Umweltwärme: 1.570 PJ). Gegenüber dem Jahr 2008 entspricht dies einer Reduktion um 40 % (ohne Umweltwärme: - 59 %).

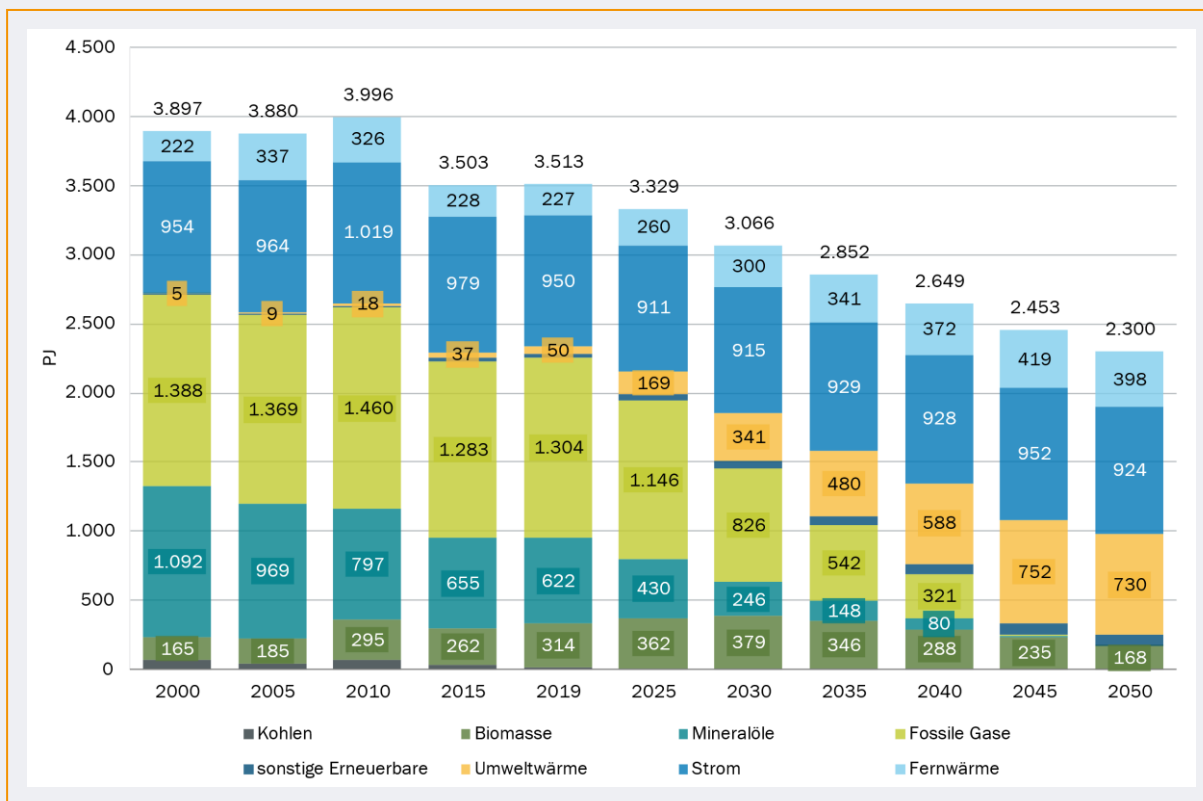


Abbildung 4 Entwicklung des EEVs im Gebäudesektor nach Energieträgern bis 2050 im Roadmap-Szenario in PJ/a

Entwicklung EEV nach Verwendungszwecken

Der EEV in den Bereichen Raumwärme und Warmwasser nimmt im Roadmap-Szenario deutlich ab (Abbildung 5). Der EEV dieser beiden Anwendungen sinkt von 2.634 PJ im Jahr 2019 auf 2.312 PJ im Jahr 2030, im Jahr 2050 beträgt er noch 1.630 PJ (Verbrauch inkl. Umweltwärme). Hauptursache für den

Rückgang ist die gesteigerte Energieeffizienz (u. a. energetische Sanierungen, effizienter Neubau, Einsatz von Wärmepumpen).

Am stärksten rückläufig ist der Verbrauch für Beleuchtung (-59 % im Zeitraum 2019 bis 2050). Leicht ansteigend ist der EEV in den Bereichen Klimatisierung und Haustechnik.

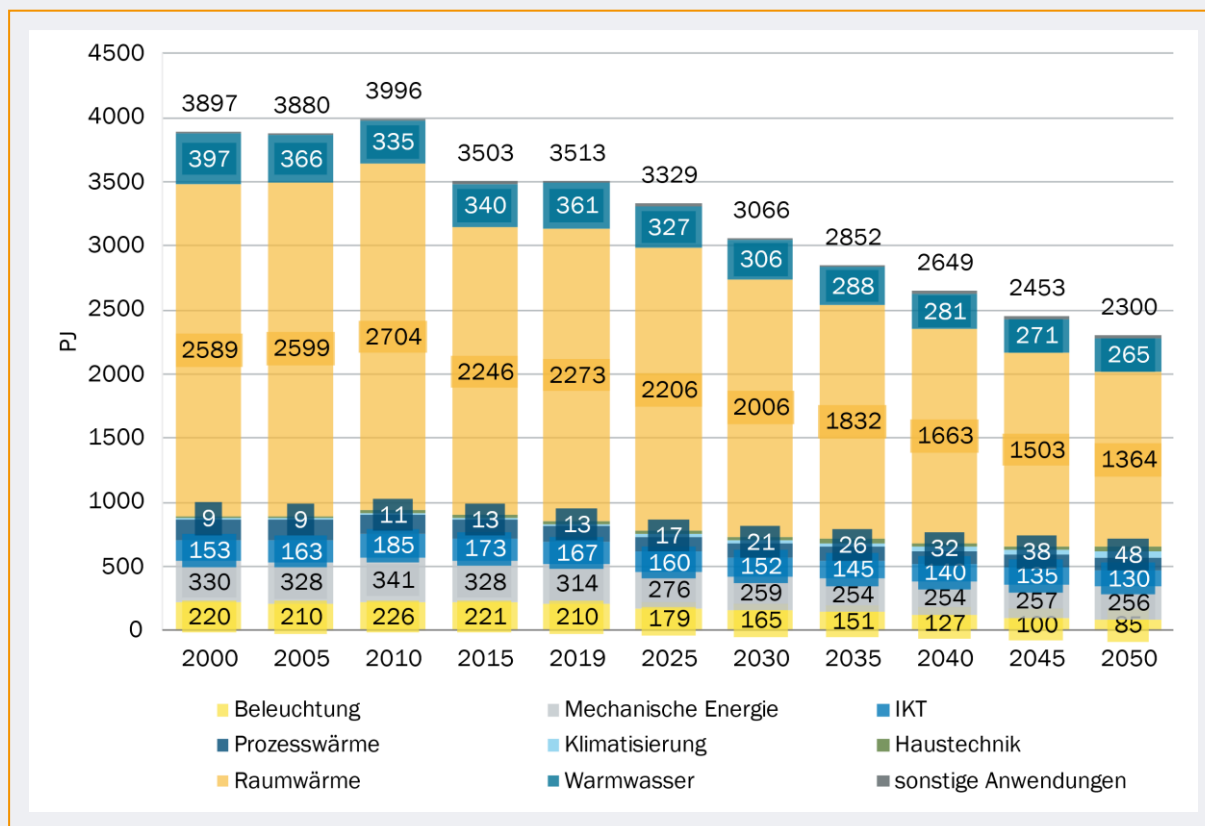


Abbildung 5 Entwicklung des EEVs im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken bis 2050 im Roadmap-Szenario in PJ/a

Entwicklung THG im Sektor (Roadmap-Szenario)

Abbildung 6 zeigt die Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors im Zeitraum 1990 bis 2045 im Roadmap-Szenario. Der Ausgangswert 1990 lag bei 210 Mio. t CO₂eq. Bis zum Jahr 2019 ging dieser um etwa 42 % auf 121 Mio. t zurück. Der Zielwert des Klimaschutzgesetzes für das Jahr 2030 liegt bei 67 Mio. t; dieser wird im Roadmap-Szenario knapp erreicht.

Diese Einschätzung deckt sich mit den Bewertungen des Expertenrates für Energie- und Klimafragen (EKR). Dieser attestiert dem KSSP einen substanziellen Beitrag zur Minderung der Emissionen im Gebäudesektor. Rechnerisch würde der Gebäudesektor summarisch sein Emissionsziel bis 2030 allerdings nur erreichen, wenn die Ministerien angegebenen Treibhausgasminderungen in vollem Umfang einträfen (EKR 2022).

Bis zum Jahr 2045 verringern sich die Treibhausgasemissionen im Roadmap-Szenario auf nahezu null; die Klimaneutralität wird erreicht.

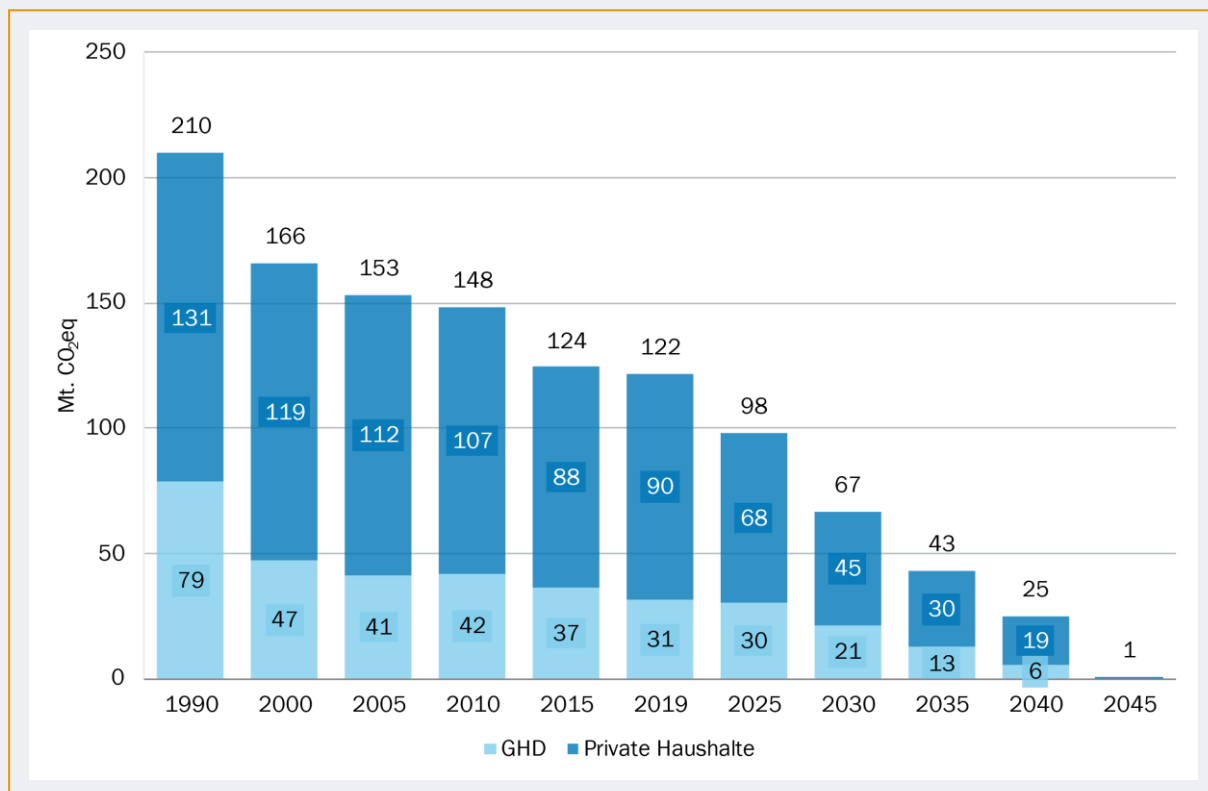


Abbildung 6 Entwicklung der direkten Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor bis 2045 im Roadmap-Szenario in Mio. t CO₂eq/a

4.2.4 Was sind die besonderen Herausforderungen?

Aufgrund der langen Investitionszyklen von bis zu 40 Jahren und mehr, bei Nichtwohngebäuden teilweise kürzer, und der sehr heterogenen Gebäude- und Akteursstruktur sind schnelle Einsparungen durch punktuelle Nachsteuerung des Maßnahmenportfolios im Gebäudesektor kaum zu erwarten. Eine bislang nicht ausreichende Erschließung von Energieeffizienzpotentialen bei Sanierung und Neubau lässt sich bis 2030 kaum mehr aufholen und wird aus heutiger Sicht noch im Jahr 2050 für zu hohe Endenergieverbräuche sorgen.

Auswertungen zum Sanierungsverhalten zeigen, dass im Gebäudesektor viele Chancen für Energieeffizienz bis heute nicht genutzt werden (IWU 2018 und IWU 2021). So wird bei der Erneuerung einer Fassade (bestehenden Putz ersetzen oder Wand mit neuer Verkleidung versehen) im Wohngebäudesektor nur in zwei von drei Fällen eine Wärmedämmung durchgeführt. Werden auch Arbeiten wie Reparatur (ohne Ersatz) und Streichen mitgezählt, so findet nur bei jeder dritten (Wohngebäude-) bzw. jeder fünften (Nichtwohngebäude-) Maßnahme an der Außenfassade eine nachträgliche Dämmung statt. Diese Gebäude werden mit hoher Wahrscheinlichkeit frühestens in 20 Jahren wieder einer Maßnahme an der Gebäudehülle unterzogen.

Weiterhin gibt es im Gebäudebestand eine große Anzahl von Gebäuden, die eine geringe Energieeffizienz aufweisen. So werden in der Langfristigen Renovierungsstrategie (LTRS) Wohngebäude mit den Effizienzklassen G und H bzw. einem Endenergiebedarf von mehr als 200 kWh/m²/a den Worst Performing Buildings (WPB) zugeordnet. 40 % der Wohnfläche in Einfamilienhäusern und 16 % der Wohnfläche bei Mehrfamilienhäusern entfallen auf diese Zuordnung als WPB. Bei den Nichtwohngebäuden entfällt sogar 54 % der beheizten Nutzfläche auf die Kategorie der WPB.

Werden die Energieeffizienzpotentiale nur suboptimal gehoben, so gefährdet dies die Zielerreichung insgesamt. Zum einen sind die Potentiale erneuerbarer Energien begrenzt und werden auch durch andere Sektoren zunehmend nachgefragt werden. Eine steigende Nachfrage birgt daher hohe Preisrisiken. Weiterhin sind die erfolgreiche Dekarbonisierung von Strom- und Wärmenetzen sowie deren mit der Energiewende kompatible Ausbau keine Selbstläufer. Ein hohes Maß an Energieeffizienz senkt daher Kostenrisiken, stärkt die Robustheit des Energiesystems und sichert die Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele.

Wohnen ist ein Grundbedürfnis. Der Gebäudesektor und ihn adressierende Maßnahmen sind daher vielen gesellschaftlichen Einflüssen und Anforderungen unterworfen. Aufgrund regional steigender Mieten und Wohnkosten ist die Herausforderung einer angemessenen Wohnraumversorgung für alle Bevölkerungsschichten in den Fokus der Politik und der Öffentlichkeit gerückt. Die Sicherung der Bezahlbarkeit des Wohnens, die Schaffung von Investitionsimpulsen für ausreichend neuen Wohnraum sowie die Themen „Bautätigkeit stärken, Baukosten senken und Fachkräfte sichern“ sind für die Wohnraumpolitik daher leitend.

Hier stellt sich die Frage nach den Betrachtungshorizonten. Die kurzfristige Minimierung von Baukosten durch hinter den Möglichkeiten zurückbleibende Investitionen in Energieeffizienz führen langfristig zu höheren Heizkosten und steigern die Preisrisiken der Nutzer von Gebäuden. Mit der Einführung der CO₂-Bepreisung ab 2021 durch das Klimaschutzprogramm wird dies zunehmend spürbar werden und ein Umdenken in der Gewichtung von Investitionen und Betriebskosten von Gebäuden erfordern. Die Schaffung eines für Energieeffizienz förderlichen Rahmens bietet für den Gebäudesektor die Chance, die Kosten des Wohnens trotz anfänglich höherer Investitionen langfristig planbarer zu halten.

4.3 Handlungsfelder der AG Gebäude

Größtes Augenmerk im Bereich Energieeffizienz im Gebäudesektor ist weiterhin auf die Reduktion der Raumwärmenachfrage in bestehenden Gebäuden zu richten. Hierbei sind zwei oben erwähnte Bereiche besonders hervorzuheben, in denen zügig und kosteneffizient hohe Energieeffizienzpotentiale gehoben werden können:

- Große Teile des Gebäudebestandes weisen eine geringe Energieeffizienz auf. Bei diesen Gebäuden sind die Einsparpotentiale besonders groß. Ein Drittel der Wohngebäude zählt zu den Worst Performing Buildings, welche für rund 50 % der Emissionen im Wohngebäudebereich verantwortlich sind.
- Nur bei jeder dritten (Wohngebäude-) bzw. jeder fünften (Nichtwohngebäude-) Maßnahme an der Außenfassade findet eine Dämmung statt. Die stärkere Kopplung von Maßnahmen an der Gebäudehülle mit der gleichzeitigen Installation von Wärmedämmung reduziert langfristig die energiebezogenen Kosten.

Gelingt es, diese beiden Bereiche zügig effektiv zu adressieren, können im Gebäudebestand vergleichsweise schnell größere THG-Reduktionen erreicht werden. Im Rahmen der Arbeit der AG Gebäude haben sich die in Abbildung 7 gezeigten Handlungsfelder für Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudesektor herauskristallisiert.



Abbildung 7 Handlungsfelder für Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudesektor

Energieeffizienz ist nur eine zentrale Säule für den klimaneutralen Gebäudebestand. Zwecks Fokussierung der Diskussion auf signifikante Veränderungen für die Energieeffizienz werden nachfolgend nur die wirkmächtigsten Optionen zur Realisierung einer hohen verbrauchsseitigen Energieeffizienz im Gebäudebestand weiter aufgeführt:

- Bestandsgebäude fit für die Klimaneutralität machen, indem ihre Energieeffizienz durch Wärmedämmung und Optimierung der Anlagentechnik gesteigert wird.
- Den Neubau klimaneutral machen durch hohe Energieeffizienz von Gebäudehülle und Anlagentechnik.
- Gebädeförderung auf Klimaneutralität ausrichten durch Fokussierung auf die großen, aber schwer erschließbaren Potentiale im Gebäudebestand.
- Datenbasis und Vollzug verbessern, z. B. durch Einführung eines Gebäudeenergiekatasters und des Gebäuderessourcenpass.
- Innovationen und Digitalisierung.

Neben der verbrauchsseitigen Energieeffizienz ist eine Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien von essentieller Bedeutung für den Gebäudesektor. Notwendige Politikmaßnahmen im Bereich der Wärmeversorgung wurden parallel im Stakeholder-Dialog „Klimaneutrale Wärme“ diskutiert und stehen daher nicht im Fokus dieses Berichts.

4.3.1 Handlungsfeld 1: Bestandsgebäude fit für die Klimaneutralität machen

In diesem Handlungsfeld wurden folgende relevante Maßnahmen im Prozess identifiziert, die in ihrem jeweils aktuellen Umsetzungsstand beschrieben werden.

Maßnahmen mit hoher Einsparwirkung:

- Minimum Energy Performance Standards (MEPS): Auf EU-Ebene geplant (Entwurf der Energy Performance Buildings Directive, EPBD), Umsetzung steht aus.
- Energieeffizienzanforderungen für Bestandsgebäude verschärfen: Einige Vorschläge zur Anpassung sind im GEG geplant (Fokus: anlagentechnische Energieeffizienz), Anforderungen an Bestandsgebäude und Abschaffung von Ausnahmen sind für die übernächste Novelle geplant.
- Erneuerbare Wärme im Bestand: Anpassung des GEG mit Implementierung der 65 % Erneuerbare Energien (EE)-Regel für 2023 mit Inkrafttreten für 2024 geplant.

Wichtige flankierende Maßnahmen:

- Fördern und Fordern ermöglichen: Teilweise in Förderprogrammen ermöglicht (Förderung von kommunaler Wärmeplanung, EE-Heizungen), Spielräume juristisch untersucht, Grundsatzentscheidung steht aus (Anpassung Bundeshaushaltsordnung, BHO).

4.3.2 Handlungsfeld 2: Den Neubau klimaneutral machen

In diesem Handlungsfeld wurden folgende relevante Maßnahmen im Prozess identifiziert, die in ihrem jeweils aktuellen Umsetzungsstand beschrieben werden.

Maßnahmen mit hoher Energieeinsparwirkung:

- Klimaneutrale Neubauten: Mit der Anpassung des GEG mit der 65 % EE-Regel ab 2024 ist der erste Schritt in Umsetzung. Außerdem flächendeckender Rollout der Wärmepumpe geplant.
- Verschärfung der Mindestanforderung: Verschärfung des Neubaustandards im GEG auf Qp 55 % und und Ht' 100 % ab 2023 (Osterpaket), weitere Verschärfung ab 2025 geplant (Koalitionsvertrag, KoA V).

Weitere wichtige Maßnahmen:

- Lebenszyklusbetrachtung/ graue Energie reduzieren: Adressiert im KoA V (Gebäuderessourcenpass), Umsetzung in Arbeit.
- Energiemonitoring/ Inspektion von Heizungsanlagen und Gebäudeautomation: Umsetzung Artikel 14 und 15 der EPBD in Deutschland steht aus.
- Flächensparender Neubau: Aktuell durch Kostensteigerung getrieben, politisch nicht adressiert.

4.3.3 Handlungsfeld 3: Gebädeförderung auf Klimaneutralität ausrichten

In diesem Handlungsfeld wurden folgende relevante Maßnahmen im Prozess identifiziert, die in ihrem jeweils aktuellen Umsetzungsstand beschrieben werden.

Maßnahmen mit hoher Einsparwirkung:

- Fokussierung der Förderung auf Klimaneutralität (erneuerbare Energie und hohe Energieeffizienz): Im BEG-Förderprogramm wird der Fokus verstärkt auf Sanierungen gelegt, es wird nur noch nachhaltiger Neubau gefördert, keine Förderung mehr von fossilen Kesseln und den schlechtesten EH-Stufen, Heizungstauschbonus für Gaskessel. Außerdem flächendeckender Rollout der Wärmepumpe geplant.

Weitere wichtige Maßnahmen:

- Förderung von Worst Performing Buildings (WPB) stärken: Förderbonus für WPB im BEG-Förderprogramm eingeführt (im Rahmen des KSSP).
- Sanierungsplan/-offensive öffentliche Gebäude: Vorbildfunktion öffentliche Hand (im Rahmen des KSSP).
- Förderung EE-Fernwärme (BEW): BEW ist gestartet (im Rahmen des KSSP).
- Klimaschädliche Subventionen einstellen: Umsetzung offen (das betrifft die Klimakomponente im Baukindergeld/ Wohnraumförderung, die Angleichung der Energiesteuern fossiler Brennstoffe und Strom).

4.3.4 Handlungsfeld 4: Datenbasis und Vollzug verbessern & Innovationen und Digitalisierung

In diesem Handlungsfeld wurden folgende relevante Maßnahmen im Prozess identifiziert, die in ihrem jeweils aktuellen Umsetzungsstand beschrieben werden.

Wichtige flankierende Maßnahmen:

- Digitales Gebäudeenergiekataster: Adressiert im KoaV, verschiedene Datenquellen liegen vor, Umsetzung essentiell, aber offen.
- Gebäuderessourcenpass: Adressiert im KoaV, Umsetzung in Arbeit.
- Vollzug stärken: Offen.
- Serielle Sanierung und Vorfertigung stärken: Bundesförderung Serielles Sanieren eingeführt (im Rahmen des KSSP).
- Anlagentechnik - Monitoring und Effizienz im Betrieb: Umsetzung in der EnSimiMaV (Heizungs-TÜV), Ausweitung möglich.

4.3.5 Noch nicht oder teilweise umgesetzte Maßnahmen

Aus dem Vergleich der Maßnahmen mit dem Umsetzungsstand ergeben sich folgende sechs Maßnahmen, die bisher noch nicht oder nur teilweise umgesetzt sind. Dabei erfolgte eine Beschränkung der Auflistung auf die wirkmächtigsten Maßnahmen, die ein hohes Einsparpotential bzw. einen hohen Hebeleffekt auf die anderen Maßnahmen aufweisen. Diese Maßnahmen wurden jeweils bzgl. der notwendigen Komplexität (auf politischer Ebene), des Zeithorizonts und des Einsparpotentials eingeordnet.

Abbildung 8 zeigt die identifizierten Maßnahmen auf einem Zeitstrahl und macht deutlich, welche Maßnahmen zeitnah umgesetzt werden können. Daraus können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Viele der im Rahmen des Roadmap-Prozesses geforderten Maßnahmen wurden schon umgesetzt oder angegangen.
- Einige Maßnahmen sind bereits geplant und können zeitnah umgesetzt werden (das betrifft insbesondere die Effizienz im Betrieb und das Gebäudekataster).
- Maßnahmen mit langfristigem Zeithorizont sollten frühzeitig vorbereitet werden (MEPS, Fördern und Fordern, Vollzug stärken).
- Weitere Handlungsmöglichkeiten bestehen auf der Detailebene (kleine Maßnahmen, schrittweise Umsetzung).
- Effizienzmaßnahmen wirken langfristig und nachhaltig (Reduktion des Endenergieverbrauchs), sind strategisch wichtig und stärken die Unabhängigkeit von Energieimporten.

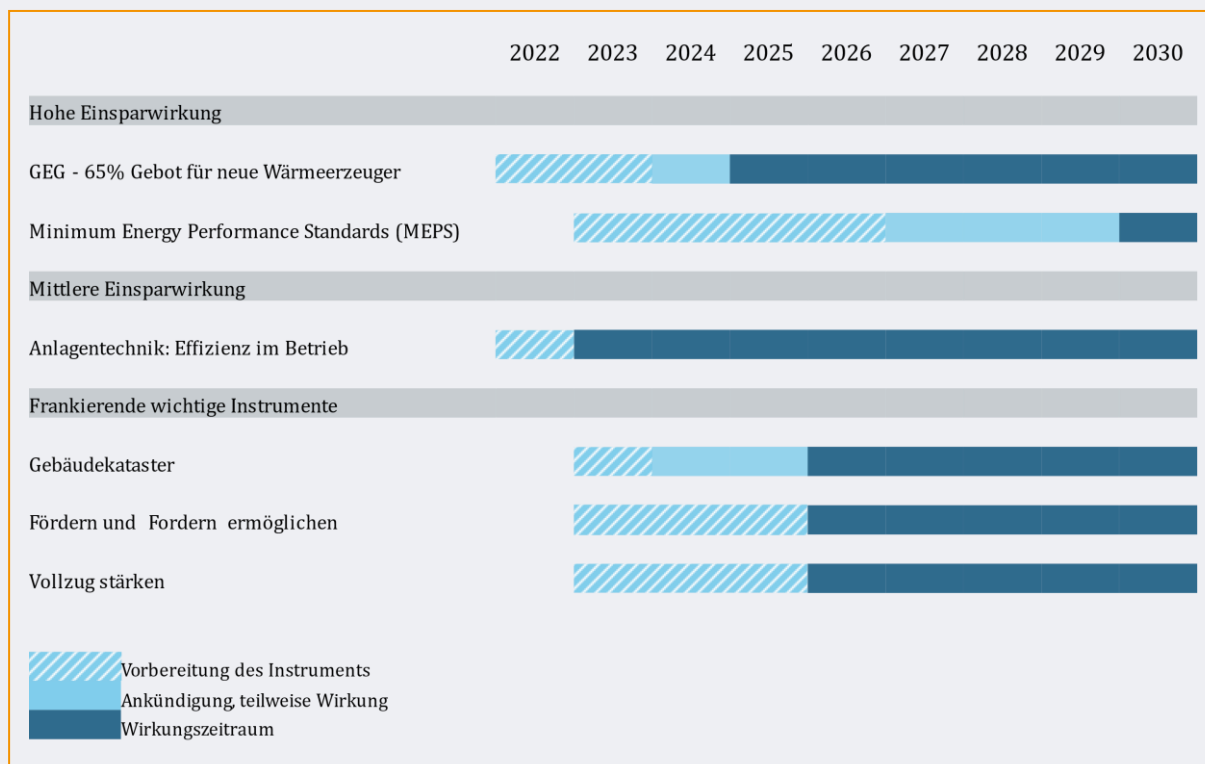


Abbildung 8 Abschätzung der Vorbereitungs- und Wirkungszeiträume zentraler Energieeffizienz- und Klimaschutz-Maßnahmen im Gebäudesektor

Die Darstellung verdeutlicht, dass in einigen Bereichen bereits viel umgesetzt wurde bzw. in verschiedenen Maßnahmenpaketen geplant ist. Insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien ist mit der Einführung der 65 % EE-Regel im Gebäudebestand und dem Rollout der Wärmepumpen ein wichtiger Schritt in Richtung Klimaneutralität gesetzt, welcher bereits ab 2024 greift. Im Bereich der Energieeffizienz von Gebäuden wurden einige Maßnahmen umgesetzt, wie die Fokussierung der Förderung auf Sanierungen von Worst Performing Buildings und der Abschaffung der Förderung von weniger ambitionierten Standards. Daneben führen die aktuellen Rahmenbedingungen, insbesondere die hohen Energiekosten, zu verstärkten Sanierungsaktivitäten. Um die Sanierungsraten schnell und nachhaltig zu erhöhen, ist ein wirkmächtiges Instrument in diesem Bereich notwendig, welches die Einführung von MEPS darstellten. Der derzeit geplante Zeithorizont mit einer Einführung ab 2027 bzw. 2030 greift zwar für den Wirkzeitraum bis 2030 zu spät ist für die Langfristperspektive der Roadmap bis 2045 jedoch dennoch von großer Bedeutung.



5 AG Verkehr



Die im Verkehrskapitel beschriebenen Maßnahmen bestehen zu großem Teil aus bereits in parallelen Prozessen betrachteten Maßnahmen sowie Ergänzungen des wissenschaftlichen Teams. Diese Maßnahmen sind in der vorliegenden Form nicht bzw. nicht vollständig in der Arbeitsgruppe Verkehr des Roadmap-Prozess diskutiert worden. Die beteiligten Ressorts der Bundesregierung machen sich diese Maßnahmen nicht zu eigen.

5.1 Spezifische Vorgehensweise der AG Verkehr

Zur Reduktion der THG-Emissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz im Personen- und Güterverkehr bieten sich verschiedene Handlungsfelder an, in denen z. T. in parallel laufenden Aktivitäten und Beteiligungsprozessen bereits Umsetzungsvorschläge vorliegen (z. B. aus den Arbeitsgruppen der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität, NPM, der vergangenen Legislatur) bzw. weitere Maßnahmen in den derzeit aktiven Kommissionen „Expertenbeirat für Klimaschutz in der Mobilität (EKM)“ und „Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft (ETA)“ erarbeitet werden.

In der NPM wurden in der letzten Legislatur Zukunftsfragen einer nachhaltigen, bezahlbaren und klimafreundlichen Mobilität im Rahmen eines breit angelegten Stakeholder-Prozesses diskutiert. Die AG Verkehr baut auf den Ergebnissen der NPM auf und setzt mit Blick auf die Konkretisierung der in der NPM diskutierten Instrumente den Fokus auf die Energieeffizienz. Als neues Beteiligungsformat begleitet seit Juli 2021 der EKM die Umsetzung eines verkehrsträgerübergreifenden Klimaschutzes und fungiert als Frühwarnsystem für klimapolitische Aufgaben im Verkehrssektor. Zudem hat der Expertenbeirat die Aufgabe, Anregungen zu erarbeiten, wie Instrumente der Digitalisierung für den Klimaschutz im Verkehr zielgerecht eingesetzt werden können sowie die Akzeptanz für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor zu beleuchten. Der EKM setzt sich aus Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zusammen.

5.1.1 Leitfragen

Im Dialogprozess zur Roadmap Energieeffizienz 2045 lag der Fokus der AG Verkehr auf einer zielgerichteten Ergänzung laufender Aktivitäten zu Energieeffizienz- und Klimaschutzinstrumenten und -maßnahmen. Hierfür erfolgte in den Arbeitsgruppen eine vertiefte Maßnahmenentwicklung für Energieeffizienz im Verkehr für drei ausgewählte thematische Schwerpunkte.

- In einem Schwerpunkt wurden zusätzliche Maßnahmen zu energieeffizienteren Antrieben im Straßenverkehr (insb. Pkw, Lkw) erarbeitet – hier liegen mengenmäßig die größten Potentiale zur Energieeinsparung.
- In einem zweiten Schwerpunkt wurden notwendige Weichenstellungen in der Digitalisierung des Verkehrs analysiert, um damit verbundene Potentiale zur Schaffung eines effizienten Verkehrssystems zu nutzen sowie Risiken (bspw. Mehrverkehre durch Rebound-Effekte) zu begrenzen. In diesem Handlungsfeld sind noch wichtige Weichenstellungen notwendig, die langfristigen Einfluss auf Entwicklungspfade der Mobilität der Zukunft haben können.
- In einem dritten Schwerpunkt wurde die Verlagerung des Verkehrs auf energieeffizientere Verkehrsträger und die Verbesserung der Auslastung der Fahrzeuge untersucht.

Für die Arbeit der AG ergaben sich hieraus folgende Fragestellungen:

- Welche zusätzlichen Energieeffizienzsteigerungen im Straßenverkehr können unter Berücksichtigung (fahrzeug)technischer Potentiale, aber auch wirtschaftlicher Aspekte langfristig erreicht werden? Welche Maßnahmen zu angebotsseitiger (Fahrzeughersteller) und nachfrageseitiger (Fahrzeugkäufer) Steuerung entfalten einzeln oder kombiniert die größte Wirkung zur Energieeffizienzsteigerung und THG-Reduktion?
- In welcher Weise wirken Energieeffizienz und Erneuerbare Energien im Verkehr zusammen – etwa mit Blick auf die Gesamteffizienz verschiedener alternativer Antriebe und strombasierter Kraftstoffe über den kompletten Energiebereitstellungspfad sowie auf das Verhältnis der THG-Einsparungen aus Effizienzgewinnen und aus Erneuerbaren?
- Welche Potentiale hat die Digitalisierung für die Optimierung des öffentlichen Verkehrs und die Kapazitätsausweitung des Schienennetzes (Personen- und Güterverkehr)?
- Welcher Rahmen ist notwendig, damit digital gestützte neue Mobilitätsdienstleistungen zu effizienterem Verkehr und der Verlagerung auf intelligent vernetzte Angebote führt?
- Wie können Potentiale der Digitalisierung für die Reduzierung von Verkehr bei gleicher Mobilität realisiert werden – und wie kann vermieden werden, dass Technologien wie autonomes Fahren zu einer Attraktivierung und damit Induzierung von zusätzlichem Verkehr führt? Wie kann die Akzeptanz von effizienteren Verkehrsträgern erhöht werden, so dass eine sinnvolle Verlagerung des Verkehrs umsetzbar erscheint?

5.1.2 Teilnehmende Stakeholder

Die Teilnehmenden für die AG Verkehr wurden mit Fokus auf die zu behandelnden Leitfragen in Abstimmung mit der AG-Leitung ausgewählt. Berücksichtigt wurden dabei Vertreterinnen und Vertreter von Industrieverbänden, Pkw- und Lkw-Herstellern und Zulieferern sowie Logistikunternehmen und aus der Forschung mit Expertise in den Bereichen Energieeffizienzsteigerung, Elektrifizierung und H₂-Antriebe. Zudem nahmen Vertreterinnen und Vertreter von Anbietern neuer Mobilitätsangebote (Sharing und Ridepooling) und Verbänden der Digitalwirtschaft sowie von Beratungsunternehmen zu öffentlicher Mobilität und Sharing-Mobilität am AG-Prozess teil. Ergänzt wurde der Teilnehmendenkreis um Akteure aus Think-Tanks und Umweltverbänden mit dem Schwerpunkt Verkehrswende.

5.2 Bestandsaufnahme der AG Verkehr

5.2.1 Aktuelle Situation: Um was und wieviel geht es? (PEV, EEV, THG)

Aufgrund des pandemiebedingten Rückgangs der Verkehrsleistung konnte das Reduktionsziel für 2020 erreicht werden – der Verbrauch lag 2021 bei 2.354 PJ gegenüber 2.586 PJ im Jahr 2005. Die Tendenz war seit 2009 bis 2019 jedoch gegenläufig; bis dahin stieg der Energieverbrauch auf 2.722 PJ an (UBA 2022).

Bei den Treibhausgasemissionen stagnierte die Entwicklung im Verkehrssektor auf hohem Niveau – noch 2019 lagen die THG-Emissionen mit 164 Mio. t CO₂eq fast unverändert auf dem Niveau von 1990. Auch infolge der Pandemie konnten in den Jahren 2020 und 2021 stärkere Rückgänge erzielt werden. 2020 lagen die Emissionen im Verkehrssektor bei 145 Mio t CO₂eq und 2021 bei 147 Mio. t CO₂ eq. Im Jahr 2022 stiegen die Emissionen auf 147,9 Mio. t CO₂ erneut leicht an. Damit wurde der Zielwert der Jahresemissionsmenge des Verkehrssektors um rund 9 Mio. t CO₂ überschritten.

Treiber für den nach wie vor hohen Energieverbrauch und die hohen THG-Emissionen ist die kontinuierlich gestiegene Verkehrsleistung im Personen- und Güterverkehr, welche die Energieeffizienzgewinne

kompensiert haben. Zukünftige Minderungen des Energieverbrauchs sind grundsätzlich durch Verringerung des Verkehrsaufkommens, durch Verlagerung auf energieeffizientere Verkehrsmittel sowie durch Verbesserungen der spezifischen Energieeffizienz von Fahrzeugen und Verkehrssystem möglich. Für eine THG-Minderung und bis spätestens 2045 vollständige Dekarbonisierung ist zudem ein Wechsel auf alternative Antriebe mit Einsatz erneuerbarer Energien erforderlich.

5.2.2 Wie entwickelt sich der Sektor bis 2030?

Nach dem Projektionsbericht der Bundesregierung aus dem Jahr 2021, der die bis August 2020 beschlossenen Maßnahmen zugrunde legt, bleibt zur Erreichung des Sektorziels für 2030 eine kumulierte Gesamtlücke von 271 Mio. t CO₂eq für den Zeitraum von 2022 bis 2030. Beim Roadmap-Szenario wurde ein ambitionierteres Maßnahmenpaket untersucht. Die Kernergebnisse für den Sektor Verkehr werden in den folgenden Unterkapiteln kurz vorgestellt.

5.2.3 Ergebnisse des Roadmap-Szenarios im Sektor Verkehr

Die im Rahmen des Roadmap-Prozesses von Prognos durchgeführte Modellierung basiert auf Maßnahmen aus einem Entwurf eines Klimaschutz-Sofortprogrammes für den Sektor Verkehr (Stand Mai 2022)⁷. Dieses Programm wurde bislang nicht offiziell veröffentlicht. Weitere politische Maßnahmen, wie einem Bonus-Malus-System für Pkw oder einer verschärften Besteuerung von Dienstwagen, basieren zum einen auf Arbeiten der AG und zum Teil auf dem Szenario „Policy-Mix“ aus dem Projekt „Ziel-pfade Verkehr 2030“ (Prognos, 2022).

Entwicklung EEV nach Energieträgern (Roadmap Szenario)

In ihrer Nachhaltigkeitsstrategie hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, den Endenergieverbrauch des Güter- und Personenverkehrs bis 2030 um 15 % bis 20 % gegenüber 2015 zu reduzieren (Bundesregierung 2021). Der Entwurf des Energieeffizienzgesetzes gibt eine sektorübergreifende Reduzierung des Endenergieverbrauchs um mindestens 26,5 Prozent gegenüber 2008 vor (Deutscher Bundestag 2023).

Im Roadmap-Szenario sinkt der Endenergieverbrauch zwischen 2015 und 2030 um knapp 30 % und damit mehr als um das in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung verankerte Ziel. Der Endenergieverbrauch der fossilen Energieträger im Verkehr geht bis 2045 stark zurück und wird vollständig ersetzt (-44 % bis 2030, -100 % bis 2045). Aufgrund der Elektrifizierung des Straßenverkehrs wird dafür deutlich mehr Strom eingesetzt (+600 % bis 2030, +1.500 % bis 2045). Der Einsatz von strombasierten Energieträgern (PtX) steigt bis zum Jahr 2030 auf 12 PJ und bis zum Jahr 2045 auf 135 PJ.

⁷ Aufbauend auf dem Entwurf eines Klimaschutz-Sofortprogramms (KSSP) 2022 hat die Bundesregierung den Entwurf zu einem Klimaschutzprogramm 2023 abgestimmt, welcher am 04.10.2023 vom Kabinett beschlossen wurde.

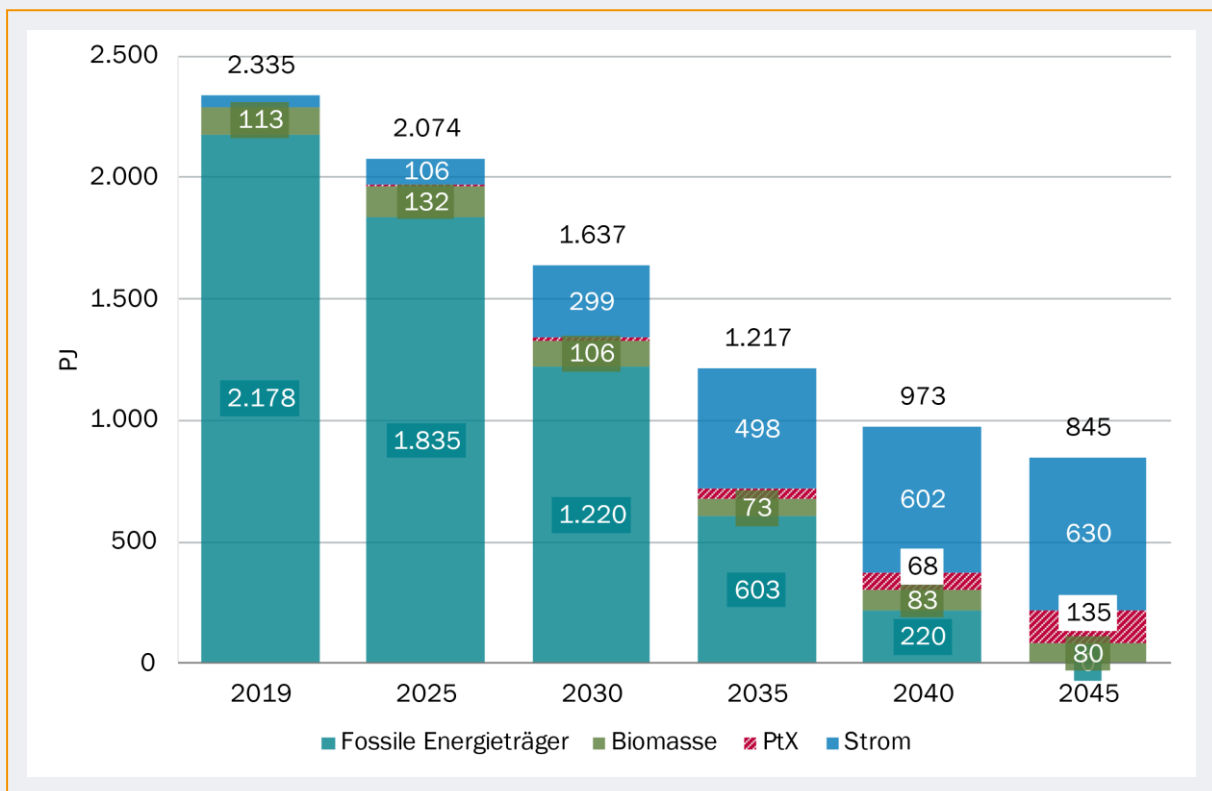


Abbildung 9 Roadmap-Szenario: Verkehrssektor – Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2045 nach Energieträgern im nationalen Verkehr, in PJ.

Der Endenergieverbrauch des internationalen Flug- und Seeverkehrs (etwa 600 PJ) ist in den Abbildungen nicht berücksichtigt. Der größte Teil davon (440 bis 480 PJ) ist auf den Verbrauch von Kerosin zurückzuführen. Bis 2045 wird dieses wie auch beim nationalen Flugverkehr durch PtL-Kerosin ersetzt.

Entwicklung EEV nach Verkehrszweigen (Roadmap Szenario)

Im Sektor Verkehr haben die Pkw den größten Anteil am Endenergieverbrauch. Zusammen mit den motorisierten Zweirädern liegt der Endenergieverbrauch des motorisierten Individualverkehrs im Jahr 2019 bei 1.411 PJ (60 % des nationalen Verkehrs). Durch effizientere Fahrzeugtechnik, den Modal Shift hin zu klimafreundlicheren Verkehrsträgern sowie durch die Antriebswende hin zu elektrisch betriebenen (und damit deutlich effizienteren) Fahrzeugen, sinkt der Endenergieverbrauch beim motorisierten Individualverkehr zwischen 2019 und 2030 um etwa ein Drittel und bis zum Jahr 2045 um etwa zwei Drittel. Die Endenergieeinsparungen bei den Nutzfahrzeugen liegen in ähnlicher Größenordnung. Der Endenergieverbrauch geht im Roadmap-Szenario sowohl im Personenverkehr wie auch im Güterverkehr deutlich zurück (Abbildung 10).

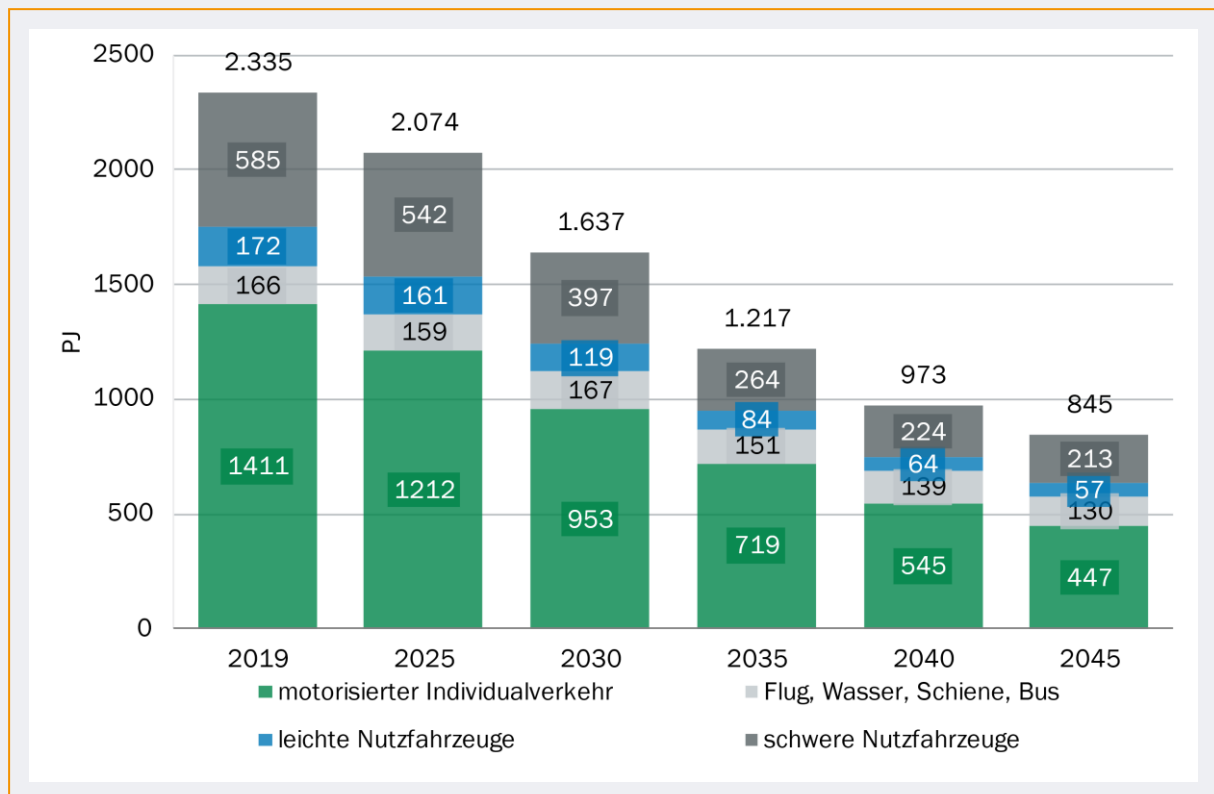


Abbildung 10 Roadmap-Szenario: Verkehrssektor – Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2045 nach Verkehrszweigen im nationalen Verkehr, in PJ.

Entwicklung THG (Roadmap Szenario)

Die THG-Emissionen des Verkehrs nehmen im Roadmap-Szenario deutlich ab, bis 2030 ist ein Rückgang auf 91 Mt. CO₂eq zu verzeichnen. Das sind gut 45 % weniger als im Jahr 2019. Im Jahr 2045 wird der Verkehrssektor gemäß den Berechnungen klimaneutral sein. Noch im Bestand vorhandene Diesel- und Benzin-Fahrzeuge werden dann nicht mehr mit fossilen Energieträgern, sondern mit Biotreibstoffen oder strombasierten Treibstoffen (PtL) betrieben (Abbildung 11).

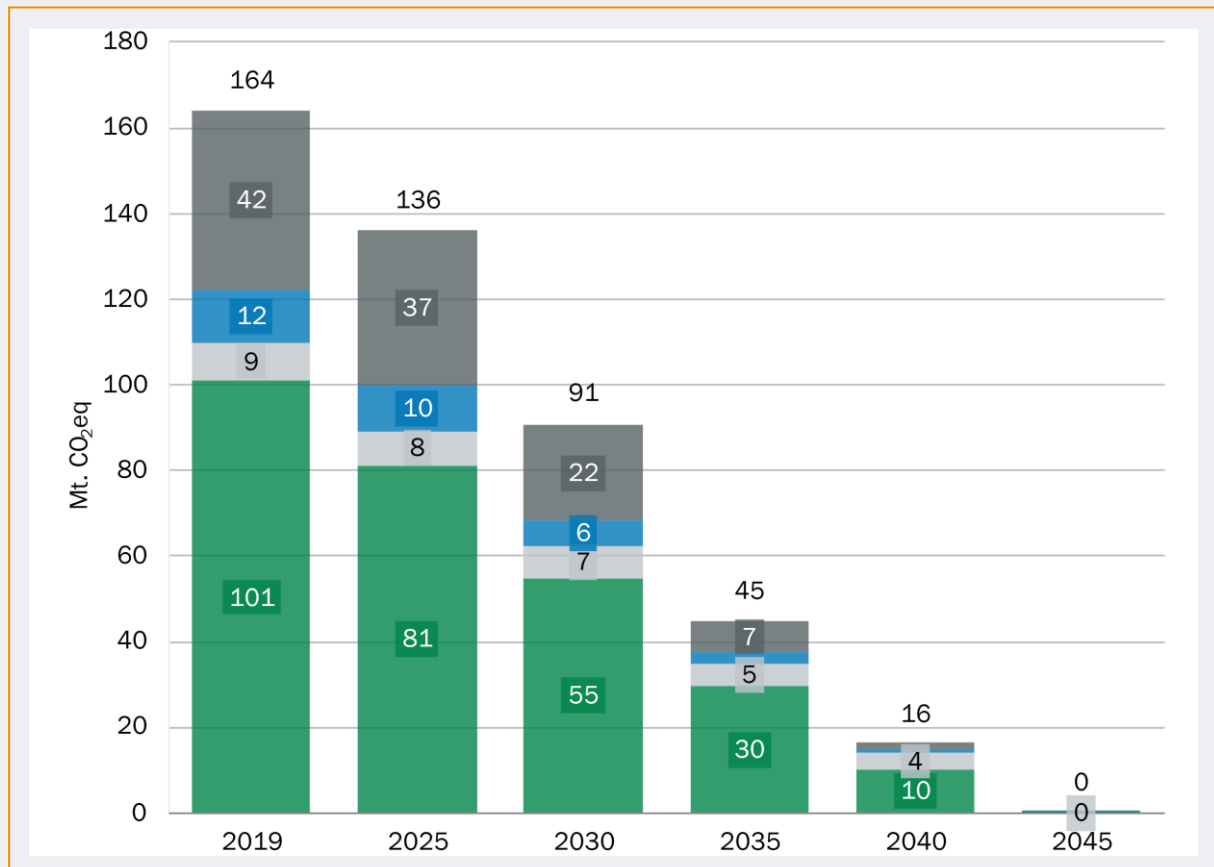


Abbildung 11 Roadmap-Szenario: Verkehrssektor –Entwicklung der THG-Emissionen bis 2045 nach Verkehrszweigen im nationalen Verkehr, in Mio. t CO₂eq.

5.2.4 Was sind die besonderen Herausforderungen?

Die nur langsam sinkenden Energieverbräuche im Verkehr sind stark durch die automobilen Strukturen geprägt, die über Jahrzehnte aufgebaut wurden und in einer pfadabhängigen Entwicklung Stadt- und Raumstrukturen, Wirtschafts- und Handlungsstrukturen sowie Verhaltensmuster und Alltagsroutinen geprägt haben. Deren Transformation ist mit großen Anstrengungen verbunden, die räumlich und zeitlich koordiniert ineinandergreifen müssen, um Friktionen zu minimieren. Daher bestehen große Herausforderungen darin, die Energieeffizienz zu steigern und THG-Emissionen zu reduzieren, ohne Mobilität einzuschränken: Im Verkehr sind dabei die spezifischen Kosten der Energie- und THG-Einsparung vergleichsweise hoch, weiterhin sind Auswirkungen auf die Automobilindustrie zu beachten und die Akzeptanz für Verhaltensänderungen ist nicht einfach herzustellen.

Zudem besteht eine Herausforderung darin, dass der zur Erreichung der Klimaziele notwendige, steile Reduktionspfad für die fossilen Kraftstoffverbräuche und damit verbundenen THG-Emissionen aufgrund der Trägheit im System (Investitionszyklen, Flottenumschlag, Planungsvorläufe) nur mit Instrumenten erreichbar ist, welche rasch umgesetzt werden können und schnell wirken.

5.3 Handlungsfelder der AG Verkehr

5.3.1 Handlungsfeld 1: Antriebe und Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr

Die hohe Bedeutung einer Steigerung der Energieeffizienz von Pkw wurde bereits ab der ersten Sitzung der AG Verkehr im Herbst 2020 deutlich. Aufgrund begrenzter Potentiale bei Verbrennungsmotoren liegt in diesem Handlungsfeld ein starker Fokus auf der beschleunigten Einführung alternativer, insbesondere elektrischer Antriebe. Dabei muss neben der Energieeffizienz des Antriebsstrangs das Fahrzeug als Ganzes betrachtet werden, um auch weitere Potentiale zur Energieeffizienzsteigerung innerhalb der jeweiligen Antriebe zu adressieren. Im weiteren Dialogprozess wurden die technischen Energieeffizienzpotentiale bei Pkw näher beleuchtet und Ansatzpunkte für Maßnahmen diskutiert. Wichtige Aspekte aus Sicht der Teilnehmenden waren u. a. Fragen wie Technologieoffenheit vs. Planbarkeit, Wirtschaftlichkeit und sinnvolle Zeithorizonte einzelner Technologien. Dabei wurde nochmals die Notwendigkeit unterstrichen, bei Maßnahmen auch einzelne Antriebe differenziert zu betrachten.

Maßnahmen für eine Durchdringung der Fahrzeugflotte mit energieeffizienten Pkw können grundsätzlich sowohl das Marktangebot an energieeffizienten Modellen durch die Fahrzeughersteller adressieren als auch die Nachfrage durch private und gewerbliche Pkw-Käuferinnen und -Käufer. Dabei sind folgende Maßnahmenschwerpunkte hervorzuheben:

Europäische CO₂-Flottenzielwerte und mögliche ergänzende Effizienzregulierungen

Die europäische CO₂-Flottenregulierung für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge war in den vergangenen Jahren ein wesentliches Instrument zur Energieeffizienzsteigerung bei Pkw mit Verbrennungsmotor und zum Markteintritt von Elektrofahrzeugen. Mit der aktuellen Fortschreibung wird insbesondere ein beschleunigter Markthochlauf der Elektromobilität erwartet. Die politische Einigung zwischen EU-Staaten und Parlament (Europäischer Rat 2022) sieht bis 2030 eine CO₂-Emissionsreduktion von 55 % für neue Pkw und von 50 % für leichte Nutzfahrzeuge im Vergleich zu 2021 vor. Bis zum Jahr 2035 sollen die CO₂-Flottenzielwerte auf null sinken⁸.

Die CO₂-Flottenregulierung für Pkw ist grundsätzlich ein Instrument zur CO₂-Reduktion und zielt damit nicht explizit auf eine Steigerung der Energieeffizienz neuer Fahrzeuge ab. Die Zielwerte können sowohl durch Energieeffizienzsteigerungen von verbrennungsmotorischen Pkw als auch durch Steigerung der Anteile von Elektro-Pkw erreicht werden, wobei die seit 2021 gültigen Zielwerte angesichts der technisch begrenzten Verbesserungspotentiale bei Verbrennungsmotoren den schnellen Hochlauf von Null-emissionsfahrzeugen notwendig machen. Höhere Neuzulassungsanteile von Elektrofahrzeugen mindern die Energieeffizienzanforderungen für die verkauften Neufahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Gleichzeitig schaffen die CO₂-Flottenzielwerte keine Anreize zur Verbesserung der Energieeffizienz bei Elektro-Pkw, da sie sich nur auf den direkten CO₂-Ausstoß im Fahrzeugbetrieb beziehen. Die Pkw-Neuzulassungen in den vergangenen Jahren zeigen eine deutliche Zunahme der Fahrzeuggewichte und -abmessungen. Die damit deutlich erhöhten Fahrwiderstände führen bei Elektro-Pkw zu signifikant höheren Strombedarfen und erhöhen somit den Handlungsdruck zur Verringerung der Treibhausgasemissionen

⁸ Im Jahr 2026 soll die Entscheidung erneut überprüft werden können. Dabei soll auch ein Vorschlag erfolgen, inwieweit nach 2035 ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betriebene Pkw mit Verbrennungsmotor in Übereinstimmung mit EU-Recht, außerhalb des Geltungsbereichs der Flottenstandards, neu in die Flotte kommen können.

in der Strombereitstellung. Aus diesem Grund ist eine zusätzliche Regulierung der Energieeffizienz insbesondere von Elektrofahrzeugen eine wichtige ergänzende Maßnahme, die in Betracht gezogen werden sollte und bereits in der Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2019 genannt ist.

Fiskalische Maßnahmen beim Kauf und Betrieb von Pkw

Auf der Nachfrageseite sind insbesondere fiskalische Maßnahmen zentrale Steuerinstrumente für energieeffizientere Pkw.

Im Rahmen des Dialogprozesses wurde eine Reihe fiskalischer Maßnahmen basierend auf Vorschlägen des Wissenschaftsteams diskutiert. Dazu gehörten eine stärkere Ausrichtung der Kfz-Steuer an CO₂-Emissionen und Fahrzeugeffizienz sowie eine Reform der Dienstwagenbesteuerung. Eine CO₂-abhängige Zulassungskomponente in der Kfz-Steuer (Bonus-Malus-Regelung) kann Anreize für die Nachfrage nach energieeffizienten Pkw-Modellen beim Fahrzeugkauf setzen. Verschiedene Maßnahmen können energieeffiziente Pkw-Antriebe in der Nutzungsphase begünstigen (z. B. reduzierte Kosten für Fahrstrom durch reduzierte Stromsteuer) bzw. ineffiziente Pkw verteuern (z. B. Erhöhung der Besteuerung des geldwerten Vorteils bei Dienstwagen für reine Verbrenner-Pkw und Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeug, PHEV). Auch der sektorübergreifende CO₂-Preis führt zu höheren fahrleistungsabhängigen Kosten bei Verbrenner-Pkw mit hohen Verbräuchen gegenüber sparsamen Verbrenner-Pkw oder Elektro-Pkw.

Weitere Maßnahmen

Weitere im Dialogprozess und auch anderweitig diskutierte Maßnahmen können den Antriebswechsel zur Elektromobilität und die Verbesserung der antriebsunabhängigen Fahrzeugeffizienz unterstützen. Mit einer Überarbeitung der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (ENVKV) können sich Pkw-Käuferinnen und -Käufer leichter über energieeffiziente Fahrzeugmodelle informieren, sie kann zudem eine wesentliche Grundlage für weitere effizienzbezogene fiskalische Regelungen oder Regulierungen sein. Für einen ambitionierten Flottenhochlauf von Elektro-Pkw ist neben fahrzeugbezogenen Maßnahmen weiterhin ein deutlicher Ausbau der öffentlichen und privaten Ladeinfrastruktur sowie der dafür notwendigen Leitungsnetze erforderlich. Dazu hat die Bundesregierung im Oktober 2022 den Masterplan Ladeinfrastruktur II mit insgesamt 68 Maßnahmen verabschiedet.

5.3.2 Handlungsfeld 2: Verkehrsverlagerung und -vermeidung im Personenverkehr

Die Verkehrsleistung im Personenverkehr in Deutschland ist in den letzten Jahrzehnten bis zur Corona-Krise auf hohem Niveau weitergewachsen – von 875 Mrd. Personenkilometern (Pkm) 1991 auf 1.170 Mrd. Pkm im Jahr 2019, ein Zuwachs von fast einem Drittel. Im Zuge der pandemiebedingten Einschränkungen ist die Verkehrsleistung auf 926 Mrd. Pkm zurückgegangen, liegt damit aber immer noch über dem Niveau von Anfang der 1990er Jahre (BMDV 2022a). Mehr als drei Viertel der Verkehrsleistung und über 95 % des Energieverbrauchs entfallen auf den motorisierten Individualverkehr, also auf Pkw und motorisierte Zweiräder.

Zur Steigerung der Energieeffizienz ist daher neben der technischen Energieeffizienzverbesserung der Fahrzeuge eine Verlagerung von Verkehr auf energieeffizientere Verkehrsmittel des Umweltverbundes aus Bus und Bahn, Fuß- und Radverkehr in Kombination mit Sharing-Mobilität sowie eine Reduzierung von Verkehr wichtig.

Allerdings steht diese Verkehrsverlagerung und -vermeidung vor vielfältigen Herausforderungen: Die Infrastrukturen für Schienenverkehr und Radverkehr sind teilweise lückenhaft und qualitativ verbesserungsbedürftig, öffentliche Verkehrsangebote sowie Sharing-Angebote bieten häufig nur in großen Städten räumlich und zeitlich attraktive Alternativen zur Nutzung des privaten Pkw. Preise, Subventionen, Steuern und Abgaben setzen Anreize zur Autonutzung, und Raum- und Zeitstrukturen sowie Mobilitätskultur tragen zur Festigung autozentrierter Mobilitätsroutinen bei.

Auch eine Reduzierung der Verkehrsleistung durch die Vermeidung von Wegen und die Reduzierung der Wegelänge ist ein relevanter Faktor zur Senkung des Energiebedarfs. Hierbei besteht die Herausforderung darin, die gleiche Befriedigung von Mobilitätsbedarfen bei reduzierter Verkehrsleistung zu ermöglichen. Dazu kann virtuelle Mobilität durch Remote-Work ebenso beitragen wie eine dichte und nutzungsgemischte Stadt- und Raumentwicklung.

Zur Förderung der Verkehrsverlagerung und -vermeidung sind aufeinander abgestimmte Push- und Pull-Maßnahmen notwendig, die bei Berücksichtigung unterschiedlich verteilter Mobilitätschancen sozial ausgeglichene Anreize zur Reduzierung von Verkehr und zur Verlagerung auf den Umweltverbund setzen.

Stärkung des öffentlichen Nahverkehrs durch Verbesserung von Angebot und Infrastruktur

Maßgeblicher Treiber für eine Verkehrsverlagerung sind flächendeckend verfügbare, schnelle und zuverlässige Angebote des öffentlichen Nahverkehrs.

Im Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) ist die Bedienqualität hinsichtlich Takt, Entfernung von der nächstgelegenen Haltestelle, Umsteigeverbindungen und Gesamtreisezeit insbesondere in nachfrageschwachen Regionen und Zeiten häufig nicht ausreichend, um die Nutzung attraktiv zu machen. In stärker verdichteten Städten und Regionen gelangt der Nahverkehr dagegen an seine Kapazitätsgrenzen und kämpft mit Überfüllung und Verspätungen.

Zur Förderung des ÖPNV hat der Bund die Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG)-Mittel ab 2021 auf 1 Mrd. € jährlich, ab 2025 auf 2 Mrd. € erhöht. Um den Ausbau von Schienenpersonennahverkehr SPNV-Angeboten zu fördern, hat der Bund aktuell die Aufstockung von Regionalisierungsmitteln beschlossen (zusätzlich 1 Mrd. für 2022, rund 17 Mrd. bis 2031). Der Umfang wird jedoch von Sachverständigen weitgehend als zu niedrig eingeschätzt (Bundestag 2022).

Ein geeignetes Instrument wäre eine weitere Erhöhung der Mittel für Investitionen und Betrieb des öffentlichen Nah- und Regionalverkehrs. Verbunden damit sollten verbindliche Angebotsstandards geschaffen werden, um eine flächendeckend hohe Bedienqualität zu erreichen. Zudem kann eine Anpassung der GVFG-Fördermodalitäten durch Senkung von Förderschwellen und/ oder Anpassung der standardisierten Bewertung einen schnellen Ausbau des ÖPNV fördern. Um zeitliche Lücken durch lange Planungs- und Umsetzungszeiträume von Straßen-, Stadt- und S-Bahnausbau zu überbrücken, ist zudem ein Investitionsprogramm für hochwertige Businfrastruktur und Schnellbussysteme sinnvoll.

On-Demand-Ridepooling-Angebote können den ÖPNV dabei ergänzen. Hierdurch kann die ÖPNV-Anbindung in der Fläche deutlich verbessert werden, und damit eine attraktive Alternative zum Pkw auch außerhalb großer Städte geschaffen werden. Zusammen mit weiteren Mobilitätsdienstleistungen (Car-, Bike-Sharing u. a.) kann ein integriertes Mobility-as-a-Service (MaaS)-Angebot eine nahtlose Mobilität ermöglichen.

Die mit der Personenbeförderungsgesetz (PBefG)-Novelle ermöglichten „Linienbedarfsverkehre“ stehen dabei ebenso wie die privat betriebenen gebündelten Bedarfsverkehre vor dem Hemmnis der hohen Kosten, die eine flächenhafte Einführung bislang verhindern. Durch die Integration kommunaler On-Demand-Angebote in eine gestärkte ÖPNV-Finanzierung und die Schaffung eines Rahmens für die Integration von Sharing-Mobilität in den ÖPNV können Anreize für einen weiteren Ausbau gesetzt werden.

Beschleunigter Ausbau des Schienenverkehrs

Für eine Verkehrsverlagerung auf die Schiene ist ein beschleunigter Ausbau von Schienennetzkapazitäten sowie Verkehrsangeboten auf der Schiene notwendig. Hierzu hat die Bundesregierung mit dem Masterplan Schiene bereits 2020 ein ambitioniertes Maßnahmenpaket zum Ausbau des Schienenverkehrs vorgelegt und mit dem Bericht der Beschleunigungskommission Schiene im Dezember 2022 die notwendigen ergänzenden Maßnahmen beschrieben (BMDV 2022b). Neben dem Netzausbau soll die

Digitalisierung der Infrastruktur mittels ETCS (European Train Control System) die Kapazitäten erhöhen – und damit der Elektrifizierungsgrad des Netzes erhöht werden. Zudem soll mit dem Deutschlandtakt ein integrierter Taktfahrplan geschaffen und die Pünktlichkeit erhöht werden. Die im Masterplan gesetzten Ziele sollten zeitlich und inhaltlich weiter konkretisiert und das Ambitionsniveau sollte z. T. erhöht werden, insbesondere die Kapazitätssteigerung durch verstärkten und vorgezogenen Aus-, Neu- und Ersatzbau und die Digitalisierung (basierend auf Ergebnissen der Ad-hoc-Gruppe Schiene der NPM AG1).

Um die Erreichung dieser Ziele zu beschleunigen und ein höheres Ambitionsniveau zu ermöglichen, ist eine weitere Vereinfachung und Beschleunigung von Planungs-, Genehmigungs- und Umsetzungsprozessen notwendig. Die hierzu kürzlich vorgelegten Handlungsempfehlungen der Beschleunigungskommission Schiene umfassen hierfür geeignete Instrumente (BMDV 2022b). Eine Reform der Bundesverkehrswegeplanung sollte bereits im bestehenden Bundesverkehrswegeplan 2030 die für den Ausbau des Schienenverkehrs notwendigen Schienenwege priorisieren und die Investitionen des Bundes im Rahmen des Bedarfsplan Schiene stark erhöhen – auch über die im Eckpunktepapier zum Klimaschutz-Sofortprogramm (Stand Oktober 2022) angekündigte Erhöhung auf 3 Mrd. Euro jährlich hinaus. Eine Priorisierung des Schienenausbaus auch gegenüber dem Straßenausbau könnte zudem zeitnah notwendige personelle Planungs- und Umsetzungskapazitäten freisetzen.

Umgestaltung des Straßenraums und Bepreisung des Parkens

Die Verteilung und Organisation des Straßenraums bevorzugt den Autoverkehr gegenüber den Verkehrsmitteln des Umweltverbundes. Mit der Definition des Parkens als Gemeingebrauch bestehen Hürden bei der Reduzierung von Parkplätzen im Straßenraum und der Bepreisung des Parkraums. Einschränkungen des motorisierten Verkehrs etwa zugunsten von Radinfrastruktur sind mit aufwändigen Begründungen verbunden.

Um eine Verlagerung auf den Umweltverbund zu fördern, sind jedoch sichere Radwegenetze sowie adäquate Abstellmöglichkeiten notwendig. Busspuren und Vorrangschaltungen können den ÖPNV beschleunigen. Um die hierfür nötige Umgestaltung des Straßenraums zu beschleunigen, sind Änderungen in Straßenverkehrsgesetz (StVG), Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) und weiteren Rahmenbedingungen sinnvoll. Hierzu zählt eine StVO-Reform zur Planungsvereinfachung im Umweltverbund. Konkret könnte diesen Planungen Priorität eingeräumt, die Begründungspflichten zur Umgestaltung des Straßenraums reduziert und Mindeststandards für die Errichtung von Radverkehrsanlagen und Fußwegen eingeführt werden. Eine Senkung der innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 50 auf 30 km/h kann durch Reduzierung der Unfallschwere die Sicherheit der Nahmobilität stärken und damit zur Verlagerung beitragen. Neben zusätzlichen Investitionsmitteln kann die Förderung kommunaler Verwaltungen für Radbeauftragte bzw. für die Straßenraumumgestaltung die Umsetzung beschleunigen. Durch eine Neuregelung des Parkens im Straßenraum können mehrere Anreize für eine Verkehrsverlagerung gesetzt werden. Zum einen kann damit öffentlicher Raum frei werden, der für Fuß- und Radinfrastruktur, für Sharing-Mobilität und für das Fahrradparken genutzt wird. Zum anderen wird der private Pkw durch weniger Parkplätze und höhere Preise an Attraktivität abnehmen.

Ein Instrument hierfür ist eine Änderung der straßenrechtlichen Regelung des Parkens als Gemeingebrauch. So könnten kommunale Parkraumbewirtschaftungen auch ohne die Begründung hohen Parkdrucks ermöglicht werden. Nach der bereits erfolgten Abschaffung der Deckelung der Gebühren für das Anwohnerparken ist es den Ländern freigestellt, höhere Gebühren für das Anwohnerparken in Kommunen zuzulassen. Hier wären bundeseinheitliche Mindestgebühren, gestaffelt nach Fahrzeuggröße und -antrieb sowie mit Ausnahmen für Einkommensschwache denkbar, um eine schnelle und flächendeckende Anreizwirkung zu ermöglichen.

Verkehrsvermeidung durch Reduzierung von Wegen

Die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie haben zu erheblichen Rückgängen des Verkehrs geführt – die Verkehrsleistung ist 2020 gegenüber 2019 um 21 % zurückgegangen (BMDV 2022a). Neben tatsächlichen Einschränkungen in der Befriedigung von Mobilitätsbedarfen etwa bei Freizeit- und Urlaubsverkehren haben sich durch die Einführung von Home-Office bzw. mobilem Arbeiten und virtuellen Meetings und Konferenzen Potentiale zur Verkehrsvermeidung gezeigt. Hierbei konnte durch Neuorganisation der Arbeit mittels Online-Arbeitsplattformen vielfach Verkehr eingespart werden, ohne die Qualität der Arbeit zu reduzieren. Eine Weiterentwicklung der nun erprobten virtuellen Arbeitsformen beinhaltet Instrumente wie ein Recht auf Home-Office bzw. mobiles Arbeiten und Anreize für die Schaffung von Infrastrukturen für Remote Work, insbesondere nah am Wohnort gelegener geteilter Arbeitsplätze (Co-Working-Spaces), die mit datensicheren und schnellen Internetverbindungen ausgestattet sind. Ein weiteres Instrument könnte eine Verkehrserzeugungsabgabe sein, die Anreize nicht nur zur Reduzierung von Wegen, sondern auch für kürzere Wege durch andere Standortwahl bietet.

5.3.3 Handlungsfeld 3: Antriebe und Fahrzeugeffizienz im Güterverkehr

Der Lkw-Verkehr erzeugt heute einen Anteil von 38 % der direkten Treibhausgasemissionen des Gesamtverkehrs in Deutschland. Für die kommenden Jahre wird ein weiteres erhebliches Wachstum des Güterverkehrs in Deutschland erwartet, der auch im Falle größerer Verkehrsverlagerungen weiterhin zu großen Teilen durch Lkw erfolgen wird. Dementsprechend kommt einer Steigerung der Energieeffizienz und Senkung der CO₂-Emissionen von Lkw erhebliche Bedeutung zu. Technische Ansatzpunkte, die auch im Dialogprozess genannt wurden, sind primär Energieeffizienzsteigerungen durch einen Antriebswechsel (v. a. Elektrifizierung) in allen Lkw-Größenklassen, ergänzt durch weitere Verringerungen der Fahrwiderstände (Luft-, Rollwiderstand) an der Zugmaschine ebenso wie bei Sattelaufliegern und energiesparende Nebenverbraucher. Hinweise im Dialogprozess auf hohe Leerfahrtenanteile, fahrzeugseitige Geschwindigkeitsbegrenzer oder Fahrassistenzsysteme weisen jenseits der technischen Ansatzpunkte auch auf mögliche Energieeffizienzsteigerungen bei den Betriebsmustern von Lkw hin. Maßnahmenansätze umfassen ähnlich wie bei Pkw insbesondere Regulierungen bei der Fahrzeugzulassung sowie fiskalische Maßnahmen. Für einen schnellen Antriebswechsel sind auch die infrastrukturellen Rahmenbedingungen (Ladeinfrastruktur, Oberleitungen, H₂-Tankstellen) wichtige Voraussetzungen.

Europäische CO₂-Flottenregulierung für schwere Nutzfahrzeuge

Mit der derzeitigen CO₂-Flottenregulierung für schwere Nutzfahrzeuge in der EU (EU 2019/1242) sollen die spezifischen CO₂-Emissionen neuer Fahrzeuge in der EU bis 2030 im Mittel um 30 % gegenüber 2019 sinken. Bisher schließt die Regulierung nur Lkw oder Sattelzugmaschinen mit drei oder zwei Achsen ab 16 Tonnen Gesamtgewicht ein und dabei nur Fahrzeugtechnologien am Basisfahrzeug. Lokal emissionsfreie Fahrzeuge werden zur Erreichung der herstellereinspezifischen CO₂-Zielwerte mit Nullemissionen angerechnet (bis 2024 Mehrfachanrechnung möglich). Damit wird derzeit etwa ein Drittel der CO₂-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge in der EU nicht adressiert (UBA 2021a), ebenso bestehen keine Anreize für Energieeffizienzverbesserungen bei Aufbauten und Aufliegern. Auch für Energieeffizienzsteigerungen bei alternativen Antrieben schafft diese Regulierung keine Anreize.

Aktuell erfolgt durch die EU-Kommission eine Überarbeitung und Fortschreibung der CO₂-Flottenregulierung. Neben einer Überprüfung des Minderungsziels für 2030 und möglicher Ziele für spätere Jahre unter verstärkter Berücksichtigung der zukünftigen Rolle alternativer emissionsfreier Antriebe wird auch der Einbezug weiterer Fahrzeuggruppen sowie von Aufliegern/ Anhängern geprüft. Ein ausgesprochen hohes Potential von bis zu 30 % zur Energieeffizienzsteigerung von Nutzfahrzeugen bietet die Verbesserung der Aerodynamik dieser Fahrzeuge. Angesichts der zunehmenden Marktverfügbarkeit von Elektro-Lkw in allen Größenklassen und absehbarer Wirtschaftlichkeit ggü. Diesel-Lkw in vielen Einsatzzwecken (Agora Verkehrswende 2022, ifeu 2022) ist eine deutliche Steigerung der Flottenziele möglich. Verschiedene Verbände ebenso wie Industrieunternehmen streben an, dass ab 2035 nur noch emissionsfreie Lkw

neu zugelassen werden (T&E 2022, Handelsblatt 2022). Werden durch eine ergänzende Regulierung Auflieger zukünftig stärker energieeffizienzoptimiert (z. B. im ersten Schritt mit einer standardisierten Energieeffizienz-Kennzeichnung), erhöht deren Einsatz auch die Reichweite und somit die Praxistauglichkeit von batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Lkw im Fernverkehr.

Fiskalische Maßnahmen

Eine zentrale fiskalische Maßnahme im Güterverkehr ist die Weiterentwicklung der Lkw-Maut. Mit einer CO₂-abhängigen Differenzierung der Gebührensätze werden starke finanzielle Anreize an Lkw-Betreiber zum Einsatz effizienterer Diesel-Lkw und zum Antriebswechsel auf Elektro-Lkw gesetzt. Durch die zukünftige Erweiterung auf alle Größenklassen ab 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht wird auch bei kleineren Lkw-Klassen der Antriebswechsel zur Elektromobilität zusätzlich angereizt.

Bereits seit mehreren Jahren gibt es Förderprogramme für die Beschaffung von Lkw mit alternativen Antrieben sowie für die Errichtung der notwendigen Ladeinfrastruktur. Diese Förderung wurde mit Einrichtung des KsNI-Programms im Jahr 2021 noch einmal deutlich erhöht (BMWK 2022), es werden nunmehr 80 % der Investitionsmehrkosten elektrisch angetriebener Lkw gegenüber vergleichbaren Dieselfahrzeugen sowie 80 % der Kosten für benötigte Ladeinfrastruktur vom Staat übernommen. Ebenso werden Energieeffizienzmaßnahmen an Aufliegern durch das Flottenerneuerungsprogramm (ENF) gefördert. Eine zeitlich begrenzte Fortführung dieser Förderprogramme kann den Markthochlauf von Elektro-Lkw und die Verbreitung energieeffizienterer Auflieger und Anhänger unterstützen - in der kostensensiblen Logistikbranche ist dies von besonderer Bedeutung. Durch Förderung von einzelnen Komponenten wird auch eine Nachrüstung von Energieeffizienztechnologien bei Aufliegern im Bestand gefördert.

Einige Stakeholder im Dialogprozess halten das aus dem stationären Bereich bekannte Energie-Contracting für auf den Lkw-Bereich übertragbar. Ein Contractor (z. B. ein Investor oder eine Bank) plant, finanziert und setzt technische Energiesparmaßnahmen um. Die dadurch beim Lkw-Betreiber erzielten Kosteneinsparungen in der Fahrzeugnutzung gehen teilweise zur Refinanzierung bzw. als Rendite der Investition an den Contractor. Ist die Einsparmaßnahme abbezahlt, kann der Betreiber die Einsparungstechnologie weiter nutzen. Damit werden die Anschaffungskosten für Energieeffizienztechnologien für den Lkw-Betreiber gesenkt und das Risiko einer geringer ausfallenden Kosteneinsparung zwischen Betreiber und Contractor aufgeteilt. Besonders kleine und mittelständische Lkw-Betreiber könnten von einem Spritspar-Contracting profitieren.

Ladeinfrastruktur für Lkw mit alternativen Antrieben

Für die Energieversorgung von Elektro-Lkw ist ein flächendeckendes Netz an Lademöglichkeiten erforderlich. Wasserstoff-Lkw benötigen ausreichend Wasserstofftankstellen. Den Aufbau eines Infrastruktur-Grundnetzes für Elektro- und Wasserstoff-Lkw im öffentlich zugänglichen Raum sicherzustellen, hat der Bund zugesagt. Das schließt insbesondere die Schaffung von leistungsfähigen Ladeparks entlang der Autobahnen ein, da aufgrund der begrenzten Reichweiten von batterieelektrischen schweren Lkw ausreichend Möglichkeiten zur Zwischenladung im Fernverkehrsnetz gegeben sein müssen. Eine Energieversorgung elektrischer Lkw während der Fahrt via Oberleitung skaliert bei hoher Dichte elektrischer Lkw deutlich besser als eine stationäre Aufladung, v. a. in Bezug auf Kosten, Flächenbedarf entlang der Fernstraßen und die Integration ins Energiesystem. Der planbare Ausbau einer solchen Oberleitungsinfrastruktur seitens des Staates würde es den Fahrzeugherstellern ermöglichen, elektrische Lkw serienreif zu entwickeln, die für die Stromaufnahme aus Oberleitungen ausgerüstet sind. Parallel zum Aufbau des öffentlichen Lade- und Tankstellennetzes wird der Aufbau von betrieblicher Ladeinfrastruktur an Lkw-Depots, Betriebshöfen und Logistik-Hubs durch geeignete Förderprogramme unterstützt. Das Gesamtkonzept Klimafreundliche Nutzfahrzeuge der Bundesregierung strebt technologische Pfadentscheidungen für den Lkw-Fernverkehr um das Jahr 2025 herum an. Um dafür die Grundlage zu schaffen, ist es essentiell, die im September 2021 angekündigten großmaßstäbigen „Innovationscluster“ für verschiedene Antriebstechnologien (BMDV 2021, Electrive 2021) zügig zu realisieren.

Ergänzende Maßnahmen

Einige Stakeholder im Dialogprozess befürworten die Einführung einer CO₂-Pflichtkennzeichnung bei der Neuzulassung von Lkw und Anhängern/ Aufliegern. Sie könne zur Information über spezifische CO₂-Emissionen in der Fahrzeugbeschaffung (direkte Informationswirkung für Lkw-Betreiber) sowie als Grundlage weiterer Regulierungen und Förderungen dienen.

Weiterhin wurde ergänzend auch eine verpflichtende werkseitige Geschwindigkeitsbegrenzung neuer Lkw auf 80 km/h als mögliche Maßnahme genannt, womit aus überhöhten Geschwindigkeiten resultierende Mehrverbräuche reduziert werden könnten.

5.3.4 Handlungsfeld 4: Verkehrsverlagerung im Güterverkehr

Der Güterverkehr in Deutschland wird durch den Lkw dominiert, mit dem 72,3 % der Güterverkehrsleistung abgewickelt werden (2021). Der Anteil des Schienenverkehrs von 18,6 % konnte in den vergangenen Jahren nur minimal gesteigert werden. Die Rolle des Binnenschiffs geht dagegen zurück und liegt bei 6,9 % (BMDV 2022a).

Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, den Anteil des Schienenverkehrs bis 2030 auf 25 % zu erhöhen. Maßgebliche Hemmnisse für eine Verlagerung von Güterverkehren auf die Schiene sind lange Beförderungszeiten aufgrund von Engpässen im Schienennetz, mangelnde Kapazitäten für den Umschlag im kombinierten Verkehr und fehlende Schienennetzanschlüsse sowie zu geringe Preisvorteile des Schienengüterverkehrs.

Ausbau der Infrastruktur und Förderung der Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs

Bereits 2017 hatte das BMVI gemeinsam mit Stakeholdern des Schienengüterverkehrs einen Masterplan Schienengüterverkehr erstellt, um die oben genannten Hemmnisse für die Verlagerung von Güterverkehren auf die Schiene zu adressieren. Die konsequente und zeitnahe Umsetzung dieses Masterplans ist eine zentrale Maßnahme, um die Transportkapazitäten im Schienenverkehr zu erhöhen und dessen Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Lkw-Transport zu steigern, damit auch im Güterverkehr substantielle Verlagerungen von der Straße auf die Schiene erzielt werden können.

Wichtige Bausteine sind beispielsweise die Erhöhung der Netzkapazitäten – sowohl baulich (740m-Netz, Überholgleise) als auch durch Digitalisierung (ETCS, digitale automatische Kupplung) – und flächendeckende Zugangsmöglichkeiten zum Schienentransport, insbesondere auch durch weitere Verbesserungen multimodaler Transportketten (KV-Terminals, Gleisanschlüsse). Die Weiterentwicklung und Fortschreibung der Reduzierung der Trassenpreise ist ein weiteres Handlungsfeld im Masterplan zur Stärkung der intermodalen Wettbewerbsfähigkeit der Schiene – in Kombination mit einer komplementären Steigerung der Lkw-Maut.

Ein Teil der Instrumente wird auch in den Eckpunkten des 2022 diskutierten Klimaschutz-Sofortprogramms (Stand Oktober 2022) erwähnt, allerdings ist zur Erreichung der Verlagerungsziele eine ambitioniertere Ausgestaltung der Maßnahmen notwendig. Zur beschleunigten Umsetzung geeigneter Maßnahmen kann zudem auf den Ergebnissen der Adhoc-Gruppe Schiene der NMP AG 1 (einschließlich Förderung des kombinierten Verkehrs) aufgebaut werden.

5.3.5 Handlungsfeld 5: übergreifende Maßnahmen im Verkehr

Abbau umweltschädlicher Subventionen im Verkehr

Umweltschädliche Subventionen verzerren den Wettbewerb im Verkehr zu Lasten energieeffizienter und klimafreundlicher Verkehrsmittel. Das Umweltbundesamt hat im Verkehrssektor umweltschädliche Subventionen in Höhe von über 28 Mrd. Euro jährlich identifiziert (UBA 2016, FÖS, 2019) und veranschlagt in einer neueren Studie eine ähnliche Größenordnung. Einen Großteil hiervon machen Subventionen des Luftverkehrs aus – durch Energiesteuerbefreiung für Kerosin und die Mehrwertsteuerfreiheit für internationale Flüge. Die Luftverkehrssteuer und der EU-Emissionshandel im Luftverkehr gleichen hiervon nur einen Bruchteil aus. Eine weitere Subvention stellt die Steuervergünstigung für Dieselmotoren dar – Diesel wird je Tonne CO₂ mit 109 € weniger als Benzin besteuert. Die Entfernungspauschale, welche im Klimaschutzprogramm 2030 zum Ausgleich für den CO₂-Preis, welcher ab dem 21. Entfernungskilometer zunächst auf 35 ct/km angehoben wurde, subventioniert Pendelwege und fördert längere Arbeitswege (Bundesregierung 2019). Schließlich subventioniert die Dienstwagenregelung mit der 1 %-Regelung die private Nutzung von Dienstwagen, da sie weniger als 40 % des tatsächlichen Vorteils ausgleicht.

Durch den Abbau dieser Subventionen können Anreize zur Energieeinsparung und CO₂-Reduktion gesetzt werden. Dies kann auf EU-Ebene unter anderem durch den Einsatz für eine EU-weite Besteuerung von Kerosin sowie für eine EU-weite Regelung zur Erhebung von Mehrwertsteuer auf internationale Flüge erfolgen. Auf Bundesebene wäre alternativ eine Anhebung der Luftverkehrssteuer möglich. Weitere geeignete Instrumente auf Bundesebene sind die Anhebung der Energiesteuer für Dieselmotoren auf das Steuerniveau für Benzin, eine Abschaffung der Entfernungspauschale oder deren Einschränkung auf Pendeln mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem Fahrrad sowie eine Reform der Dienstwagenbesteuerung.

6 AG Digitalisierung



6.1 Spezifische Vorgehensweise der AG Digitalisierung

Die Digitalisierung muss als wichtiger Unterstützer der Energiewende verstanden werden, indem sie Energieeinsparungen z. B. in den Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr ermöglicht. Gleichzeitig werden vermehrt Studien veröffentlicht, in denen die IT selbst als ein bedeutender Energieverbraucher beschrieben und zukünftig durch neue Anwendungen z. T. steigende Energieverbräuche erwartet werden. Die AG Digitalisierung hatte zum Ziel, dazu beizutragen, dass die Digitalisierung ihrem Anspruch „Enabler der Energiewende“ zu sein, gerecht wird. Die AG hat hierzu zwei Schwerpunktthemen verfolgt:

- 1) Zum einen wurden konkrete Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung in den Sektoren Industrie und Gebäude unter Anwendung digitaler Technologien entwickelt.
- 2) Zum anderen wurde untersucht, wie die bestehenden und perspektivisch weiter steigenden Energieverbräuche der IT im Sinne von GreenIT begrenzt werden können.

6.1.1 Leitfragen

Wie kann die Digitalisierung in den Sektoren Gebäude und Industrie so ausgerichtet werden, dass sie die Erreichung der übergeordneten Energie- und Klimaziele ermöglicht und gleichzeitig die IT-eigenen Umweltwirkungen im Sinne von GreenIT so minimiert werden, dass die Einsparwirkungen in den Sektoren potentielle Mehrverbräuche der IT kompensieren?

Ziel des Prozesses war dementsprechend die Entwicklung eines Maßnahmenpakets, um Digitalisierung (in den Sektoren Gebäude und Industrie) und GreenIT so zu gestalten, dass sie der Erreichung der Energie- und Klimaziele dienen. Darüber hinaus sollte eine Bewertung der Nettoeffekte der Digitalisierung vorgenommen und ein Entwicklungspfad der Energieverbräuche der IT bis 2030 beschrieben werden.

6.1.2 Teilnehmende Stakeholder

An der AG Digitalisierung nahmen Vertreterinnen und Vertreter der Bundesressorts (insb. BMWK), der Bundesämter (UBA, BSI), des wissenschaftlichen Beirats, der Wissenschaft sowie von Verbänden, insbesondere aus der Digitalwirtschaft, teil. Zudem konnten Vertreterinnen und Vertreter u. a. von Unternehmensverbänden, der dena sowie von Forschungseinrichtungen und Universitäten gewonnen werden, um die im Kreis der Teilnehmenden vorhandene Expertise durch Impulsvorträge in den AG Sitzungen zu ergänzen.

6.2 Bestandsaufnahme der AG Digitalisierung

6.2.1 Die Rolle der Digitalisierung für die Energiewende

Die breite Digitalisierung in allen Sektoren sollte als Beschleuniger und Enabler für die Energiewende wahrgenommen werden, indem sie die erforderliche Transformation in Richtung einer treibhausgasneutralen Wirtschaft beschleunigt und die Erschließung komplett neuer Geschäftsfelder ermöglicht. Hierbei spielen sowohl durch Digitalisierungsprozesse ermöglichte Energieeffizienzgewinne in anderen Bereichen als auch direkte Energieeffizienzsteigerungen bei der Digitalisierung selbst eine zentrale Rolle. Die Vorteile z. B. von Datenerfassung und -nutzung oder auch der Virtualisierung zur besseren Optimierung der Energieverbraucher (Verkehr, Gebäude, Industrie etc.) auf individueller aber auch auf sektorübergreifender Basis sind essentiell.

Energieeffizienz durch Digitalisierung

Die Digitalisierung kann einen erheblichen Beitrag zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz in allen Sektoren leisten. So können KI und digitale Zwillinge für Gebäude, Industrie und KMU dazu beitragen, Produktionsprozesse zu optimieren und Anlagen passgenau auf die Anforderungen zuzuschneiden, um unnötige Überkapazitäten und Ausschussmengen zu reduzieren. Der Mehrwert dieser digitalen Lösungen besteht insbesondere auch in der Möglichkeit der Vernetzung verschiedener Prozesse, die bislang nur jeweils individuell optimiert werden konnten. So kann die KI-basierte Optimierung etwa auch in komplexen Versorgungsnetzen (beispielsweise Wärmenetzen) einen zentralen Beitrag leisten, sowohl zur Flexibilisierung des Systems als auch zur Reduktion von Unsicherheiten und Verbesserung der Versorgungssicherheit. Derzeit belegt Deutschland im Index für digitale Wirtschaft und Gesellschaft (Digital Economy and Society Index - DESI) im europäischen Vergleich mit Platz 13 nur einen Rang im Mittelfeld (European Commission, 2022). Um dem Anspruch einer nachhaltigen, digitalen Umgestaltung insbesondere der Sektoren Industrie und Gebäude gerecht zu werden, sind daher erhebliche zusätzliche Anstrengungen notwendig.

Energieeffizienz der Digitalisierung

Die für die Digitalisierung notwendige Infrastruktur muss prinzipiell selbst so ausgestaltet sein, dass sie möglichst energieeffizient ist, um somit die zusätzlichen Energieverbräuche, die durch Digitalisierung entstehen, zu minimieren. Der absolute Energiebedarf der Digitalisierung setzt sich dabei im Wesentlichen aus dem Energiebedarf der drei Bereiche Rechenzentren, Datenübertragung und Endgeräte zusammen (Kamiya, 2020). In allen drei Bereichen gab es in den vergangenen Jahren große Veränderungen bezüglich der verarbeiteten Datenmenge, des Energiebedarfs, der Energieintensität und den damit zusammenhängenden THG-Emissionen (Hintemann & Hinterholzer, 2020). Aufgrund der bisher eingeschränkten Datenlage hinsichtlich Infrastruktur und Prozessen der Digitalisierung sind die Größenordnungen, Veränderungen und vor allem die Prognosen für die weitere Entwicklung von teils großen Unsicherheiten geprägt und die Korridore möglicher Entwicklungspfade dementsprechend breit gefächert (Hintemann & Hinterholzer, 2020; Bitkom, 2020). Im Trendszenario von Hintemann & Hinterholzer (2020) wird etwa für den Energiebedarf von europäischen Rechenzentren ein moderater Anstieg von 87 TWh im Jahr 2020 auf 98 TWh im Jahr 2030 prognostiziert. Der Energiebedarf in den drei genannten Bereichen der Digitalisierung wird neben der Energieeffizienz der Hardware und Datenübertragung zudem insbesondere auch durch die Energieeffizienz der Software und der KI-Trainingsprozesse bestimmt. Hierbei wirkt sich die Komplexität der Modelle, der Bedarf an enormen Datenmengen und die Vielfalt der Modellauswahl deutlich auf den Energiebedarf der KI aus.

6.2.2 Was sind die besonderen Herausforderungen?

Damit die Digitalisierung ihrer Rolle als Enabler der Energiewende bestmöglich gerecht werden kann, gilt es, die folgenden Aspekte in den zwei oben aufgeführten Bereichen, „Energieeffizienz durch Digitalisierung“ und „Energieeffizienz der Digitalisierung“, zu adressieren:

- 1) Die Herausforderung, wie digitale Technologien und Anwendungen dazu beitragen können, die Energieeffizienz insbesondere in den Sektoren Industrie und Gebäude substantiell zu steigern. Hierzu gehört auch die Frage, wie sich bestehende digitale Energieeffizienzlösungen im Markt etablieren lassen.
- 2) Die Herausforderung, wie bestehende und perspektivisch weiter steigende Energieverbräuche der IT im Sinne einer GreenIT begrenzt werden können.

Digitale Anwendungen und Technologien können einen großen Mehrwert für die Steigerung der Energieeffizienz insbesondere in den Sektoren Gebäude und Industrie liefern. Sowohl die Anwendungen selbst als auch insbesondere deren Entwicklung sind auf eine solide, transparente und möglichst standardisierte Datenbasis angewiesen. Erst eine breite Datenbasis ermöglicht es beispielsweise KI-Anwendungen, optimal zu trainieren und so neue Geschäftsmodelle zu entwickeln und konkrete Mehrwerte zu bieten. Derzeit ist die freie Verfügbarkeit entsprechend geeigneter Daten noch sehr eingeschränkt, was die Ausgestaltung und Etablierung neuer digitaler Geschäftsmodelle erschwert. Hinzu kommt, dass oftmals selbst den Entscheiderinnen und Entscheidern wichtige Daten für ihre eigenen Verhaltens-, Optimierungs- oder Investitionsentscheidungen nicht zur Verfügung stehen, was zügige Energieeffizienzfortschritte in vielen Bereichen ebenfalls verzögert. Aus dieser Herausforderung leitet sich das erste Handlungsfeld ab: → **Handlungsfeld 1: Datengrundlagen schaffen sowie Transparenz und Standardisierung in der Datennutzung erhöhen.**

Eigens für spezifische Anwendungsfälle erfasste Daten stellen in der heutigen Zeit einen extremen Mehrwert für Unternehmen dar. Derzeit bestehen jedoch wenige bis gar keine Anreize, z. B. die eigenen Daten mit anderen Unternehmen zu teilen. Doch selbst, wenn ein grundsätzliches Interesse an der gemeinsamen Datennutzung besteht, ist dies aktuell datenschutztechnisch oftmals nur sehr schwer oder gar nicht umsetzbar. Gleichzeitig würde eine breite Datenbasis viele Vorteile für Unternehmen bringen und neue digitale Energieeffizienz-Geschäftsmodelle gerade auch von jungen Unternehmen ermöglichen. Die Herausforderung besteht somit vorrangig darin, den Unternehmen eine gleichermaßen sichere als auch datenschutzkonforme Dateninfrastruktur zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe sie Daten gemeinsam bewirtschaften können, ohne dass hierbei Geschäftsgeheimnisse preisgegeben werden oder Bedenken bezüglich der unrechtmäßigen Nutzung bestehen müssen. Wichtige Grundlagen für die sektorübergreifende Digitalisierung der Energiewende werden im BMWi/BSI-Standardisierungsprozess im Rahmen der Roadmap Standardisierungsstrategie gelegt (relevant für Maßnahme 2 und 3 im Handlungsfeld 1). Das zweite Handlungsfeld ergibt sich aus dieser Herausforderung: → **Handlungsfeld 2: Dateninfrastruktur für Energieeffizienz-Geschäftsmodelle schaffen.**

Die Durchdringung digitaler Technologien und Anwendungen in allen Sektoren führt zu stetig steigenden Datenmengen und damit einhergehender Datenübertragung und -verarbeitung. In den vergangenen Jahren konnten die hierfür notwendigen absoluten Energiebedarfe durch substantielle Energieeffizienzsteigerungen der Hardware, Software, Übertragungsnetze und Infrastruktur in Rechenzentren relativ konstant gehalten werden. Es sind jedoch weitere erhebliche Anstrengungen notwendig, um einen deutlichen Anstieg des Energiebedarfs in den kommenden Jahren zu vermeiden. Hierfür sind sowohl eine vollständige Versorgung der Infrastruktur mit erneuerbaren Energien als auch Energie- und Ressourceneffizienz im gesamten Lebenszyklus erforderlich. Hieraus leitet sich das dritte Handlungsfeld ab: → **Handlungsfeld 3: Energieeffiziente digitale Infrastruktur aufbauen.**

Der bestehende Fachkräftemangel wird durch notwendige Kompetenzen im Bereich der Digitalisierung insbesondere an der Schnittstelle von Systemen weiter verstärkt (beispielsweise an der Schnittstelle zwischen Energietechnik, Handwerk und Informatik). Diese Herausforderung wird im vierten Handlungsfeld adressiert: → **Handlungsfeld 4: Handwerk und Dienstleistungen befähigen.**

Eine weitere Herausforderung besteht darin, die Stärken der deutschen Wirtschaft in der Digitalisierung weiter auszubauen und gleichzeitig die weniger starken Bereiche durch Forschung und Innovation anschlussfähig an den internationalen Wettbewerb zu machen. Neben Forschungsprojekten können hier Pilotvorhaben sowie Innovationsförderung eine zentrale Rolle spielen. Diese werden im fünften Handlungsfeld adressiert: → **Handlungsfeld 5: Energieforschung und Innovation fördern.**

6.3 Handlungsfelder der AG Digitalisierung

6.3.1 Handlungsfeld 1: Datengrundlagen schaffen und Transparenz und Standardisierung in der Datennutzung erhöhen

In diesem Handlungsfeld soll die Erhebung von Daten für digitale und KI-basierte Geschäftsmodelle vor allem in den Sektoren Industrie und Gebäude unterstützt werden. Insbesondere soll durch die vorgeschlagenen Maßnahmen die Datenerhebung und -nutzung standardisiert und transparenter werden. Grundsätzlich können durch die Digitalisierung insbesondere dann Energieeffizienzpotentiale gehoben werden, wenn die erhobenen Daten Entscheidungsgrundlagen konkret verbessern. Hierzu zählen sowohl Verhaltensentscheidungen (beispielsweise das Regulieren der Temperatur in einem Raum oder das Öffnen des Fensters), Optimierungsentscheidungen (beispielsweise die automatisierte Optimierung der Luftqualität) als auch Investitionsentscheidungen (beispielsweise die Investition in ein energieeffizientes Heizsystem basierend auf Empfehlungen automatisierter Datenanalysen). Hierfür ist es erforderlich, dass die Entscheiderinnen und Entscheider die Daten transparent zur Verfügung gestellt bekommen, so dass diese zeitnah und mit geringem Aufwand in die Entscheidungsfindung einfließen können. Dies ist für private Endkundinnen und Endkunden genauso relevant wie für KMUs, Industrieunternehmen und Netzbetreiber. Neben den individuellen Entscheidungen können mit der Erhebung und Verarbeitung dieser Daten dann insbesondere auch Energieeffizienzpotentiale durch Vernetzung gehoben werden. Transparenz kann hierbei einen wichtigen Mehrwert für alle Beteiligten schaffen. Um marktgerechte Lösungen bereitzustellen (von denen alle profitieren können), sind dementsprechend insgesamt mehr, insbesondere aber auch besser standardisierte Daten erforderlich.

Zentrale Herausforderung in diesem Handlungsfeld wird es sein, die Fördermaßnahmen, Anreize und Standards so auszugestalten, dass sich für die Entscheiderinnen und Entscheider durch Transparenz und Standardisierung ein echter Mehrwert ergibt. Diese Herausforderung soll mit einem Paket aus spezifischen Maßnahmen adressiert werden, welche 1) informieren und individuell fördern 2) Anreize zur Digitalisierung setzen und 3) Datenerhebungs- und -verarbeitungsprozesse standardisieren.

6.3.2 Handlungsfeld 2: Dateninfrastruktur für Energieeffizienz-Geschäftsmodelle schaffen

In diesem Handlungsfeld soll die Bereitstellung notwendiger Dateninfrastrukturen unterstützt werden, die neue, digitale Energieeffizienz-Geschäftsmodelle ermöglichen. Die Softwareentwicklung für die Energieeffizienz zu ermöglichen ist dabei auch Teil staatlich zu organisierender Infrastruktur. Hierfür sind gemeinsame, vertrauenswürdige und sichere Dateninfrastrukturen notwendig, die es den Teilnehmenden ermöglichen, Daten bereitzustellen und gemeinsam auszuwerten bzw. zu bewirtschaften (siehe Datenstrategie der Bundesregierung). Neben neuen Potentialen für die Wirtschaft soll die geplante Infrastruktur evidenz- und datenbasierte Entscheidungen in der Politik ermöglichen sowie einen erleichterten Zugriff für die Wissenschaft auf eine zuverlässigere Datengrundlage bieten. Diese Infrastrukturen komplettieren die in Handlungsfeld 1 thematisierte Datenerhebung und ermöglichen die Nutzung der großen Chancen der gemeinsamen Datenbewirtschaftung (insbesondere für KI-basierte Anwendungen) bei gleichzeitiger Minimierung von Sicherheits- und Datenschutzrisiken. Der Aufbau dieser Dateninfrastruktur, insbesondere des Datenraumes „Gebäude und Industrie“, ist stark mit der deutschen und europäischen Datenstrategie verknüpft und als Unterraum des Datenraumes „Energie“ angedacht (Bundesregierung 2021). Auf europäischer Ebene leistet dabei das branchenübergreifende Vorhaben GAIA-X Pionierarbeit in der Gestaltung dezentraler, vertrauenswürdiger, offener und transparenter Dateninfrastrukturen. Hierdurch soll neben einem nutzerfreundlichen System für souveräne Dateninfrastrukturen auch

die vertrauensvolle Basis für ein ganzes Infrastruktur- und Datenökosystem zur Förderung innovativer, datenbasierter Geschäftsmodelle geschaffen werden.

Die zentralen Herausforderungen in diesem Handlungsfeld bestehen zum einen aus der technischen Implementierung dieser Dateninfrastruktur, damit sie den erforderlichen, sehr hohen Standards gerecht wird, um Vertrauenswürdigkeit und Sicherheit zu garantieren. Der Aufbau dieser Infrastruktur ist Teil der branchenübergreifend angelegten Datenstrategie der Bundesregierung. Zum anderen besteht die Herausforderung darin, die Anreize zur Teilnahme so attraktiv zu gestalten, dass in der Praxis tatsächlich eine breite Datenbasis zur Verfügung steht und die potentiellen Mehrwerte für die Teilnehmenden in der Praxis realisiert werden können.

6.3.3 Handlungsfeld 3: Energieeffiziente digitale Infrastruktur aufbauen

In diesem Handlungsfeld sollen der Aufbau und die Förderung energieeffizienter digitaler Infrastruktur adressiert werden. Die Digitalisierung leistet insbesondere dann einen großen Mehrwert für die Energiewende, wenn die digitale Infrastruktur selbst auf höchste Energieeffizienz ausgerichtet ist und die durch neue digitale Infrastrukturen entstehenden Energieverbräuche minimiert werden. Hierzu zählen insbesondere die Rechenzentren aber auch die Datenübertragung und Hardwarekomponenten. Daher adressieren die hier vorgeschlagenen Maßnahmen primär den Energiebedarf in Rechenzentren, die Energieeffizienz von Hardware-Komponenten sowie die Energieeffizienz in der Datenübertragung. Dies ermöglicht eine starke Ausrichtung auf Energieeffizienz in der gesamten Datenverarbeitungskette, unabhängig von der Heterogenität der jeweils laufenden Anwendungen. Diese Maßnahmen fördern insbesondere auch die Stärke der deutschen Wirtschaft in der Entwicklung von hochwertigen Hardwarekomponenten und technologischen Innovationen. Darüber hinaus bietet die Ausrichtung deutscher Rechenzentren auf Energie- und Ressourceneffizienz im gesamten Lebenszyklus perspektivisch eine große Chance in der Profilierung im internationalen Wettbewerb. Eine konkrete Maßnahme, die im Rahmen der AG Digitalisierung entwickelt wurde, befindet sich bereits in der Umsetzung. Mit der Schaffung des Kompetenzzentrums Energieeffizienz durch Digitalisierung in Industrie und Gebäuden (KEDi) in Halle, wurde die organisatorische Grundlage für die konsequente Nachverfolgung der Herausforderungen aus diesem und anderen Handlungsfeldern gelegt.

6.3.4 Handlungsfeld 4: Handwerk und Dienstleistung befähigen

Digitale Tools spielen eine zentrale Rolle für Energieeffizienzsteigerungen unter anderem, indem sie bestehende Engpässe im Handwerk effizient adressieren und reduzieren können (beispielsweise beim seriellen Sanieren). Gleichzeitig führt die verstärkte Digitalisierung in allen Sektoren und allen Berufen dazu, dass vermehrt auch Digitalkompetenzen erforderlich sind. Insbesondere an den Schnittstellen von Digitalisierung und Handwerk entstehen hier neue Erfordernisse, beispielsweise in der Bauplanung mittels Building Information Modeling (BIM) oder in der Anlagenoptimierung (siehe Handlungsfeld 1). Daher ist es erforderlich, dass die Ansätze in der beruflichen Ausbildung mit der Digitalisierung schritthalten und flexible Qualifikationsmaßnahmen zur Verfügung stehen, welche die erforderlichen Kompetenzen vermitteln. Grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung adäquater digitaler Werkzeuge für Handwerk und Dienstleistungen sind auch hier (vgl. Handlungsfeld 2) die notwendige Bereitstellung solcher Softwarelösungen als grundlegende Infrastruktur.

6.3.5 Handlungsfeld 5: Energieforschung und Innovation fördern

Durch die Förderung der Erforschung von digitalen Zukunftstechnologien können die Stärken der deutschen Wirtschaft weiter gestärkt werden (zum Beispiel im Bereich energieeffizienter Hardware und Datenübertragungsmethoden) sowie Forschungsbereiche gefördert werden, in welchen Aufholbedarf besteht. In diesem Handlungsfeld sollen Synergien zwischen der Digitalstrategie und bestehender digitaler Grundlagenforschung sowie anwendungsorientierter Forschung hergestellt werden (siehe beispielsweise das BMBF-Förderprogramm zu Green ICT). Des Weiteren werden in diesem Handlungsfeld zwei konkrete Maßnahmen vorgestellt, welche durch einen Wettbewerb bzw. durch eine Erprobung die Möglichkeit bieten, die bestehenden Herausforderungen konkret in der Anwendung zu adressieren. Zum einen wird die Durchführung eines Ideenwettbewerbs angeregt, um Start-ups mit besonders vielversprechenden digitalen Geschäftsmodellen und technologischen Kompetenzen für die Energieeffizienzsteigerung zu identifizieren. Zum anderen kann Deutschland durch die Förderung der Erforschung von Cutting Edge Technologien bei digitalen Technologien aufholen und diese zur Marktreife bringen (zum Beispiel energieeffiziente Hardware und Datenübertragungsmethoden). Dadurch kann essentiell dazu beigetragen den Energiebedarf entlang der gesamten Datenwertschöpfungskette effizient zu gestalten.

7 AG Fachkräfte & Qualifikation



7.1 Spezifische Vorgehensweise der AG Fachkräfte & Qualifikation

Das Thema der Fachkräftegewinnung und -qualifizierung ist ein Querschnittsthema über die drei Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr. Ziel der Arbeitsgruppe Fachkräfte und Qualifikation – als Teil eines breit angelegten Beteiligungsprozesses – war es, bestehende Hürden der Fachkräftesicherung in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie zu identifizieren und daraufhin spezifische Maßnahmen herauszuarbeiten, wie insb. Energieeffizienz-Fachkräfte (weiter-)qualifiziert, neu gewonnen und gehalten werden können.

Die AG Fachkräfte und Qualifikation wurde geleitet durch die Bundesstelle für Energieeffizienz. Das Wissenschaftsteam setzte sich aus Expertinnen und Experten der Prognos AG und dem Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) zusammen.

7.1.1 Leitfragen

Übergreifend beschäftigte sich die AG Fachkräfte mit der Frage „Was bedeutet das Leitbild ‚Efficiency First‘ für die qualitative und quantitative Fachkräftenachfrage und was sind zentrale Handlungsfelder der Fachkräftesicherung in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie?“ Diese teilte sich in die folgenden Themenschwerpunkte der Sitzungen auf:

- 1) Energieeffizienzziele und Wandel der Tätigkeitsprofile von Fachkräften
- 2) Quantitative Fachkräftenachfrage und Engpässe
- 3) Erarbeitung von Handlungsfeldern der Fachkräftesicherung
- 4) Fokus: Strukturwandel gestalten, Zuwanderung von Fachkräften
- 5) Überblick über Maßnahmen und Priorisierung

7.1.2 Teilnehmende Stakeholder

Die AG Fachkräfte war interdisziplinär zusammengesetzt. An den AG-Sitzungen nahmen Vertreterinnen und Vertreter der Bundesressorts und nachgeordneter Behörden (BMWK, BMBF, BMAS, BMU, BfEE/BAFA, BIBB), des wissenschaftlichen Beirats, der Wissenschaft sowie von Fachverbänden und Sozialpartnern teil. Zudem wurden in Form von Vorträgen/ Impulsen Vertreterinnen und Vertreter u. a. von Unternehmen oder Bildungsträgern eingebunden, um Einblicke aus der Praxis zu erhalten.

7.2 Bestandsaufnahme der AG Fachkräfte & Qualifikation

7.2.1 Fachkräfteengpässe verschärfen sich

Eine ausreichende Anzahl qualifizierter Fachkräfte ist Voraussetzung zur Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zur Erreichung der Energie- und Klimaziele. In vielen dafür relevanten Berufsgruppen bestehen jedoch bereits heute zum Teil deutliche Arbeitskräfteengpässe. Künftig ist von einer Verschärfung der Situation auszugehen. Erstens, da es sich im Bereich Energieeffizienz um einen wachsenden Arbeitsmarkt handelt und zweitens, da Treiber wie der demografische Wandel bereits bestehende Engpässe noch weiter verschärfen können. Zugespitzt könnte die Fachkräftesicherung somit ein Flaschenhals der Energiewende werden: Gelingt es nicht, entsprechend qualifizierte Fachkräfte zu gewinnen, bremst dies die Umsetzung notwendiger Maßnahmen.

7.2.2 Qualifizierung und Weiterbildung im Fokus

Zum Fachkräftemangel kommt außerdem hinzu, dass sich die qualitative Nachfrage nach Fachkräften verändert. Die Diffusion komplexerer Technologien in Gebäuden, der Ausbau von Infrastruktur, die Umstellung von Prozessen in der Industrie, die Verbreitung neuer Formen von Mobilität, aber auch übergreifende Trends wie die Internationalisierung oder Digitalisierung, verändern die Tätigkeiten der Fachkräfte und damit die Anforderungen an ihre Qualifikationen und Kompetenzen. In der Folge fallen in einigen Bereichen Arbeitsplätze weg, in anderen Bereichen hingegen entstehen neue Arbeitsplätze. Die (Weiter-)qualifizierung von Fachkräften sowie eine Zunahme der beruflichen Flexibilität wird daher immer wichtiger. Andernfalls besteht das Risiko eines ansteigenden Fachkräfteparadoxons. Dieses beschreibt einen Arbeitskräftemangel in einigen Teilarbeitsmärkten bei gleichzeitigem Arbeitskräfteüberschuss in anderen Teilarbeitsmärkten.

7.2.3 Was sind die besonderen Herausforderungen

Die Qualifizierung und Sicherung von Fachkräften ist eine Thematik, in die eine Vielzahl von Akteuren auf Bundes-, Länder-, regionaler und kommunaler Ebene eingebunden werden muss: u. a. Unternehmen und Betriebe sowie ihre Beschäftigten, Länder und Kommunen, Sozialpartner, Kammern, die Bundesagentur für Arbeit, Bildungs- und Weiterbildungsträger sowie die Bundesregierung. Dies erfordert eine gute Zusammenarbeit der Akteure und eine Koordination der Aktivitäten. Weiterhin unterliegt das Thema einer hohen Dynamik mit Blick auf die inhaltlichen Schwerpunkte, Berufe und Tätigkeiten der Fachkräfte. Strategien und Maßnahmen der Fachkräftesicherung und -qualifizierung müssen daher fortlaufend angepasst werden. Hinzu kommt der hohe zeitliche Druck bezüglich der Umsetzung der Maßnahmen kombiniert mit dem demografisch bedingten Rückgang des Arbeitskräfteangebots und der damit einhergehenden Konkurrenz vieler Branchen um die gleichen Köpfe.

7.3 Handlungsfelder der AG Fachkräfte & Qualifikation

Im Zuge des Roadmap-Prozesses wurden in der AG Fachkräfte vier Handlungsfelder der Fachkräftegewinnung und -qualifizierung herausgearbeitet.

- Handlungsfeld 1: Inhaltliche und strukturelle Transformation der Aus- und Weiterbildung
- Handlungsfeld 2: Nachwuchs für die Energie- und Wärmewende gewinnen
- Handlungsfeld 3: Unterstützung für Weiterbildung und Berufswechsel
- Handlungsfeld 4: Zuwanderung von Fachkräften für die Energie- und Wärmewende

Die Notwendigkeit einer ressortübergreifenden Fachkräftestrategie Klimaneutralität und Energieeffizienz wurde diskutiert und konnte nicht festgestellt werden, da bereits eine branchenübergreifende Fachkräftestrategie existiert, von der alle Wirtschaftsbereiche, einschließlich der Bereiche Klima und Energie, profitieren. Die Fachkräftestrategie der Bundesregierung behandelt die Dekarbonisierung als einen der drei Megatrends und identifiziert konkret Fachkräftengpässe bei der Umsetzung der Investitionen und Maßnahmen im Bereich der Klima- und Wohnungspolitik.

7.3.1 Handlungsfeld 1: Inhaltliche und strukturelle Transformation der Aus- und Weiterbildung

Durch technologische Veränderungen und neue Geschäftsmodelle zur Erreichung der Energie- und Klimaziele werden in vielen Berufsgruppen künftig veränderte Tätigkeits- und Anforderungsprofile nachgefragt. Übergeordnetes Ziel dieses Handlungsfeldes ist es daher, die Aus- und Weiterbildung in den relevanten Berufsgruppen an die sich verändernden Qualifikationsanforderungen anzupassen.

Plattform für systematische Kompetenzerfassung

Im Zuge der technologischen Veränderungen ist es notwendig, Aus-, Fort- und Weiterbildungsinhalte und Curricula von Studiengängen gezielt zu ergänzen und regelmäßig anzupassen. Notwendige Qualifikations- und Kompetenzanforderungen für Technologien zu Klimaneutralität und Energieeffizienz müssen systematisch erfasst, die dafür relevanten Schlüsselberufe identifiziert und die laufenden Veränderungen der beruflichen Anforderungen kontinuierlich beobachtet und bewertet werden, um auf dieser Grundlage zeitnah Weiterentwicklung von Aus- und Weiterbildung anzustoßen. Hilfreich dafür wäre die Einrichtung einer verantwortlichen Stelle oder Plattform, bei der die relevanten Akteure bzgl. der Kompetenzerfassung eingebunden sind. Eine solche Plattform kann den entsprechenden Handlungsbedarf ableiten und Aktivitäten in Zusammenarbeit mit HWKs, IHKs, Branchenverbänden und Sozialpartnern initiieren.⁹

Anpassung der Ausbildungs- und Studieninhalte an den Transformationsbedarf

Ausbildungs- und Studieninhalte müssen den Kompetenzbedarfen der Transformation zur Klimaneutralität und Energieeffizienz gerecht werden. Als inhaltliche Grundlage für mögliche Überarbeitungen könnten die Erkenntnisse der neu zu schaffenden „Plattform für systematische Kompetenzerfassung“ dienen. Im Bereich der beruflichen Bildung gilt es den Stakeholdern zufolge insbesondere, Zukunftstechnologien und -verfahren stärker in den Mittelpunkt zu rücken und bei Bedarf Zusatzqualifikationen zu überarbeiten (bzw. neu zu schaffen). Die Möglichkeit der bestehenden Energiescout-Qualifizierungen sollte – wo möglich – in den Ausbildungen genutzt werden. Langfristig ist nicht auszuschließen, dass Anpassungsbedarfe in einzelnen Berufen über modulare Ergänzungen hinausgehen – es könnten sogar neue Berufsbilder entstehen, etwa das eines „Anlagentechniker/in klimaneutrale Gebäude“, das sowohl auf die Planung und Installation erneuerbarer Wärmeerzeuger (Wärmepumpe, Solarthermie) und Photovoltaikanlagen als auch deren effizienten, abgestimmten Betrieb abzielt.

Bei den Hochschulen sollte der Fokus auf der Etablierung der Querschnittsthemen Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Klimaneutralität in den relevanten Studiengängen liegen. Dabei gilt es, die Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen zu unterstützen – beispielsweise durch neu zu schaffende Kompetenzzentren für Klimaneutralität. Außerdem sollte der Praxisbezug der Studiengänge gesteigert werden.

7.3.2 Handlungsfeld 2: Nachwuchs für die Energie- und Wärmewende gewinnen

Um dem Fachkräftengpass kurz- und mittelfristig zu begegnen, müssen mehr Menschen für eine Tätigkeit im Bereich der Energie- und Wärmewende gewonnen werden. Mit Blick auf die Qualifikation der in den einzelnen Berufsgruppen nachgefragten Erwerbstätigen wird deutlich, dass es sich überwiegend um beruflich qualifizierte Personen handelt. Ziel der Maßnahmen dieses Handlungsfeldes ist es daher, zum einen über die Berufsorientierung mehr Personen für vielfältige und sinnstiftende energierelevante

⁹ Im Rahmen der AG Fachkräfte ist die Idee zur Erstellung eines Gutachtens zum Thema „Schlüsselberufe und Schlüsselkompetenzen in der Energieeffizienz“ entstanden. Diese befindet sich in der Erarbeitung durch die Prognos AG und bietet eine wissenschaftliche Grundlage für weiterführende Maßnahmen.

(Ausbildungs-)berufe zu begeistern. Insbesondere sollen auch weibliche (Nachwuchs-)Fachkräfte gewonnen werden. Die Attraktivität von Unternehmen für ökologisch orientierte (Nachwuchs-)Fachkräfte sollte mit einem “Klimawende-Arbeitgeber”-Label gesteigert werden.

Klimaschutz und Energiewende in der Berufsorientierung

Durch gezielte Berufsorientierung sollen mehr Jugendliche für energierelevante Ausbildungsberufe gewonnen werden. Durch Informationskampagnen und frühe schulische Auseinandersetzung können Jugendliche dafür sensibilisiert werden, Klima- und Umweltschutz auch beruflich umzusetzen. Hierfür benötigt es Informationen und Materialien über die Vielfalt der Tätigkeiten, Karriere- und Aufstiegsmöglichkeiten in den energierelevanten Berufen. Auch sollte aufgezeigt werden, dass die Ausübung solcher Berufe aktiv den Klimaschutz vorantreibt.

Angelehnt an das Konzept des Girl’s Day, der vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und von großen Verbänden unterstützt wird, könnte ein Energieeffizienz- und Klimaschutztag für Schülerinnen und Schüler (Berufsorientierung in Berufen im Bereich Energieeffizienz und Klimaschutz) eingeführt werden. Für ältere Schülerinnen und Schüler wäre in diesem Rahmen auch eine Praktikumswoche denkbar.

Weiterhin sollten praktische Angebote zur Berufsorientierung an Gymnasien verstärkt werden und gleichwertig über die verschiedenen Optionen der Berufsqualifizierung informieren und mit praktischen Berührungspunkten begleiten, wie dem Besuch von Ausbildungs-/Handwerksmessen oder Projektwochen in Betrieben. Das BMWK sondiert derzeit die Schaffung eines Netzwerks von Ausbildungsbotschafterinnen und -botschaftern. Hier gehen Auszubildende in Schulen und informieren Schülerinnen und Schüler auf Augenhöhe über die Ausbildung. Der Bund könnte darüber hinaus z. B. mit Material zur Information an Berufsbildungstagen zu Energieeffizienz und Klimaneutralität unterstützen.

Zu Möglichkeiten der kontinuierlichen thematischen Verankerung des Themas Klimaschutz und des Aspekts „Gestaltung“/ „Werken“ im Unterricht – insbesondere auch an Gymnasien – sollten Gespräche mit den Ländern geführt werden.

Freiwilligenzeit und Orientierungs-Halbjahr in der Ausbildung fördern

Um das Potential von „Freiwilligen-Jahren“ für die Orientierung hin zu energiewenderelevanten Berufen besser zu nutzen, sollte geprüft werden, die Möglichkeiten des Freiwilligen Ökologischen Jahrs speziell für den Bereich Energieeffizienz und Klimaschutz stärker zu bewerben und attraktiver zu gestalten, z. B. durch die Anerkennung der FÖJ-Zeiten im Rahmen einer sich anschließenden Ausbildung.¹⁰ Als neues Konzept sollte geprüft werden, inwiefern es möglich ist, in Zusammenarbeit mit dem Handwerk und den Sozialpartnern ein Orientierungshalbjahr in energiewenderelevanten Ausbildungsberufen für Schülerinnen und Schüler zu entwickeln. Dies könnte Jugendliche adressieren, die zwar eine Ausbildung machen wollen, sich aber noch nicht sicher sind, welche Ausbildung für sie die richtige ist. Dabei wäre es hilfreich, eine gegenüber einer regulären Ausbildung reduzierte Stundenzahl zu ermöglichen und in mehrere teilnehmende Berufe „reinzuschnuppern“. Geprüft werden sollte außerdem, inwieweit die Teilnahme an Lernelementen, die Teil der regulären Ausbildung sind, zu einer Verkürzung der Ausbildungszeit führen bzw. auf diese angerechnet werden kann.

¹⁰ In Baden-Württemberg gibt es im Rahmen des Angebots Freiwilliges Ökologisches Jahr eine spezielle Ausrichtungsmöglichkeit mit Fokus auf den technischen Klimaschutz, der Einblicke in die Arbeitswelt von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern gibt und bei denen Betriebe die Einsatzstellen sind (siehe <https://ich-will-foej.de/bereiche/technischer-klimaschutz> (Abruf am 14.12.2022)).

Frauen für Energiewende-Berufe gewinnen

Bei der verstärkten Gewinnung von Frauen für energiewenderelevante (Handwerks- oder Industrie-)Berufe geht es einerseits darum, in der Kommunikation und Begleitung potentieller Auszubildender geschlechtsspezifische Berufsbilder aufzulösen – dies sollte bei allen Maßnahmen zur Berufsorientierung mitgedacht werden.

Andererseits ist aber auch ein Kulturwandel in den Betrieben notwendig. Die Rahmenbedingungen für die Tätigkeit von Frauen in bisher männerdominierten Berufen sollten verbessert werden, z. B. durch eine moderne Arbeitsorganisation (flexible Arbeitszeiten, Teilzeit-Modelle) sowie auch durch Erleichterungen des Arbeitsalltags (z. B. durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen zur Reduzierung der physischen Belastung). Hier könnten die Branchenakteure in einem gemeinsamen Vorgehen, z. B. durch eine zentrale koordinierende Stelle unterstützt werden. Auch gesetzliche Änderungen für eine Verbesserung der Work-Life-Balance für alle Geschlechter können diese Berufe attraktiver für Frauen machen.

Label „Klimawende“-Arbeitgeber

Die Entwicklung eines Labels, wie beispielsweise „Klimawende-Arbeitgeber“ oder „Energiewende-Arbeitgeber“, kann dabei helfen, die Attraktivität eines Unternehmens für ökologisch orientierte (Nachwuchs-)Fachkräfte zu steigern. So könnten sich Betriebe, die für die Umsetzung der Energiewende eine besondere Bedeutung haben, mit entsprechendem Label hervorheben und potentielle Bewerberinnen und Bewerber auf sich aufmerksam machen. Insbesondere im Zusammenspiel mit der oben beschriebenen Maßnahme „Klimaschutz und Energiewende in der Berufsorientierung“ kann ein solches Label Wirkung entfalten.

Voraussetzung ist die Entwicklung geeigneter Anforderungen und transparenter Kriterien an ein solches Label sowie die Zertifizierung durch eine unabhängige Stelle. Als Kriterien denkbar wären bspw. die Relevanz der angebotenen (Ausbildungs-)Berufe für die Umsetzung der Energiewende oder das Angebot spezieller Weiterbildungsangebote durch den Arbeitgeber. Die Umsetzung sollte möglichst bürokratiearm gestaltet werden, um eine breite Teilnahme von Unternehmen zu erreichen.

7.3.3 Handlungsfeld 3: Unterstützung für Weiterbildung und Berufswechsel

Neben der Gewinnung von jungen Nachwuchsfachkräften, ist die Weiterbildung und Umschulung von bereits im Beruf stehenden Personen eine wichtige Strategie, um einerseits der wachsenden Fachkräftenachfrage und andererseits den sich ändernden Anforderungen an deren Kenntnisse zu begegnen. Ziel dieses Handlungsfelds ist daher die Verbesserung der Rahmenbedingungen für Aus- und Weiterbildung in KMU, überbetrieblichen Bildungsstätten und Berufsschulen durch finanzielle, thematische und inhaltliche Anreize und Maßnahmen. Weiteres Ziel ist der Abbau von (betrieblichen) Hemmnissen für Weiterbildungen durch finanzielle Förderung/ Unterstützung, um die Zahl der Weiterbildungen in für Energieeffizienz und Klimaneutralität relevanten Feldern zu steigern.

Durch Strategien für berufliche Mobilität sollen außerdem die Fachkräftegewinnung und -sicherung im Bereich Energieeffizienz und Transformation zur Klimaneutralität unterstützt und gleichzeitig potentielle Arbeitslosigkeit aufgrund von Stellenabbau innerhalb des Unternehmens oder in anderen Branchen abgemildert werden.

Unterstützung für KMUs und Bildungsstätten bei der Aus- und Weiterbildung

Kleine und mittlere Unternehmen (KMUs), überbetriebliche Bildungsstätten und Berufsschulen sollen bei der Aus- und Weiterbildung im Bereich Energieeffizienz und Klimaneutralität mit Blick auf die relevanten Ausbildungsinhalte unterstützt werden, etwa durch die entsprechende Ausrichtung bzw. Verstärkung der vorhandenen Programme des Bundes (z. B. Förderung überbetrieblicher Bildungsstätten).

In Abstimmung mit den Ländern könnte auch die Erstellung von Weiterbildungsmaterialien für Berufsschulen und Betriebe zu für Energiewende und Energieeffizienz relevanten Technologien gefördert werden. Zudem sollte die Beratung von KMU zu geeigneten Weiterbildungen im Energieeffizienz- und Klimaneutralitätsbereich durch vorhandene Akteure/ Netzwerke sowie den Ausbau von Ausbildungsverbünden und die Weiterentwicklung von Aus- und Fortbildungsprogrammen für Lehrkräfte und Ausbilder zu neuen Technologien gestärkt werden.

Alltagstaugliche Weiterbildung fördern

In den relevanten Berufen bereits tätige Fachkräfte bedürfen spezifischer Weiterbildungen für den Umgang mit den für die Erreichung der Energieeffizienz- und Klimaschutzziele erforderlichen Technologien, diese sollten gefördert werden. Insbesondere sollte ein Schwerpunkt auf alltagstaugliche Weiterbildungsmodule gelegt werden. Den Stakeholdern zufolge werden Weiterbildungsangebote häufig nicht wahrgenommen, weil diese organisatorisch und zeitlich schwer mit der Berufstätigkeit vereinbar sind. Die Zahl der Weiterbildungen in für die Klimaneutralität relevanten Feldern könnte demnach gesteigert werden, indem alltagskompatible Weiterbildungsangebote wie bspw. Online- oder Blended Learning-Formate oder kurzzeitige (zwei bis drei Tage) Weiterbildungsmodule zu den verschiedenen Technologien (wie z. B. das Aufbauprogramm Wärmepumpe) weiter ausgebaut werden. Entscheidend ist es, eine stärkere Breitenwirksamkeit von digitalen Lehr- und Lernformaten zu Energieeffizienz und Klimaneutralität zu erzielen. Der Transfer von guten Beispielen in bereits bestehenden Netzwerken hilft dabei.

Wenn Mitarbeitende Weiterbildungen besuchen, fallen Kosten für die Weiterbildung an und es fällt gleichzeitig Arbeitszeit weg. Das ist für viele Betriebe ein zentrales Hemmnis für den Besuch von Weiterbildungen. Eine finanzielle Förderung soll daher Betriebe unterstützen, deren Mitarbeitende für die Klimaneutralität relevante Weiterbildungen besuchen. Bei der Identifizierung relevanter Weiterbildungsfelder kann auf die Ergebnisse der Plattform für systematische Kompetenzerfassung zurückgegriffen werden. Diese würde perspektivisch die Aufgabe übernehmen, die (Schlüssel-)Berufe und (Schlüssel-)Qualifikationen zu bestimmen, für die eine finanzielle Förderung in Frage kommt.

Qualifizierungsprogramme für eine bessere berufliche Mobilität zwischen Branchen und Berufen mit Blick auf Energieeffizienz und Klimaneutralität sowie Einbindung Ungelernter, etwa durch Teilqualifizierungen

Es sollten Qualifizierungsprogramme aufgebaut werden, die die Fachkräftesicherung im Bereich Energieeffizienz und Transformation zur Klimaneutralität unterstützen und einen Wechsel bzw. eine Weiterentwicklung aus Branchen und Berufen im Strukturwandel erleichtern.

Der Fokus sollte dabei auf ausgewählten Berufen mit für die Klimaneutralität relevanten (Teil-)Kompetenzen liegen, z. B. Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger mit Teilqualifikationen für Heizungsbau bzw. Wärmepumpeneinbau zu qualifizieren. Ein weiterer Schwerpunkt könnte die Entwicklung von Qualifizierungsprogrammen speziell für Beschäftigte in körperlich anstrengenden Berufen sein, die oftmals nicht bis zum regulären Renteneintrittsalter ausgeübt werden können ("Zweitverwendung" von Handwerkerinnen und Handwerkern in Berufen der Energieeffizienz). Denkbar sind z. B. Maurer-Fortbildungen für die Überwachung und Durchführung des Anbringens von seriell gefertigten Fassadenelementen oder eine Weiterbildung für das SHK-Handwerk für die Niedertemperaturtechnik-Beratung. Überprüft werden sollte weiterhin, inwiefern klimaschutzrelevante Arbeiten im Handwerk, wie der Einbau klimaschutzrelevanter Einzelteile im Heizungsbau (inkl. Wärmepumpe) und PV-Anschluss auch Ungelernten durch Teilqualifizierungen ermöglicht werden kann. Wichtig ist dabei, dass die Teilqualifizierungen eng an das Ziel des Erwerbs eines Berufsabschlusses geknüpft werden sollten.

7.3.4 Handlungsfeld 4: Zuwanderung von Fachkräften für die Energie- und Wärmewende

Neben der Aktivierung inländischer Potentiale für die Fachkräftegewinnung, kann die Rekrutierung ausländischer Fachkräfte dabei helfen, Fachkräfteengpässe abzufedern. Die diskutierten Maßnahmen haben den Fokus auf eine Rekrutierung von beruflich qualifizierten Fachkräften aus Drittstaaten und umfassen den Aufbau von Vermittlungsprogrammen, gezielten Informationskampagnen sowie die Nutzung der Möglichkeiten, die sich durch das Fachkräfteeinwanderungsgesetz ergeben.

Informationskampagnen und -bereitstellung für Energieeffizienzberufe

Durch eine gezielte Informationskampagne für "Energiewendeberufe" (ebenso wie für IT-Berufe), werden bei der Werbung für die Migration auch Fachkräfte aus den Bereichen der Energieeffizienz angesprochen. Informationen über die Einwanderungsmöglichkeiten aus der EU und Drittstaaten werden zielgruppenspezifisch aufbereitet, wobei das etablierte „Make it in Germany“-Portal genutzt wird. Hervorgehoben wird dabei insbesondere die Nachfrage nach Handwerks-, Ingenieurs- und IT-Fachkräften.

Unterstützungs- und Vermittlungsprogramme für Ausländerinnen und Ausländer speziell für Berufe in der Energieeffizienz

Für die gezielte Zuwanderung sollten nach den Vorstellungen der Stakeholder Beratungs- und Vermittlungsprogramme für Ausländerinnen und Ausländer speziell in Berufe der Energieeffizienz entwickelt und gefördert werden:

- Programme im Rahmen spezieller Fachvermittlungsaufgaben für Berufe der Energieeffizienz im Rahmen der bestehenden Zentralen Auslands- und Fachvermittlung (ZAV)
- Finanzielle Förderung und Ausbau bestehender Beratungs- und Vermittlungsprogramme für Ausländerinnen und Ausländer mit dem Schwerpunkt Energieeffizienz
- Informationskampagnen der Stakeholder über Karrieremöglichkeiten im Handwerk für Ausländerinnen und Ausländer (EU und Drittstaaten) mit Werbung für die Migration und Informationen über die Einwanderungsmöglichkeiten speziell für den Bereich der Energieeffizienz
- Entwicklung von speziellen Programmen durch die Stakeholder für die Gewinnung von Fachkräften für die Energieeffizienz nach dem Vorbild bestehender (Pilot-)Programme

Aktuell gibt es erste Erfahrungen aus Pilotprojekten wie dem Kooperationsprojekt „Hand in Hand for International Talents“ oder dem Kooperationsprojekt „THAMM: Unterstützung regulärer Arbeitsmigration und -mobilität zwischen Nordafrika und Europa“. Erfahrungen dieser Programme könnten ggf. für weitere Rekrutierungsprojekte mit Blick auf klima- und umweltschutzrelevante Branchen und Berufsgruppen genutzt werden. Übergreifendes Ziel wäre es, deutsche Unternehmen und beruflich qualifizierte Fachkräfte aus Drittstaaten zukünftig in einem größeren Umfang zusammenzubringen.

Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Fachkräfteeinwanderung, Vereinfachung von Verfahren der Anerkennung von ausländischen Abschlüssen von Energieeffizienzberufen sowie Bürokratieabbau

In der AG Fachkräfte und Qualifikationen wurden zudem einige Vorschläge zur Verbesserung der Rahmenbedingungen, zur Vereinfachung von Verfahren, zum Bürokratieabbau und zur Verfahrensbeschleunigung unterbreitet, die weitgehend an die im Koalitionsvertrag vorgesehenen Vorhaben anknüpfen:

- Anforderungen an die Vergleichbarkeit der Abschlüsse senken (Fokussierung auf essentielle Ausbildungsinhalte) und „Streamline“ der verschiedenen Schritte der Anerkennungsverfahren für alle Berufe. Der Vorschlag der Senkung der Vergleichbarkeit der Abschlüsse wurde in den

AGs von den Stakeholdern intensiv diskutiert, der Bedarf konnte aber abschließend nicht festgestellt werden, da einige der Teilnehmenden diese Maßnahme befürworteten, um Geschwindigkeit in den Migrationsprozess zu bringen, während andere sich dagegen aussprachen, da sie Qualitätsverluste durch die Absenkung der Anforderungen befürchten.

- Schaffung von Aufenthaltstiteln, bei denen nicht auf einen Abschluss oder einen anerkannten Abschluss bestanden werden muss, sondern die Qualifikation auch durch ausgeprägte Berufserfahrung nachgewiesen werden kann.¹¹
- Pull-Faktor-Blaue Karte EU für nichtakademische Berufe ausweiten.
- Bereich der Energieeffizienz bei der im Koalitionsvertrag vorgesehenen Chancenkarte zur Jobsuche auf Basis eines Punktesystems berücksichtigen. Prüfen, inwiefern hierbei Extra-Punkte bei Mangelberufen in diesem Bereich vergeben werden könnten.

Viele der Maßnahmenvorschläge decken sich mit den bereits geplanten oder umgesetzten Maßnahmen der Bundesregierung. Die Bundesregierung hat im November 2022 umfangreiche Maßnahmen zur Stärkung der Fachkräfteeinwanderung beschlossen (Eckpunkte der Bundesregierung zur Fachkräfteeinwanderung). Diese umfassen zum einen eine weitreichende Reform des Einwanderungsrechts. Das Gesetz zur Weiterentwicklung der Fachkräfteeinwanderung soll ab November 2023 schrittweise in Kraft treten. Dieses sieht eine deutliche Öffnung für ausländische Fachkräfte vor, u. a. wird es künftig für mehr Fachkräfte möglich sein, ohne formale Anerkennung der ausländischen Qualifikation einzuwandern, die Gehaltsschwellen für die Erteilung der attraktiven Blauen Karte EU werden gesenkt und eine neue, punktebasierte Chancenkarte zur Jobsuche wird eingeführt. Insgesamt wurden die rechtlichen Hürden bei der Erteilung von Aufenthaltstitel gesenkt, z. B. auch bei den Sprachanforderungen. Zum anderen wurden Eckpunkte für umfassende, nicht gesetzliche Begleitmaßnahmen beschlossen, u. a.:

- Die Verfahren beim Einwanderungsprozess werden digitalisiert und beschleunigt.
- Die Anerkennungsverfahren von Berufsabschlüssen werden optimiert und vereinfacht.
- Die Anwerbung ausländischer Fachkräfte wird verstärkt und das Job-Matching zwischen ausländischen Fachkräften und deutschen Arbeitgebern wird effizienter gestaltet.
- Die Sprachförderung im In- und Ausland wird ausgebaut.
- Der Familiennachzug wird erleichtert und die gesellschaftliche Integration für Fachkräfte und deren Familien gefördert.

Die Maßnahmen werden konsequent umgesetzt. Hiervon werden Arbeitgeber und Fachkräfte im Bereich Energieeffizienz profitieren. Weitere Details können den [Eckpunkten](#) der Bundesregierung zur Fachkräfteeinwanderung entnommen werden.

¹¹ Siehe als mögliche Vorlage § 6 BeschV Beschäftigung in ausgewählten Berufen (ITK) bei ausgeprägter berufspraktischer Erfahrung.

8 AG Systemfragen



8.1 Spezifische Vorgehensweise der AG Systemfragen

Im Gegensatz zu den anderen Arbeitsgruppen des Roadmap-Prozesses gab es für die AG Systemfragen keinen einheitlichen Arbeitsschwerpunkt. Obwohl der Name dies nahelegen könnte, richtete sie ihren Fokus weniger auf die Herausforderungen des „Energiesystems“ (wie z. B. die Integration von Erneuerbaren Energien in das Stromsystem) im engeren Sinne, sondern beschäftigte sich vielmehr mit dem „gesellschaftlichen Gesamtsystem“, also der Einbettung der Energieeffizienz in übergeordnete gesellschaftliche Zusammenhänge und den Wechselwirkungen zu benachbarten Teilgebieten.

8.1.1 Leitfragen und Handlungsfelder

Entsprechend ihres übergeordneten Mandats hat sich die AG Systemfragen mit folgenden Schwerpunkten beschäftigt bzw. diese für das übergeordnete Plenum zur Diskussion auf- und vorbereitet:

- 1) Governance der Energieeffizienz
- 2) Energiepreisgestaltung und Schutz vor Energiekostenbelastung
- 3) Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft
- 4) Nachhaltiges Konsum- und Nutzerverhalten
- 5) Entwicklung des Energiedienstleistungsmarktes

Aufgrund ihres übergeordneten Charakters und der Komplexität der Themen konnte sich die Diskussion in der AG Systemfragen oder im Plenum (anders als bei den fachspezifischen AGs) nicht in allen Details und Facetten des jeweiligen Themenschwerpunkts widmen. Die nachfolgenden Abschnitte geben gleichwohl für jedes der diskutierten Handlungsfelder sowohl eine kurze Bestandsaufnahme als auch erste Handlungsempfehlungen.

8.1.2 Teilnehmende Stakeholder

Die Zusammensetzung der AG Systemfragen wies dahingehend eine Besonderheit im Roadmap-Prozess auf, dass diese in ihrer Zusammensetzung nicht aus festen AG-Mitgliedern bestand, sondern, dass der Stakeholderkreis unter Beachtung des jeweiligen Sitzungsthemas jedes Mal neu ausgewählt und zusammengesetzt wurde. So konnte themenspezifisch ein interdisziplinärer Expertenkreis aktiv in den Prozess einbezogen werden. Damit sollte sichergestellt werden, dass für den Roadmap-Prozess relevante Einzelthemen, welche durch die anderen AGs nicht abgedeckt werden konnten, dennoch behandelt werden.

In der ersten Sitzung der AG Systemfragen, welche sich inhaltlich der perspektivischen Erweiterung des Instrumentenkanons im Kontext der Energieeffizienz und der verstärkten Einbeziehung der Themen Energie- und Ressourceneffizienz, Graue Energie und Kreislaufwirtschaft widmete, waren neben dem Wissenschaftsteam der Roadmap und den beteiligten Ressorts (BMWK, BMUV, BfEE, UBA) über 20 ausgewählte Stakeholder (ISE, DGNB, vzbv, BUND, DENEFF) anwesend und in Form von Impulsvorträgen (ifeu, VDI/ZRE, Remondis, Faktor-X-Agentur) und Diskussionen aktiv in die Sitzung einbezogen. Die zweite Sitzung der AG Systemfragen fand im thematischen Kontext der sozialverträglichen Ausgestaltung der Energiewende und dahingehend notwendiger Energieeffizienzmaßnahmen und -instrumente statt. Besondere Bedeutung kam erneut den Expertenvorträgen von teilnehmenden Stakeholdern (GdW, DCV, DEN, Adelphi) zu. Impulse gab es unter anderem zu möglichen Strategien und Maßnahmen zur Bekämpfung der Energiearmut in Deutschland (Öko-Institut) sowie zur europäischen Perspektive bzw. zu Handlungsempfehlungen zur Bekämpfung von Energiearmut (IER).

An der dritten Sitzung waren ebenfalls über 20 Stakeholder aus verschiedensten Sektoren beteiligt, um interdisziplinär über die Themen nachhaltige Konsummuster, mobiles Arbeiten und (flächen)effizientes Bauen zu diskutieren. Impulsvorträge hielten Vertreterinnen und Vertreter vom ifeu, der Klingenstein Solingen, dem Fraunhofer IAO sowie dem GdW. Weitere Stakeholder waren unter anderem vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Bitkom, dem Deutschen Städtetag und der Universität Kassel anwesend.

Die letzte Sitzung der AG Systemfragen beschäftigte sich mit Steuerungsinstrumenten und der Zielarchitektur der Energieeffizienz sowie der CO₂-Bepreisung und der Einnahmenverwendung aus dem Emissionshandel. Über 25 ausgewählte Stakeholder (UBA, BfEE, IREES, BDEW, NABU, VCI, BuVEG, vdec, VKU) beteiligten sich unter anderem mit Impulsvorträgen (Prognos AG, EU-Kommission, Stiftung Umweltenergierecht, BMWK, BMUV, DIW).

8.2 Übergeordnete Handlungsfelder

8.2.1 Handlungsfeld: Governance der Energieeffizienz

Bestandsaufnahme

Mit dem Klimaschutzgesetz wurden die nationalen Ziele zur Senkung der Treibhausgasemissionen deutlich verschärft. Dies hat auch erhebliche Konsequenzen für die Energieeffizienz: Um eine Senkung der Emissionen bis 2030 um 65 % und das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 zu erreichen, muss auch der Energieverbrauch deutlich schneller sinken als bislang. In der Sitzung des Plenums des Roadmap-Prozesses im Juni 2021 wurden zu den Auswirkungen des neuen Klimaschutzgesetzes für die Energieeffizienzpolitik folgende Aspekte diskutiert:

1) Die Energieeffizienzziele der Bundesregierung sollen ambitionierter ausgestaltet werden. Damit kann Deutschland zugleich seinen Beitrag zum noch zu verhandelnden, neuen EU-Energieeffizienzziel leisten. Dazu sollten die Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung (EffSTRA) fortgeschrieben und die Ziele ggf. gesetzlich verankert werden.

2) Auch der NAPE 2.0 – das Maßnahmenpaket zur Erreichung des Energieeffizienzzieles 2030 – bedarf angesichts der ambitionierteren THG-Ziele der weiteren Fortschreibung. Dabei sollte ein übergeordneter Rahmen für Zuständigkeiten (Governance der Energieeffizienz) sowie eine Verstetigung und Ergänzung der Energieeffizienz-Förderprogramme im Vordergrund stehen.

Zur Frage einer gesetzlichen Festlegung der Ziele ergab der Prozess ein heterogenes Meinungsbild. Ein Teil der Stakeholder unterstützt ausdrücklich einen verlässlicheren Rahmen auf gesetzlicher Basis, wohingegen von einigen Stakeholdern auch Einwände hinsichtlich möglicher Regulierungslasten für die betroffenen Sektoren geäußert wurden.

Ansatzpunkte

Aus politischer Sicht bildet Energieeffizienz ein sektoral heterogenes, teilweise kleinteiliges und komplexes Handlungsfeld, welches in zahlreiche einzelgesetzliche Regelungen und Notwendigkeiten der Information und Motivation sowie der Förderung zerfällt. Umso zentraler ist die übergeordnete Steuerung von Zielen, die sektorale und föderale Zuordnung von Verantwortlichkeiten und die Transparenz im Sinne einer regelmäßigen Berichterstattung und Fortschrittskontrolle. Eine solche übergeordnete Governance kann entscheidend dazu beitragen, die Energieeffizienzpolitik langfristig anzulegen, die Planungssicherheit für Verbraucher zu erhöhen und damit insgesamt die notwendige Wirkung zu entfalten.

8.2.2 Handlungsfeld: Energiepreisgestaltung und Schutz vor Energiekostenbelastung

Bestandsaufnahme

Vor dem Hintergrund des völkerrechtswidrigen Angriffskriegs auf die Ukraine und der damit einhergehenden Energieversorgungsengpässe und -preisspitzen werden sowohl von Seiten der Unternehmen wie auch von Seiten der Verbrauchenden die (überproportional gestiegenen) Kostenbelastungen beklagt. Folgerichtig hat die Bundesregierung unmittelbar mit mehreren Entlastungspaketen reagiert. Neben direkten Hilfen werden unter anderem auch (überproportionale) Preissteigerungen befristet entschärft (Mehrwertsteuer, CO₂-Preis) bzw. bis zu einem bestimmten Punkt staatlich übernommen (Gas-, Wärme-, Strompreisbremse). Für die Vermeidung von sozialen Härten und die Sicherung der Überlebensfähigkeit von Unternehmen erscheinen diese Hilfen grundsätzlich geboten. Eine gewisse Streuwirkung war dabei angesichts des hohen Handlungs- und Zeitdrucks bei der Maßnahmenimplementierung unvermeidbar, auch wenn die Instrumente aus wissenschaftlicher Sicht z. T. noch zielgerichteter hätten gestaltet werden können.

Ansatzpunkte

Neben den kurzfristigen Anforderungen der Energiekrise bleibt die mittel- und langfristige klimagerechte Transformation unserer Gesellschaft die eigentliche Herausforderung. In der Wissenschaft besteht überwiegend Einigkeit darüber, dass der klimagerechte Umbau aller Sektoren ohne ein dem Ambitionsgrad angemessenes Preissignal nicht zu schaffen ist. Auch wenn unterschiedliche Auffassungen dazu bestehen, ob sich der Preis überwiegend marktorientiert auf Basis einer Mengensteuerung (Verknappung der THG-Mengen) bilden soll oder eher langfristig von der Politik gesetzt wird (Preissteuerung), steht die Notwendigkeit eines Preissignals selbst nicht in Frage.

Der Umstand, dass die Preise im Wärmemarkt vor 2022 auf z. T. sehr niedrigen Niveau lagen und dass die Energiekosten für viele Unternehmen eine eher untergeordnete Rolle in der Kostenstruktur spielen, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass es Gruppen von Unternehmen und Verbrauchenden gibt, die die Kostenbelastungen in besonderer Weise spüren. Bei den Unternehmen sind dies vor allem diejenigen mit besonders hohem Energieverbrauch, bei den Haushalten eher diejenigen mit niedrigem Einkommen. Obwohl Haushalte mit niedrigen Einkommen in der Regel weniger Energie verbrauchen, nehmen bei ihnen die Energiekosten einen relativ hohen Anteil am Haushaltseinkommen ein (Prognos 2017).

Um unerwünschte soziale Nebeneffekte der CO₂-Bepreisung zu verhindern, ist die Entwicklung von Finanzierungsmodellen essentiell, um die Verbraucherbelastungen über die Zeit zu verteilen. In diesem Zusammenhang findet der Ansatz, die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung für Maßnahmen zur Entlastung der Energieverbraucher und für die Förderung von Energieeffizienz- und Klimainvestitionen zu ver-

wenden, bei den Stakeholdern große Unterstützung. Dies betrifft neben Haushalten auch im internationalen Wettbewerb stehende Unternehmen, die durch CO₂-Preissteigerungen unter hohen Anpassungsdruck geraten. Um Carbon Leakage-Effekte durch Abwanderung insbesondere der energieintensiven Grundstoffindustrie und der damit verbundenen Arbeitsplätze zu verhindern, werden aus Sicht von Stakeholdern Unterstützungsmaßnahmen bis hin zum Grenzausgleich zu berücksichtigen sein.

Mit Blick auf energiearme Haushalte, die aufgrund niedriger Einkommen, hoher Energiekosten und geringer Energieeffizienz nicht in der Lage sind, ihre Energiebedürfnisse zu decken, sollten energie- und klimapolitische Instrumente grundsätzlich mit sozialpolitischen Ansätzen gekoppelt werden. Demnach sollte die Unterstützung von energiearmen Haushalten mit Informations- und Beratungsangeboten sowie Investitionserleichterungen mit Blick auf Energieeffizienz- und Klimaschutzmaßnahmen verbunden werden. Angesichts unterschiedlicher Definitionen des Begriffs Energiearmut bilden die Identifikation zentraler Akteure sowie eine klare Zielgruppendefinition und die damit in Verbindung stehende Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses die Grundvoraussetzung einer erfolgreichen bzw. sozialverträglichen Instrumentierung. Auf dieser Basis können sozialpolitische Instrumente, wie z. B. das Wohngeld, zielgerichtet einen Ausgleich schaffen. Dies könnte durch eine direkte finanzielle Unterstützung für betroffene Haushalte („Energiewende-Pauschale“) oder auch eine geförderte energieeffiziente Ausstattung der Haushalte ergänzt werden. Weitere Maßnahmen könnten in einer Anhebung von Schwellenwerten für Stromsperren, der Deckelung von Mahnungs- und Folgekosten sowie einer Dynamisierung bzw. Anpassungsfähigkeit von Transferleistungen bestehen. Auf übergeordneter Ebene sollten zudem Energie-, Schuldner- und Sozialberatungen gefördert sowie runde Tische mit Beratungsstellen, Versorgern und Behörden eingerichtet werden. Insgesamt gilt es, angesichts hoher Energiepreise Kompensationsmaßnahmen für energiearme Haushalte so auszugestalten, dass neben einer kurzfristigen sozialen Abfederung auch langfristige Energieeffizienzsteigerungen erreicht werden.

8.2.3 Handlungsfeld: Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft

Bestandsaufnahme

Eine langfristige Strategie für Energieeffizienz muss sich auch mit der Frage auseinandersetzen, wie der Energieverbrauch entlang der gesamten Wertschöpfungskette durch Minimierung des Einsatzes an Rohstoffen, Halbzeug und Produkten reduziert werden kann. Nicht nur sind die Material- und Stoffströme selbst ein wichtiger Einflussfaktor für den Energiebedarf. Vielmehr spielen auch Knappheiten und Lieferengpässe von Rohstoffen angesichts von geopolitischen Risiken eine immer größere Rolle. Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft können daher einen wichtigen Beitrag zu einer Steigerung der Energieeffizienz leisten, darüber hinaus aber auch strategische Zieldimensionen, wie die Diversifizierung von Lieferketten sowie die Verringerung von Importabhängigkeiten, bedienen.

Ansatzpunkt: Recycling stärken

Der Anteil von recycelten Materialien und Rohstoffen in der Wirtschaft ist noch deutlich ausbaufähig. Recyclingrohstoffe bzw. Produkte mit Rezyklateinsatz konkurrieren mit den entsprechenden Primärprodukten. Recycling kann aber nur einen wirksamen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz leisten, wenn die Recyclingrohstoffe wieder in den Wertstoffkreislauf zurückgeführt werden. Hier gilt es u. a., Unsicherheiten auf der Nachfrageseite auszuräumen und ihre Attraktivität zu erhöhen. Neben Aufklärung und Beratung wird von einzelnen Stakeholdern vorgeschlagen, Nachfrage und Rechtssicherheit durch Ziel- und Quotenvorgaben für Recyclingmaterialien (z. B. in Kunststoffen) zu erhöhen. Einigkeit besteht unter den Stakeholdern darin, dass diese Option noch einer weiteren, vertieften Diskussion bedarf. Angesprochen wurde auch die Problematik zusätzlicher Energieaufwände, die mit Recyclingsystemen verbunden sein

können. Dieser mögliche Zielkonflikt sei innerhalb einer gesamten Kosten-Nutzen-Rechnung einer zirkulären Wirtschaft abzuwägen. Zudem sind je nach Rohstoff bzw. Produkt unterschiedlich stark regionalisierte Kreislaufsysteme sinnvoll.

Ansatzpunkt: Lebensdauern verlängern und Reparierbarkeit stärken

Für viele Produkte, insbesondere solche, bei denen keine großen Innovationen bzgl. des Energieverbrauchs in der Betriebsphase mehr zu erwarten sind, könnten Maßnahmen zur Steigerung der Langlebigkeit und Reparierbarkeit ergriffen werden. So wird von einigen Stakeholdern auf das Beispiel Frankreichs verwiesen, das 2021 ein Label, den „Indice de réparabilité“, von Produkten eingeführt hat. Dieses Label bewertet den Zugang zu Informationen, die Möglichkeit einer einfachen Demontage, die Verfügbarkeit und die Preise von Ersatzteilen und weitere produktspezifische Merkmale. Viele Stakeholder sahen in diesem Handlungsansatz auch eine interessante Entwicklungsperspektive für die EU-Instrumente Ökodesign und EU Energy Labelling. Bei beiden EU-Instrumenten wird bereits seit Jahren der Ansatz verfolgt, über den Energieverbrauch hinaus, weitere Produkteigenschaften zu integrieren.

Ansatzpunkt: Klimaneutrale Produktion unterstützen

Die Bedeutung der CO₂-Bilanzierung und des Nachweises einer klimaneutralen Produktion steigt nach Auffassung aller Akteure kontinuierlich. Treiber für diese Entwicklung sind einerseits das Bedürfnis von Unternehmen, ihre Unternehmensstrategie auf Nachhaltigkeit und Klimaneutralität auszurichten, andererseits politische Vorgaben der EU-Taxonomie mit Auswirkungen auf die Kapitalmärkte.

Daher sollte nach Meinung der Stakeholder die Schaffung eines Rahmens für die Zertifizierung klimaneutraler Produktion und Produkte, aber auch für grüne Energieträger möglichst unverzüglich erfolgen. Wichtig sei es, eine öffentliche, leicht zugängliche und qualitativ hochwertige Datenbasis zu schaffen. Ein darauf aufbauender digitaler Produktpass könne alle Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette befähigen, auf Klimaneutralität und Stärkung der zirkulären Wirtschaft hinzuarbeiten. Dafür müssten Energieverbräuche, verwendete Materialien, chemische Substanzen, aber auch Informationen zur Reparierbarkeit, zu Ersatzteilen und zu fachgerechter Entsorgung auf jeder Stufe der Wertschöpfung bis zum Endkunden verfügbar gemacht werden. Einzelne Stakeholder befürworten in diesem Zusammenhang auch die Prüfung einer entsprechenden Dokumentationspflicht.

8.2.4 Handlungsfeld: Nachhaltiges Konsum- und Nutzerverhalten

Bestandsaufnahme

Nachhaltiges Konsum- und Nutzungsverhalten zielt darauf ab, eine Befriedigung menschlicher Bedürfnisse mit der langfristigen Erhaltung stabiler Lebensgrundlagen und intakter Ökosysteme in Einklang zu bringen. Hintergrund dieser Debatte ist zudem, dass gerade im Bereich der Energieeffizienz die sogenannten „Reboundeffekte“ in den Blick genommen werden müssen: Erfolge der Energieeinsparung durch technologischen Fortschritt werden (teilweise systematisch) durch Mehrnutzung bzw. Mehrleistung aufgezehrt.

Ansatzpunkt: Zielgrößen sorgfältig wählen, Zusatznutzen transparent machen

Nachhaltigkeitsstrategien sollten grundsätzlich vom Menschen erdacht und entwickelt werden. Im Gegensatz zur relativen und auf Technik bezogenen Größe der Energieeffizienz integriert ein ganzheitlicher Ansatz absolute soziale und ökologische Größen. Ebenso sind ökonomisch sinnvolle Indikatoren für das Wirtschaftswachstum (BIP) durch weitere Zielindikatoren zu ergänzen, wie etwa Gesundheit, Bildung, Verteilung und Verbrauch von Ressourcen.

Die Energieeffizienzpolitik kann nicht all diese übergeordneten gesellschaftlichen Ziele bedienen, aber sie kann einen Beitrag für mehr Transparenz schaffen (z. B. über die Weiterentwicklung von Label-Systemen) über den absoluten Energie- und Ressourcenverbrauch, sowie ggf. auch zu den damit verbundenen Umweltauswirkungen. Dabei könnten auch die individuellen Wirkungen des eigenen Konsumverhaltens, die eine Einordnung erlauben, mit welchen Schritten der eigene (energetische oder klimatische) Fußabdruck verringert werden kann, einbezogen werden. Beim Umgang mit Energie sind zum Beispiel Strom- und Heizspiegel erste Werkzeuge dafür.

Ansatzpunkt: Städte, Siedlungen und Quartiere nachhaltig entwickeln und gestalten

Die für unsere Gesellschaft zur Verfügung stehenden Flächen sind begrenzt – allein diese Tatsache führt bereits heute zur spürbaren Knappheit, zu Preissteigerungen und Nutzungskonkurrenzen. Flächenverbrauch ist darüber hinaus häufig mit dem Verlust von Naturräumen, meist mit zusätzlichem Energieverbrauch und in der Regel mit zusätzlichen Verkehrsleistungen verbunden. Klimaschutz und Energieeffizienz sind letztlich daher nur weitere Aspekte einer klugen Nutzung unserer knappen Flächen.

Die klassische Erwerbsarbeit steht nicht allein aufgrund der Globalisierung, sondern vor allem durch die Möglichkeiten der Digitalisierung vor Umbrüchen. Die Corona-Pandemie hat viele dieser Entwicklungen beschleunigt und gezeigt, dass sich Nutzungs- und Verhaltensprofile erstaunlich schnell und flexibel neuen Notwendigkeiten anpassen können. Beim mobilen Arbeiten zeigen sich für viele Erwerbstätige und Unternehmen zwar auch Herausforderungen, aber auch die besonderen Chancen einer flexibleren Arbeits- und Lebensgestaltung.

Für den Klimaschutz und die Energieeffizienz verbinden sich mit dieser Entwicklung besondere Chancen, insbesondere mit Blick auf die Vermeidung von Pendler- und Dienstreise-Strömen. Chancen entstehen für eine Renaissance des ländlichen Raums, wenn sich die Erwerbsarbeit räumlich von städtischen Zentren entkoppelt. Umgekehrt wächst die Gefahr der Zersiedelung und der Aufwuchs neuer Verkehre, insbesondere, wenn im ländlichen Raum das Versorgungsangebot nicht mitwächst. Menschen können zwar zuhause arbeiten, müssen aber trotzdem für tägliche Besorgungen, für Arztbesuche sowie die Nutzung von Kulturangeboten weite(re) Strecken zurücklegen. Diese Entwicklungen können zwar von der Energieeffizienzpolitik nicht entscheidend gestaltet werden, sollten aber kritisch begleitet werden, mit besonderem Blick auf potentiellles Mengenwachstum und die Forcierung integrierter Konzepte für Wohnen, Arbeiten, Ver- und Entsorgung.

Ansatzpunkt: Nachhaltige Qualität als Gestaltungsprinzip für Produkte, Infrastruktur und Dienstleistungen

Nachhaltige Qualität sollte das zentrale Gestaltungsprinzip für Produkte, Konsumgüter, Dienstleistungen und Infrastrukturen werden. Neue Produkte, Konsumgüter und Infrastrukturen sollten grundsätzlich nach dem Prinzip einer langfristigen Nutzbarkeit und Funktionsfähigkeit (inkl. Reparierbarkeit, Modularität, Erneuerbarkeit/ Update-Fähigkeit und Wiederverwendbarkeit) designt werden. Ein solches Design braucht komplementäre Dienstleistungen, z. B. zur Reparatur, Erneuerung und Wiederverwendung. Hinsichtlich der spezifischen und individuellen Bedarfe der Nutzenden sollten sie maßgeschneidert gestaltet und für Veränderungen von Nutzungsmustern flexibel anpassbar sein.

Hierzu müssen Informations- und Feedbackmechanismen komplementär entwickelt und bereitgestellt werden, die sicherstellen, dass die langlebigen Produkte bis zum Ende ihrer Nutzungsdauer ausreichend energieeffizient sind bzw. durch Erneuerung und Updates eine hohe Energieeffizienz auch bei langjähriger Nutzungsdauer gewährleistet werden kann.

8.2.5 Handlungsfeld: Entwicklung des Energiedienstleistungsmarktes

Bestandsaufnahme

Zur Erreichung der verschärften Energieeffizienz- und Klimaschutzziele sind umfangreiche Investitionen und auch zunehmend die Umsetzung komplexer technischer, integrierter Energiewendelösungen nötig. Neben den Technologien und dem Know-how selbst kommt es auf die Aktivierung und Aggregation von Marktakteuren an, die im Rahmen auch innovativer Geschäftsmodelle die Umsetzung der Energiewende beschleunigen und die dazu notwendigen Investitionen für die Endanwender einfacher, zuverlässiger und attraktiver gestalten können. Energiedienstleistungs-Unternehmen (EDL-Unternehmen) bieten ihren Kundinnen und Kunden dahingehend vielfältige Dienstleistungen an, wie z. B. Energieaudits und -managements, Energie- und -einspar-Contracting-Angebote oder die energetische Optimierung von Gebäuden und Quartieren. Idealerweise funktionieren EDL-Lösungen aus dem Markt heraus, allerdings stößt die EDL-Branche nach wie vor auf regulatorische Hemmnisse, wodurch die weitreichendere Erschließung der vorhandenen wirtschaftlichen Energieeffizienzpotentiale behindert wird.

Ansatzpunkt: Regulatorische Rahmenbedingungen anpassen

Grundsätzlich führen Einsparverpflichtungen, wie z. B. durch die europäische Energieeffizienzrichtlinie, zu einer Stärkung der EDL-Nachfrage bzw. des EDL-Marktes. Zugleich stößt die Branche aber auch auf regulatorische Hemmnisse, bei denen EDL z. B. in der Wärmeliefer-Verordnung gegenüber Eigenumsetzern schlechter gestellt sein können und so z. B. Potentiale für den Contracting-Markt nicht in vollem Umfang genutzt werden können. Ordnungsrechtliche Barrieren dieser Art sollten systematisch geprüft und wo möglich abgebaut oder reduziert werden, um EDL-Potentiale freizusetzen. Alternativ wäre auch eine befristete Kompensation durch spezielle Förderrichtlinien denkbar, um EDL-Leistungen und damit einhergehende gesamtsystemische Nutzen zu gratifizieren.

Ansatzpunkt: Kommunikation stärken, Komplexität reduzieren und Kontinuität gewährleisten

Auf kommunikativer Ebene gilt es, EDL durch Zielgruppendifferenzierung und vorgelagerte Analyse zu stärken. Dabei sollten EDL durch geeigneten Kommunikationsmaßnahmen bekannter und attraktiver gemacht werden und der Fokus sollte auf den Produkt- sowie den Mehrwert für Nutzerinnen und Nutzer gelegt werden (EDL als Problemlösung). Neben der öffentlichen Hand sind auch die Industrie (Stichwort Prozesswärme) und Wohngebäude (Sanierung des Mietwohngebäudebestands) als wichtige Kundengruppen zu fokussieren. Ferner sollte die Vermittlerrolle von kommunalen Klimaverantwortlichen sowie Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerken sowie die Beraterfunktion von Energie- und Klimaschutzagenturen gestärkt werden. Während eine Komplexitätsreduktion durch die Förderstrategie des Bundes grundsätzlich positiv zu bewerten ist, sollte trotz in Teilen notwendiger Anpassungen bei Förderprogrammen Kontinuität gewährleistet sein, da diese mit Blick auf verlässliche Rahmenbedingungen essentiell für die weitere EDL-Marktentwicklung ist.

Ansatzpunkt: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand und politisches Mandat für EDL stärken

Durch eine Stärkung der Vorbildfunktion von Bund, Ländern und Kommunen könnte durch eine hohe Anzahl an öffentlichen Gebäuden z. B. die Contracting-Nachfrage verstetigt und skaliert werden. In diesem Sinne kann auch die vermehrte Umsetzung, Begleitung und Auswertung von good practices bei der öffentlichen Hand helfen. Zur Stärkung der Beratungsnachfrage sollte auch eine Anschluss- bzw. Umsetzungsförderung i. V. m. Energieberatung in den Blick genommen werden. Ferner sollten auf Kommunal- und Landesebene die für Energieeffizienz wesentlichen Strukturen gestärkt werden – z. B. durch die Ausstattung regionaler Energieagenturen mit entsprechenden Mandaten des jeweiligen Bundeslandes und der Stärkung ihrer Rolle mit Blick auf die nachfrage- und angebotsseitige Entwicklung des EDL-Marktes. Auch

auf Bundesebene ist ein starkes politisches Mandat anzustreben, durch das EDL fest in dem energieeffizienzpolitischen Instrumentenkasten verankert und bei der Ausgestaltung von Strategien und Instrumenten aktiv mitgedacht wird.

9 Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern der Industrie im Roadmap-Szenario, 2020 bis 2050, in PJ.....	17
Abbildung 2 Endenergieverbrauch nach Branchen der Industrie im Roadmap-Szenario, 2020 bis 2050, in PJ	18
Abbildung 3 Treibhausgasemissionen der Industrie im Roadmap-Szenario, 1990 bis 2050, in Mio. t CO ₂ eq/a	19
Abbildung 4 Entwicklung des EEVs im Gebäudesektor nach Energieträgern bis 2050 im Roadmap-Szenario in PJ/a	29
Abbildung 5 Entwicklung des EEVs im Gebäudesektor nach Verwendungszwecken bis 2050 im Roadmap-Szenario in PJ/a	30
Abbildung 6 Entwicklung der direkten Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor bis 2045 im Roadmap-Szenario in Mio. t CO ₂ eq/a.....	31
Abbildung 7 Handlungsfelder für Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudesektor	33
Abbildung 8 Abschätzung der Vorbereitungs- und Wirkungszeiträume zentraler Energieeffizienz- und Klimaschutz-Maßnahmen im Gebäudesektor	36
Abbildung 9 Roadmap-Szenario: Verkehrssektor – Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2045 nach Energieträgern im nationalen Verkehr, in PJ.....	41
Abbildung 10 Roadmap-Szenario: Verkehrssektor – Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2045 nach Verkehrszweigen im nationalen Verkehr, in PJ.	42
Abbildung 11 Roadmap-Szenario: Verkehrssektor –Entwicklung der THG-Emissionen bis 2045 nach Verkehrszweigen im nationalen Verkehr, in Mio. t CO ₂ eq.....	43

9.2 Literaturverzeichnis

- AGEB (2022):** Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2021, Stand 09/ 2022, <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/auswertungstabellen/>
- Agora Energiewende; Material Economics (2022):** Mobilisierung der Kreislaufwirtschaft für energieintensive Materialien. Wie Europa den Übergang zu einer fossilfreien, energieeffizienten und energieunabhängigen industriellen Produktion vollziehen kann. Zusammenfassung, Stand 03/2023, <https://www.agora-energiawende.de/veroeffentlichungen/mobilisierung-der-kreislaufwirtschaft-fuer-energieintensive-materialien-zusammenfassung/>
- Agora Energiewende; Stiftung 2°; Roland Berger (2021):** Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht. Ergebnis eines Dialogs mit Industrieunternehmen, Stand 02/ 2021, <https://www.agora-energiawende.de/veroeffentlichungen/klimaneutralitaet-2050-was-industrie-jetzt-von-politik-braucht/>
- Agora Energiewende; Wuppertal Institut (2019):** Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, Stand 11/ 2019, <https://www.agora-energiawende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrale-industrie-hauptstudie/>
- Agora Verkehrswende (2022):** Elektro-Lkw schneller auf die Straße bringen. Schlussfolgerungen von Agora Verkehrswende in Kooperation mit T&E auf Basis einer Studie von TNO, Stand 10/ 2022, https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Veranstaltungen/2022/Elektrische-Lkw/Elektro-Lkw_Agora-Schlussfolgerungen_20221012.pdf
- ApS (2022):** Klimaschutz im Verkehr wird weiter vertagt. Pressemeldung von Allianz pro Schiene, Stand 11/ 2022, <https://www.allianz-pro-schiene.de/presse/pressemitteilungen/klimaschutz-im-verkehr-wird-weiter-vertagt/>
- BfEE (Hrsg.) (2018):** Grundsatzstudie Energieeffizienz – Grundsatzfragen der Energieeffizienz und wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung des NAPE unter besonderer Berücksichtigung von Stromverbrauchsentwicklung und -maßnahmen, Studie von Prognos, Fraunhofer ISI und ifeu, Endbericht BfEE 03/15. Eschborn, Stand 2018, https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/grundsatzstudie_energieeffizienz.html
- Bitkom (2020):** Klimaschutz durch digitale Technologien - Chancen und Risiken. Kurzstudie, Stand 05/ 2020, https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/2020-05_bitkom_klimastudie_digitalisierung.pdf
- BMBF (2020):** Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung des Innovationswettbewerbs „Elektronik für energiesparsame Informations- und Kommunikationstechnik“ im Rahmen der Initiative Green ICT, Stand 05/ 2021, <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2981.html>
- BMDV (Hrsg.) (2022a):** Verkehr in Zahlen 2022/2023. 51. Jahrgang. Bearbeitet von: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin e.V. (DIW), Stand 12/ 2022, <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2022-2023-pdf.html>
- BMDV (Hrsg.) (2022b):** Beschleunigungskommission Schiene. Abschlussbericht, Stand 12/ 2022, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/abschlussbericht-beschleunigungskommission-schiene.pdf?__blob=publicationFile
- BMU (2017):** Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung, Stand 10/ 2020, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_10_23_texte_188_2020_rechtsgutachten_umweltfreundliche_beschaffung.pdf
- BMVI (2021):** Karte: Innovationscluster – So testen wir klimafreundliche Nutzfahrzeuge, Stand 09/ 2021, <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/presse/104-karte-innovationscluster.html>
- BMWi (2019):** Energieeffizienz-Strategie 2050. Stand 10/ 2019, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.html>
- BMWK (2022a):** BMWK Energiedaten. Gesamtausgabe, Stand 12/ 2022. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>
- BMWK (2022b):** Sofortprogramm mit Klimaschutzmaßnahmen für den Gebäudesektor, Stand 12/ 2022, https://www.bmwbs.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWBS/DE/veroeffentlichungen/bauen/sofortprogramm-sektor-gebaeude.pdf;jsessionid=3031E388D851AB27F61ED4B4C29FAD33.live892?__blob=publicationFile&v=1

Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, Stand 10/ 2019, https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Klimaschutz/klimaschutzprogramm-2030-der-bundesregierung-zur-umsetzung-des-klimaschutz-plans-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Bundesregierung (2021): Datenstrategie der Bundesregierung. Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum, Stand 01/ 2021, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/publikationen/datenstrategie-der-bundesregierung-1845632>

Bundesregierung (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021, Stand 12/ 2022 <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/7c0614aff0f2c847f51c4d8e9646e610/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-barrierefrei-data.pdf?download=1>

Destatis (2022a): Gebäude und Wohnungen – Bestand an Wohnungen und Wohngebäuden Bauabgang von Wohnungen und Wohngebäuden Lange Reihen ab 1969 – 2021, Stand 12/ 2022, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/fortschreibung-wohnungsbestand-xlsx-5312301.xlsx?__blob=publicationFile

Destatis (2022b): Bevölkerung nach dem Gebietsstand und Durchschnittsalter 1990 bis 2021, Stand 12/2022, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/listegebietstand.html#249750>

Destatis (2022c): Erwerbstätige, Inländer, Stand 12/2022, https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Arbeitsmarkt/karb811_x13a.html

Deutscher Bundestag (2022): Anhörung – Experten: Zuschlag bei Regionalisierungsmitteln reicht nicht, Stand 12/ 2022, <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2022/kw50-pa-verkehr-regionalisierungsgesetz-921244>

Deutscher Bundestag (2023): Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Klimaschutz und Energie (25. Ausschuss) zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – Drucksache 20/6872 – Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes, Drucksache 20/7632, Stand 12/ 2022, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/076/2007632.pdf>

EKR (2022): Prüfbericht zu den Sofortprogrammen 2022 für den Gebäude- und Verkehrssektor Prüfung der den Maßnahmen zugrundeliegenden Annahmen gemäß § 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz, Stand 08/ 2022, https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2022/08/ERK2022_Pruefbericht-Sofortprogramme-Gebaeude-Verkehr.pdf

Electrive (2021): E-Nfz-Rollout: BMVI kürt Innovationscluster und gründet Task-Forces, Stand 09/ 2021, <https://www.electrive.net/2021/09/08/e-nfz-rollout-bmvi-kuert-innovationscluster-und-gruendet-task-forces/>

Europäische Kommission (2020): Arbeitsprogramm der Kommission für 2021 – Von strategischer Planung zu praktischer Umsetzung, Stand 10/ 2020, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_1940

Europäischer Rat (2022): Erste Maßnahme zu „Fit für 55“ beschlossen: EU verschärft CO₂-Emissionsziele für neue Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge, Stand 10/ 2022, <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2022/10/27/first-fit-for-55-proposal-agreed-the-eu-strengthens-targets-for-co2-emissions-for-new-cars-and-vans/>

European Commission (2022): The Digital Economy and Society Index (DESI) 2022, Stand 12/ 2022, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

Eurostat (2020): Circular material use rate, Stand 04/ 2021, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en

Fraunhofer ISI (2021): Mögliche Ausgestaltung eines Energiesparverpflichtungssystems für Deutschland. Umweltbundesamt Climate Change 11/2021, Stand 11/ 2021, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-02-26_cc_11-2021_energieeinsparverpflichtungssystem.pdf

Götz, Thomas; Adisorn, Thomas; Tholen, Lena (2021): Der Digitale Produktpass als Politik-Konzept. Kurzstudie im Rahmen der umweltpolitischen Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Stand 03/ 2021, <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7694/file/WR20.pdf>

Handelsblatt (2022): Konzerne fordern ab 2035 nur noch emissionsfreie neue Lkw in der EU, Stand 12/ 2022, <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/klimaneutralitaet-konzerne-fordern-ab-2035-nur-noch-emissionsfreie-neue-lkw-in-der-eu/28857518.html>

Hintemann, Ralph & Simon Hinterholzer (2020): Rechenzentren in Europa - Chancen für eine nachhaltige Digitalisierung, Stand 12/ 2020, <https://www.borderstep.de/publikation/hintemann-r-hinterholzer-s-2020-rechenzentren-in-europa-chancen-fuer-eine-nachhaltige-digitalisierung-berlin-borderstep-institut/>

Hirzel, S., Schlomann, B., Rohde, C. (2020): Technologie- und Marktoptionen für eine dekarbonisierte Industrie I - Querschnittsoptionen für alle Unternehmen. Hintergrundpapier für die 2. Sitzung der AG Industrie am 5.10.2020, Stand 10/ 2020, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2045-impulsvortrag-querschnittstechnologien-ag-industrie.pdf?__blob=publicationFile&v=8

IER (2020): Dobbins, A. – Europäische Perspektiven und Handlungsempfehlungen zur Bekämpfung von Energiearmut, Vortrag zur 2. AG Systemfragen am 29.09.2020, Stand 09/ 2020, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2045-ag-systemfragen-europaeische-perspektiven-und-handlungsempfehlungen.pdf?__blob=publicationFile&v=1

IER, PIK, OvGU, RWI, FW et. al. (2020): Fahl, U.; Pahle, M.; Kaiser, G.; Sommer, S.; Obe, S. – Analyse der kurz und langfristigen Wirkungen unterschiedlicher CO₂-Bepreisungsvarianten auf Gesellschaft und Volkswirtschaft, Vortrag zur 2. AG Systemfragen am 29.09.2020. Zwischenstand aus dem gleichnamigen, im 7. Forschungsprogramm geförderten Forschungsprojekt im Förderaufruf „Energiewende & Gesellschaft“, Stand 09/ 2020, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2045-ag-systemfragen-co2-bepreisung.pdf?__blob=publicationFile&v=1

ifeu (2020): Pehnt M – Energie- und Ressourceneffizienz – Wo kommen wir her, wo müssen wir hin? Vortrag zur 1. AG Systemfragen am 23.6.2020, Stand 06/ 2020, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2045-ag-systemfragen-energie-und-ressourceneffizienz-pehnt.pdf?__blob=publicationFile&v=1

ifeu (2021): Brischke, L.-A.: Klimafreundliche und nachhaltige Konsummuster: Energieverbrauchsreduktion durch Verhaltensänderung, Vortrag zur 3. AG Systemfragen am 22.4.2021, Stand 04/ 2021, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2045-ag-systemfragen-3-sitzung-klimafreundliche-und-nachhaltige-konsummuster.pdf?__blob=publicationFile&v=4

ifeu (2022): Vergleichende Analyse der Potentiale von Antriebstechnologien für Lkw im Zeithorizont 2030. Teilbericht im Rahmen des Vorhabens „Elektrifizierungspotential des Güter- und Busverkehrs - My eRoads“. ifeu Heidelberg in Kooperation mit PTV Transport Consult, Heidelberg, Stand 01/ 2022, https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/2022-02-04_-_My_eRoads_-_Potentiale_Lkw-Antriebstechnologien_-_final_01.pdf

IWU (2018): Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016. Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand, Stand 12/ 2022, https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018_IWU_CischinskyEtDiefenbach_Datenerhebung-Wohngeb%C3%A4udebestand-2016.pdf

IWU (2021): Forschungsdatenbank NichtWohnGebäude. ENOB: dataNWG. Repräsentative Primärdatenerhebung zur statistisch validen Erfassung und Auswertung der Struktur und der energetischen Qualität des Nichtwohngebäudebestands in Deutschland. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Stand 12/ 2022, https://www.datanwg.de/fileadmin/user/iwu/BMWi-03ET1315_ENOBdataNWG_Schlussbericht_final.pdf

Kamiya, George (2020): (March 25th). The carbon footprint of streaming video: fact-checking the headlines, Stand 06/ 2020, <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>

Koalitionsvertrag (2021): Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, Stand 11/ 2021: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/koalitionsvertrag-2021-1990800>

Lechtenböhrer, S., Fishediek, M. (2020): Integrierte Klima-Industriepolitik als Kernstück des europäischen Green Deal. Wuppertal Institut. 09/2020 als Kernstück des europäischen Green Deal. Wuppertal Institut, Stand 09/ 2020, https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7482/file/7482_Klima-Industriepolitik.pdf

Material Economics (2018): Material Economics. The circular economy. A powerful force for climate mitigation. Transformative innovation for prosperous and low-carbon industry, Stand 12/ 2018<https://materialeconomics.com/publications/publication/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation>

Öko-Institut (2020): Schumacher, K., Cludius, J.: Strategien und Maßnahmen zur Bekämpfung der Energiearmut in Deutschland, Vortrag zur 2. AG Systemfragen am 29.09.2020, Stand 09/ 2020, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2045-ag-systemfragen-strategien-und-ma%C3%9Fnahmen-zur-bekaempfung-der-energiearmut-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES (2020): Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 (Kurzbericht). Climate Change 12/2020, Stand 12/ 2020, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-19_cc_12-2021_treibhausgasminderungswirkungen-klimaschutzprogramm-2030_psz_ix.pdf

Öko-Institut, ifeu (2018): Wissenschaftliche Untersuchung der Energieverbrauchsentwicklung und Maßnahmen zur Steigerung der produktbezogenen Energieeffizienz. Endbericht. Projekt BMWi 18/15. Berlin, Freiburg, Darmstadt, Stand 06/ 2016, https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/181206-Produktstudie_Endbericht_final_format.pdf

Prognos (2017): Seefeldt, F.; Krämer, L. & Moog, S.- Klimafreundliche & soziale Ausgestaltung einer Reform der Energiesteuer im Wärmemarkt; Studie im Auftrag des Bundesverbands Erneuerbare Energien, Berlin 2017, Stand 12/ 2017, https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-02/20170920-prognos_Transformation_Energiesteuer_170918_1_.pdf

Prognos (2022): Modellierung Szenario KSSP – Ergebnisse Industriesektor. Vortrag zur 5. AG Industrie am 19.10.2022, Stand 10/ 2022, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/gesamtpraesentation-5-ag-industrie.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Prognos AG (2020): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Dokumentation von Referenzszenario und Szenario mit Klimaschutzprogramm 2030, Stand 03/ 2020

Prognos AG, Fraunhofer ISI, GWS, IINAS (2021): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Stand 02/ 2021, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/energiewirtschaftliche-projektionen-und-folgeabschaetzungen-2030-2050.html>

RND (2022): Große Lücke im Verkehr: Das sind die Eckpunkte für das Klima-Sofortprogramm, Stand 10/ 2022, <https://www.rnd.de/politik/klimaziele-2030-nicht-erreichbar-klima-sofortprogramm-fuer-verkehr-soll-helfen-die-eckpunkte-SVTQIUSYPRMIUWUPHEIC2FSL6E.html>

T&E (2022): Open letter of environmental, health and consumer organisations to the Commission urging to put all new trucks on a path to zero emission by 2035 and aligning road freight with the EU's climate commitments, Stand 11/ 2022. <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/11/NGO-truck-letter-2022-1.pdf>

UBA (2022): Endenergieverbrauch und Energieeffizienz des Verkehrs, Stand 12/ 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#anmerkung->

UBA (2020): – RESCUE – Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität, Stand 05/ 2021, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/szenarien-konzepte-fuer-die-klimaschutz/rescue-wege-in-eine-ressourcenschonende>

UBA (2022): Gemeinsame Pressemitteilung von Umweltbundesamt und Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Treibhausgasemissionen stiegen 2021 um 4,5 Prozent Bundesklimaschutzministerium kündigt umfangreiches Sofortprogramm an, Stand 12/ 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-stiegen-2021-um-45-prozent>

UBA (2022): Daten der Treibhausgasemissionen des Jahres 2021 nach KSG. Dessau, Stand 03/ 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#treibhausgas-emissionen-nach-kategorien>

VCI (2021): Energiestatistik in Daten und Fakten. Stand 02/ 2021, <https://www.vci.de/ergaenzende-downloads/energiestatistik-daten-fakten.pdf>

9.3 Abkürzungen

a	Jahr
AG	Arbeitsgruppe
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfEE	Bundestelle für Energieeffizienz
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BIM	Building Information Modeling = Bauwerksinformationsmodelle
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CCfD	Carbon Contracts for Difference
CCS	Carbon Capture and Storage = CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung
CO₂eq	CO ₂ -Äquivalent
ct	Cent
ECTS	European Train Control System = Europäische Zugsicherungssystem
EDL	Energiedienstleistung
EE	Erneuerbare Energie
EED	EU Energy Efficiency Directive = Energieeffizienzrichtlinie (EnEff-RL)
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EffSTRA	Energieeffizienzstrategie
ENF	Förderprogramm Erneuerung der Nutzfahrzeugflotte
EnSimiMaV	Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirk-same Maßnahmen
ENVKV	Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung
EPBD	Energy performance of buildings directive = EU-Richtlinie über die Ge-samtenergieeffizienz von Gebäuden
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation = EU-Ökodesign-Verord-nung für nachhaltige Produkte
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
HWK	Handwerkskammer
IHK	Industrie- und Handelskammer
IT	Informationstechnologie
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KoaV	Koalitionsvertrag
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KsNI	Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfra-struktur für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge (reine Batterieelektro-fahrzeuge, von außen aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Brenn-stoffzellenfahrzeuge)
KSSP	Klimaschutz-Sofortprogramm
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

Lkw	Lastkraftwagen
LTRS	Long Term Renovation Strategy = Langfristige Renovierungsstrategie
m²	Quadratmeter
MEPS	Minimum Energy Performance Standards = energetische Mindeststandards für den Gebäudebestand
Mio.	Million
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mrd.	Milliarde
NAPE 2.0	Neuer Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
NZL	Neuzulassung
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PBefG	Personenbeförderungsgesetz
PHEV	Plug-in-Hybrid
PHH	private Haushalte
PJ	Petajoule
Pkm	Personenkilometern
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
SHK	Sanitär-Heizung-Klima
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
THG	Treibhausgasemission
TWh	Terrawattstunde
WFL	Wohnfläche
WPB	Worst Performing Buildings
ZAV	Zentralen Auslands- und Fachvermittlung

9.4 Glossar

Begriff	Definition
Blended Learning	Integriertes Lernen
Carbon Leakage-Schutz	Schutz vor Verlagerung von CO ₂ -Emissionen
Change Agents	Reflexionsfähige und transformativ denkende Akteurinnen und Akteure
Enabler	Ermöglicherin, Ermöglicher
Green ICT	Elektronik für energiesparsame Informations- und Kommunikationstechnik
Level-Playing-Field	Gleiche und faire Wettbewerbsbedingungen für alle Teilnehmenden eines Marktes
Lock-In-Effekte	Anbindeeffekt; Abhängigkeitsverhältnis eines Kunden zu einem Anbieter
Rebound-Effekte	Mit Rebound-Effekten werden bei einer (staatlichen) Intervention der ursprünglichen Intention gegenläufige Effekte bezeichnet. So führen Budget-, Komfort- und Zeiteffekte sowie Mehrnutzungen häufig zu einem Verzehr der ursprünglich geplanten Energieeinsparung.
Split incentives	Geteilte Anreize, siehe auch Vermieter-/Mieter-Dilemma
Trade-offs	Zielkonflikte
Vermieter/Mieter-Dilemma	Die Energiekosten eines vermieteten Wohngebäudes werden nach deutschem Recht von den Mietern getragen. Der Vermieter hat damit (auch bei steigenden Energiepreisen) keinen Anreiz zur energetischen Modernisierung eines Gebäudes (vorbehaltlich der Möglichkeit einer Modernisierungsumlage nach §599 BGB)
Sharing i.S.v. Ridesharing	Nicht-gewerbliche Personenbeförderung, Fahrgemeinschaft
Ridepooling	Gewerbliche Personenbeförderung, Fahrgemeinschaft
Think-Tank	Denkfabrik
Remote-Work	Fernarbeit
Push- und Pull-Maßnahmen	Im Verkehrsreich: Maßnahmen zu Mobilitätsangeboten im Gegensatz zu restriktiven Maßnahmen
On-Demand-Ridepooling	Gewerbliche Personenbeförderung, Fahrgemeinschaft „auf Abruf“
Car-, Bike-Sharing	Öffentliches Auto-, Fahrradverleihsystem
Mobility-as-a-Service (MaaS)-	Bündelung von verschiedenen Mobilitätsdienstleistungen
Umweltverbund	Gruppe der „umweltverträglichen“ Verkehrsmittel
Spritspar-Contracting	Externe Investoren übernehmen (teilweise) die Anschaffungskosten der Effizienztechnologie und werden an den damit erreichten Kosteneinsparungen beteiligt.
Governance	Steuerungs- und Regelungssystem in der Steuerung öffentlicher oder privater Organisationen
Multiple benefits	Vielfältiger Nutzen, meist verwendet für nicht-monetäre Nutzendimensionen einer (Effizienz-)Investition, wie z. B. Gesundheits-, Produktivitäts- und Komforteffekte.

