

DEKARBONISIERUNG DER MOBILITÄT

Mit welchen Hebeln Europa die Lücken in der Klimazielerreichung verringern kann

BUILD
TO
EVOLVE

DEKARBONISIERUNG DER MOBILITÄT

Mit welchen Hebeln Europa die Lücken in der Klimazielerreichung verringern kann



Oliver Danninger
Associate Partner
oliver.danninger@accilium.com



Tobias Luksch
Senior Associate
tobias.luksch@accilium.com



Dominik André
Senior Associate
dominik.andre@accilium.com

Impressum

Medieninhaber: accilium Group GmbH, Schuberttring 14, 1010 Wien

Kontakt: office@accilium.com

Unternehmensgegenstand und grundlegende Richtung: Managementberatung im Kontext des Mobilitäts-Ökosystems

Copyrights Bildmaterial: Shutterstock



Vorwort

Die moderne Gesellschaft steht vor einer gewaltigen Anstrengung. Die Erreichung der Klimaziele bei gleichzeitigem Erhalt von Wohlstand, Beschäftigung und Lebensqualität steht heute bei Politiker*innen, Unternehmer*innen, der Zivilgesellschaft und NGOs gleichermaßen im Mittelpunkt ihres Handelns. Besonders der Mobilitätssektor rückt mit einem signifikanten Anteil an den weltweiten Treibhausgasemissionen in den Fokus.

Als Managementberatung, die sich mit den Fragestellungen rund um das Mobilitätsökosystem der Zukunft beschäftigt, sind wir davon überzeugt, dass die Lösung heutiger Herausforderungen im Prinzip der kontinuierlichen Weiterentwicklung liegt. Moderne, digitale und kollaborative Ansätze sind es, die unsere Gesellschaft in eine erfolgreiche Zukunft führen werden. Deshalb setzen wir unser Know-how aus der Zusammenarbeit mit Automobilherstellern und -zulieferern, Energieversorgern und öffentlichen Einrichtungen dafür ein, notwendige Maßnahmen für die Herausforderungen unserer Zeit zu entwickeln und diese hinsichtlich ihrer Wirkung und Umsetzung abzuschätzen.

Im Hinblick auf die Dekarbonisierung der Mobilität haben wir dementsprechend drei effektive Hebel identifiziert und auf ihre Wirksamkeit analysiert: Die Änderung der Antriebstechnologie, die Erhöhung

des Besetzungsgrades sowie die Antizipation von Mobilitätsbedürfnissen. Auf dieser Grundlage ist es möglich, einen breit gefächerten Maßnahmenkatalog zu entwickeln, der die Lücken in der Zielerreichung der Klimaziele und der Dekarbonisierung der Mobilität schließen kann.

Die nachfolgende Studie richtet sich an Entscheider*innen und Gestalter*innen und soll bei der Einschätzung hinsichtlich der langfristigen Wirksamkeit von Maßnahmen unterstützen. Denn der zielgerichtete Einsatz begrenzt verfügbarer Ressourcen und Budgets ist dabei essenziell.



Alexander Hotowy
Co-Founder und Managing Partner
accilium GmbH



accilium ist eine Unternehmensberatung, die auf der Idee basiert, dass nichts von Dauer ist, wenn es nicht dafür gemacht ist, sich weiterzuentwickeln. Dieser Grundgedanke, gepaart mit dem Know-how aus der Zusammenarbeit mit Automobilherstellern und -zulieferern, Energieversorgern und öffentlichen Einrichtungen, ermöglicht es uns, die großen Herausforderungen der Mobilität anzunehmen und gemeinsam mit unseren Partnern und Kunden tragfähige Ansätze und Lösungen zu entwickeln, um die Digitalisierung voranzutreiben.

Tief in der Automobilindustrie verwurzelt, hat accilium Erfahrungen in allen drei Kernbereichen entlang der Wertschöpfungskette eines Erstausrüsters gesammelt: Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Vertrieb und Aftersales. Um zukünftige Mobilitätskonzepte zu entwickeln, wagen wir uns jedoch über die Grenzen des Automobilherstellers hinaus in Branchen wie Energieversorger und öffentliche Dienstleistungen, die wir für den Aufbau des Mobilitäts-Ökosystems der Zukunft für unerlässlich halten. Ein Ökosystem, das umweltfreundlich, bequem und vor allem bedingungslos kundenzentriert ist.

Unsere Mission ist es, die Mobilitätswende zu beschleunigen und wir verfolgen dies mit unermüdlichem Elan, der sich in drei Teile gliedern lässt:

- › Wir unterstützen die führenden Akteure des Mobilitäts-Ökosystems (Automobilhersteller und -zulieferer, Energieversorger, öffentlicher Sektor) dabei, ihre Organisationen fit für die Zukunft zu machen
- › Wir helfen neuen Akteuren, die in den Mobilitätsmarkt eintreten oder eintreten wollen, bei der Entwicklung und Berechnung von go2market-Strategien
- › Wir informieren in Form unserer „Thought Leadership on Mobility of the Future“ über die Trends der Elektrifizierung, der Shared Economy, des autonomen Fahrens und der Digitalisierung, um die Bedenken der Gesellschaft hinsichtlich des Mobilitätswandels zu zerstreuen.

Folgen Sie uns auf LinkedIn



Inhalt

1.	Einleitung	8
1.1	Globaler und nationaler Diskurs in der Klimapolitik	8
1.2	Mobilitätssektor als Emissionstreiber	11
2.	Status quo, Prognosen und Ziele hinsichtlich CO ₂ im Verkehr	12
2.1	Gemessene historische Daten zum CO ₂ -Ausstoß	12
2.2	Prognosen zur weiteren Entwicklung des CO ₂ -Ausstoßes	13
2.3	Politische Zielkurven, die mit den Klimazielen im Einklang stehen	14
2.4	Zielerreichungslücken in der EU, Deutschland und Österreich	15
3.	Die drei Hebel zur Zielerreichung und Quantifizierung der Maßnahmen	18
3.1	Wirkung der drei Hebel am Beispiel PKW Flotte in Deutschland	18
3.2	CO ₂ -freie Fahrzeugantriebe	20
3.3	Erhöhung des Besetzungsgrades	20
3.4	Reduktion der Wege	21
4.	Fazit und Ausblick	22
	Quellenverzeichnis und Abbildungsverzeichnis	24

1. Einleitung

1.1. Globaler und nationaler Diskurs in der Klimapolitik

Als zentrale Herausforderung unserer modernen Gesellschaft rückt der menschengemachte Klimawandel immer mehr ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Angesichts der fortschreitenden Globalisierung, Industrialisierung und Urbanisierung ist die Klimakrise längst keine nationale Problematik mehr, sondern beschäftigt Staatenlenker*innen, Unternehmer*innen, die Zivilgesellschaft und NGOs gleichermaßen. Als „weit verbreitet, schnell und sich verstärkend“ wird der Klimawandel vom international anerkannten IPCC bezeichnet und lässt keinen Zweifel daran, dass die beobachtbaren Veränderungen des Weltklimas insbesondere durch eine rasche Reduktion von Kohlenstoffdioxid (CO₂) sowie weiteren Treibhausgasen zu verringern sind.¹

Mit dem Beschluss des Pariser Klimaabkommens 2015 ist die Weltklimakonferenz international zu dem wohl bedeutsamsten Gremium geworden, welches sich damals zu einer Erderwärmung um maximal 1,5 Grad im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter bekannte. Auch wenn der Unmut in den Reihen der Klimaaktivist*innen deutlich spürbar war, folgten zahlreiche politische Absichtsbekundungen, die zumindest in der Theorie dem Klimawandel entgegenwirken sollen. Hervorzuheben ist, dass der 2015 in Paris gefasste Beschluss nicht nur bestätigt, sondern vielmehr konkretisiert und geschärft wurde. Die globalen CO₂-Emissionen sollen bis 2030 um 45 % im Vergleich zum Jahr 2010 sinken und bis 2050 sollen global **Netto-Null-Emissionen** erreicht werden.² Diese konkreten Anforderungen, die um den Bedarf an nationalen Langfrist-Minderungsstrategien ergänzt wurden, werden von nun an der Gradmesser sein, an dem sich die Nationalstaaten zu messen haben. Neben dieser Konkretisierung sind hinsichtlich dieses Artikels insbesondere die Verpflichtung zu Null-Emissions-Fahrzeugen (Zero Emission Vehicle Pledge) sowie die Neuregelung des Emissionshandels hervorzuheben. Der

Emissionshandel bietet außerdem die Möglichkeit, verbindliche Obergrenzen für Treibhausgase festzulegen und diese schrittweise zu senken. Durch die Neuregelungen müssen alle übertragenen Emissionszertifikate bilanziert werden, was Doppelzählungen unwirksam machen und somit unmittelbar zu einer Treibhausgasreduktion führen soll.

Allerdings werden nicht nur auf globaler Ebene Pläne in Richtung Klimaneutralität verhandelt, sondern auch in der Europäischen Union gibt es diesbezüglich eine Reihe an Legislativvorhaben, die nennenswert sind. So ist insbesondere der **„European Green Deal“** als eine der sechs Prioritäten der Europäischen Kommission im Dezember 2019 hervorzuheben. Als Wachstumsstrategie für die Europäische Union zielt dieser Deal darauf ab, die EU zu einer klimaneutralen, fairen und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu bringen, um bis 2050 die Klimaneutralität erreichen zu können.² Im Dezember 2020 wurde dieser ambitionierte Plan durch den Europäischen Rat gebilligt, indem die Staatsoberhäupter der EU-Länder das verbindliche EU-Ziel, nämlich die Treibhausgasemissionen in der EU bis 2030 netto um mindestens 55 % gegenüber dem Stand von 1990 zu verringern, annahmen. Im Kontext des Europäischen Klimagesetzes, welches im Juni 2021 durch das EU-Parlament und den Rat der EU angenommen wurde, wurde das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 als formelles EU-Recht verabschiedet. Mit dem Gesetz soll zudem sichergestellt werden, dass alle EU-Gesetzesvorhaben zu diesem Ziel beitragen und dass alle Bereiche der Wirtschaft und der Gesellschaft ihren Beitrag leisten.

¹ Europäischer Rat (2019) – Ein europäischer Grüner Deal – Consilium

² Bundeszentrale für politische Bildung – COP 26: UN-Klimakonferenz in Glasgow

³ Europäische Kommission (2021) – EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS)

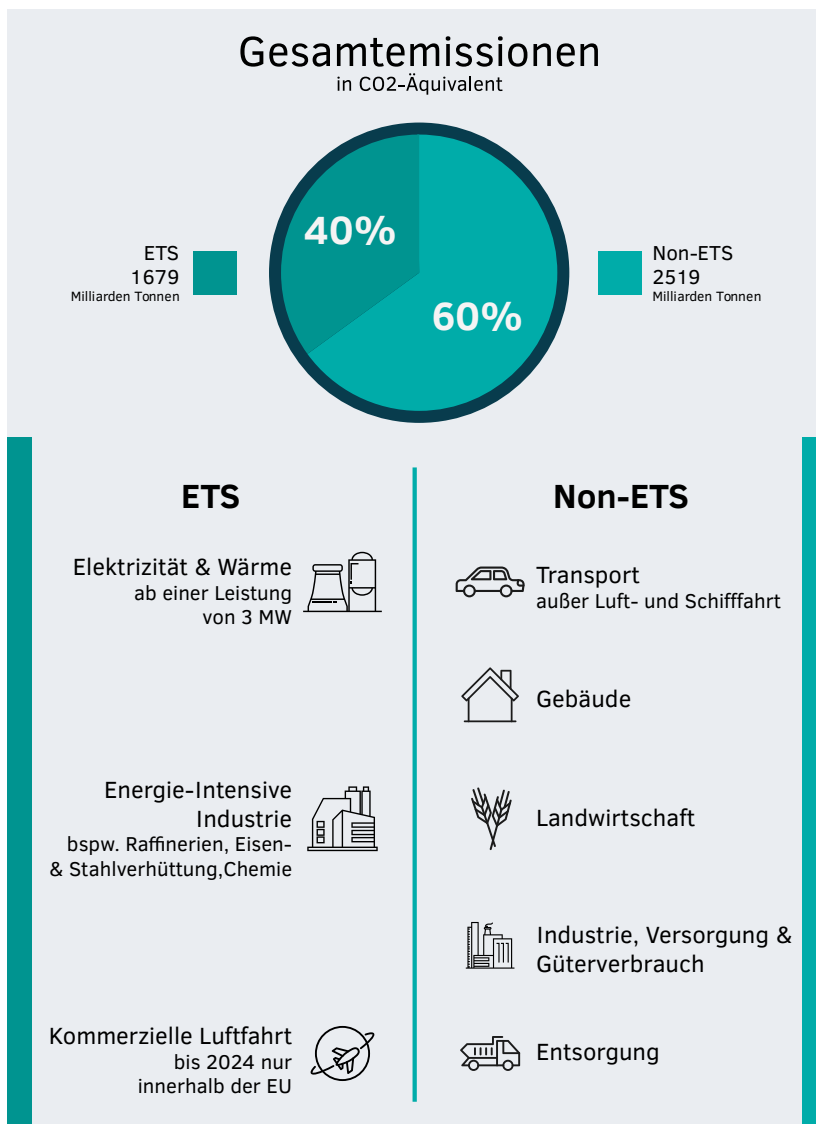


Abbildung 1: Übersicht der Sektoren innerhalb und außerhalb des Europäischen Emissionshandels (ETS); Quelle: Europäischer Rat (2021)

Des Weiteren legte die Europäische Kommission im Juli 2021 weitere Legislativvorschläge vor, welche unter dem Titel „Fit for 55“ ein breites Spektrum an Themenfeldern, wie z.B. den Energiesektor, den Transportsektor sowie Fragen der Besteuerung, abdecken. Auch hier handelt es sich um Legislativvorschläge, die auf die Ziele des Europäischen Green Deals einzahlen sollen. Insbesondere durch erhöhte Ambitionen im bereits beschriebenen EU-Emissionshandel sowie verschärfte Zielrichtwerte in den Bereichen Luftverkehr, Bau und Transport (inkl. Flottenziele bei Neufahrzeugen) soll eine signifikante Reduktion von Treibhausgasen erzielt werden. Als sehr erfolgreiches politisches Mittel konnten nach Angaben der Europäischen Kommission seit dem Start des ETS 2005 bis 2019 rund 35 % der Emissionen in den ETS-Sektoren eingespart werden.⁴

Neben den bisher skizzierten politischen Rahmenbedingungen finden sich auch in der nationalen politischen Landschaft für die im Rahmen der Studie relevanten Länder Deutschland und Österreich vermehrt relevante Gesetze sowie politische Absichtserklärungen. So wurde erst kürzlich in Deutschland der Koalitionsvertrag der sogenannten „Ampel-Koalition“ unterzeichnet. Dieses Bündnis für „Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“ hat das Kapitel „Klimaschutz in einer sozial-ökologischen Marktwirtschaft“ mit rund 30 Seiten am ausführlichsten beschrieben, was die enorme

Relevanz der Klimapolitik noch einmal eindrücklich unterstreicht. Das Erreichen der Klimaschutzziele von Paris, wird als „oberste Priorität“ bezeichnet und auch kontroverse Themen wie das Ende des Verbrennungsmotors und der Kohleausstieg konkretisieren den Klimaschutz als oberste Maxime.

Ein ähnliches Bild wird auch im Regierungsprogramm „Aus Verantwortung für Österreich“ gezeichnet. Hier findet man die Bekämpfung des Klimawandels und die Einhaltung der Klimaziele von Paris als Kernelement wieder. Weiters wird auch dem Kapitel „Klimaschutz, Infrastruktur, Umwelt & Landwirtschaft“, wie in Deutschland, der größte Umfang eingeräumt. Auch wenn politische Willensbekundungen noch kein CO2 reduzieren, sind diese eine wichtige Voraussetzung für eine wirksame Umsetzung. Als zentrale Ambition verankerte die Bundesregierung Österreichs im Rahmen des Koalitionsvertrages die Klimaneutralität bis 2040 und demnach ein „Paris-kompatibles CO2-Budget“ mit „dementsprechenden Reduktionspfaden“.⁵ Es lässt sich zusammenfassend also sagen, dass eine ambitionierte Klimapolitik auf allen Ebenen angekommen ist. Damit die eindringlichen Warnungen der Wissenschaft bezüglich möglicher „Points of no return“ nicht zur Wirklichkeit werden, steht insbesondere die Wirkungsentfaltung von Maßnahmen im Vordergrund.

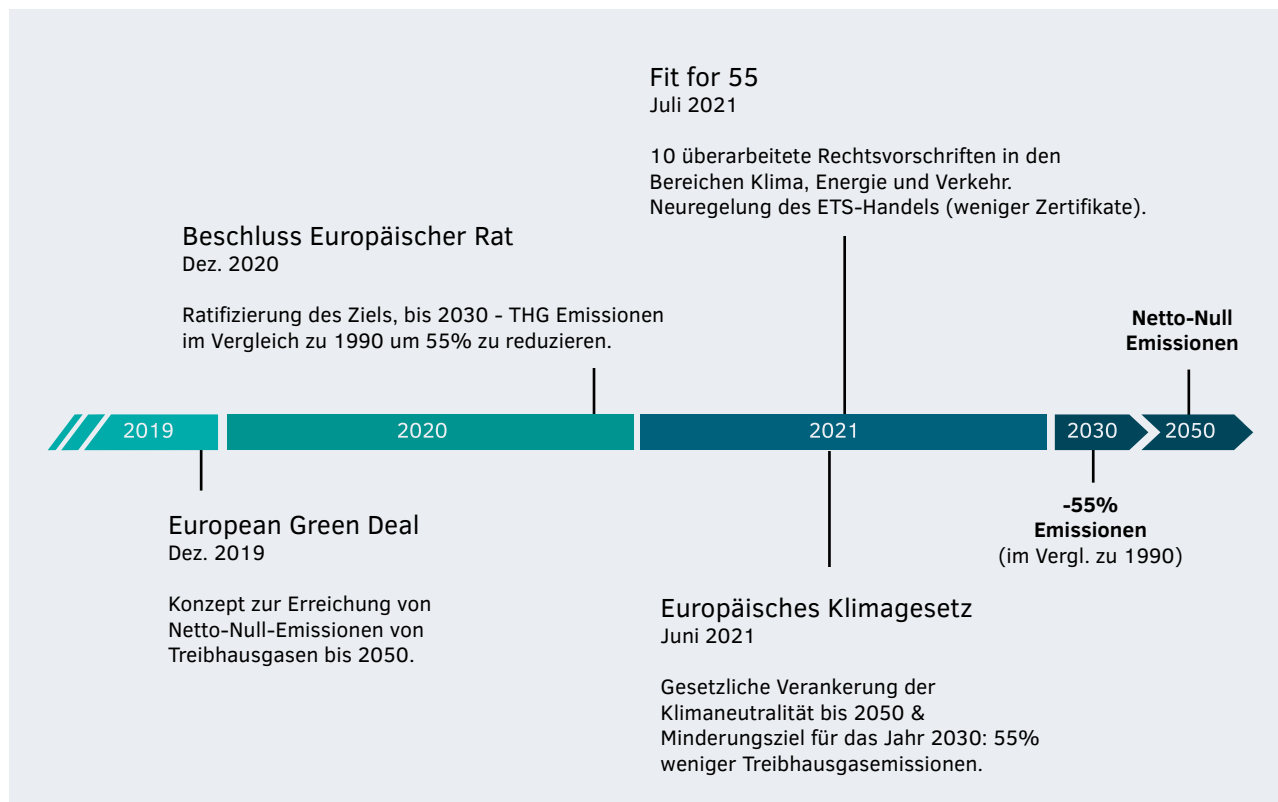


Abbildung 2: Übersicht der relevanten klimapolitischen Gesetzesinitiativen der EU

⁴ Europäische Kommission (2021) – EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS)

⁵ Bundeskanzleramt Österreich (2020) – Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024

1.2 Mobilitätssektor als Emissionstreiber

Mobilität ist einer der Grundpfeiler der modernen Gesellschaft und Motor der globalen wirtschaftlichen Entwicklung. Dementsprechend ist der Verkehrssektor für etwa 25 % der Treibhausgasemissionen weltweit verantwortlich, wovon ca. 18 % auf den Straßenverkehr entfallen.⁶ In der EU liegt der Anteil der durch den Straßenverkehr verursachten CO₂-Emissionen mit rund 26 % sogar noch deutlich höher.⁷ Auch für den geografischen Fokus auf Deutschland und Österreich bleibt die Dekarbonisierung der Mobilität eine enorme Herausforderung, da die Mobilität der Bereich mit dem größten Handlungsbedarf auf dem Weg zur Erreichung der EU-Klimaziele ist. In Österreich stieß der Verkehrssektor 2020 beispielsweise ca. 50 % mehr CO₂ aus als im Referenzjahr 1990.⁸ Zwar ist in Deutschland bis 2019 die Summe der Treibhausgasemissionen im selben Betrachtungszeitraum im Verkehrssektor immerhin konstant (+ 0,4 %) geblieben, selbstredend ist dies vor dem Hintergrund der ambitionierten Klimaziele bei Weitem aber nicht ausreichend.⁹

Durch den großen Anteil des Mobilitätssektors an den nationalen und globalen CO₂-Emissionen existieren in diesem Sektor ebenfalls politische Zielsetzungen, die in weiterer Folge auf die Klimaziele einzahlen sollen. Für Österreich ist hier der „Mobilitätsmasterplan 2030“ nennenswert, der durch das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2021 veröffentlicht wurde. Im Rahmen des Masterplans ist für 2040 ein Zielbild verankert, in dem das Mobilitätssystem „nachhaltig, klimaneutral und sicher“ ist.¹⁰ Des Weiteren wird das Ziel, Klimaneutralität im Verkehrssektor im Jahr 2040 erreicht zu haben, festgehalten. Insbesondere soll hier beim Modal Split der Verkehrsmittel der aktuelle Anteil von 61 % am motorisierten Individualverkehr (MIV in Wegen) aus dem Jahr 2018 auf maximal 42 % des gesamten Personenverkehrs reduziert werden. Um von den aktuell rund 24 Mio. t auf 0 t CO₂-Äquivalent zu kommen, ist offenkundig eine enorme Kraftanstrengung notwendig, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Emissionen seit dem Referenzjahr 1990 signifikant gestiegen sind.

Mit Blick auf das Nachbarland Deutschland gibt der bereits zitierte Koalitionsvertrag einen Einblick in die angestrebte Verkehrspolitik der neuen Bundesregierung. So sollen etwa „die erforderlichen Entscheidungen“ zur Erreichung der „Klimaschutzziele für 2030 und 2045 mit dem Ziel der Dekarbonisierung des Mobilitätsbereiches“ getroffen werden. Geplant ist beispielsweise der Ausbau des Schienenpersonen- und Schienengüterverkehrs, die Steigerung der Fahrgastzahlen im öffentlichen Verkehr

sowie die Unterstützung digitaler Mobilitätsdienste. Um die seitens der Europäischen Union vorgegebenen Klimaziele zu erreichen, wurde zudem mit dem am 31. August 2021 in Kraft getretenen Klimaschutzgesetz der Rechtsrahmen für deutlich verschärfte Emissionsreduktionen geschaffen. Demnach ist das angepasste Minderungsziel für 2030 um 10 % auf –65 % im Vergleich zu 1990 angehoben worden, um im Jahr 2045 vollkommene Klimaneutralität zu erreichen.¹¹ Im Rahmen des Gesetzes müssen die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor bis zum Jahr 2030 auf 85 Mio. t CO₂-Äquivalent sinken, was im Vergleich zum Jahr 2019 fast eine Halbierung (–48 %) darstellt. Auch hier wurden auf nationaler Ebene klare Ziele gesetzt, die es in naher Zukunft zu evaluieren gilt.

Allerdings gestaltet sich der Wandel von einem großteils durch fossile Brennstoffe angetriebenen Verkehrssektor hin zu einem nachhaltigen, multimodalen Mobilitätsangebot für die Breite der Bevölkerung nur schwierig. Von Widerständen seitens der Wirtschaft und der Politik über technische Hürden bis hin zu tief verankerten Verhaltensmustern gilt es, verschiedene Herausforderungen zu bewältigen. So können die Dekarbonisierung der Mobilität beschleunigt und der Klimawandel effektiv bekämpft werden. **Dabei genügt es nicht, nur an einigen Stellschrauben zu drehen, denn verschiedene Ansätze mit kurz- sowie langfristigen Auswirkungen müssen parallel umgesetzt und in ein übergreifendes Konzept integriert werden.** Die im Rahmen der Studie betrachteten Problemstellungen und Handlungsmaßnahmen sollen deshalb ein holistisches Bild der aktuellen Situation zeichnen sowie konkrete Handlungsempfehlungen hinsichtlich einer wirkungsvollen Dekarbonisierung der Mobilität eruieren.

⁶ Statista (2021) – CO₂-Ausstoß. Anteil des Verkehrs

⁷ Statistisches Bundesamt (2021) – Straßenverkehr: EU-weite CO₂-Kohlendioxid-Emissionen seit 1990 um 24 % gestiegen

⁸ VCÖ (2021) – VCÖ zu EU-Klimaziel: In Österreich ist Handlungsbedarf beim Klimaschutz im öffentlichen Verkehr am größten

⁹ Umweltbundesamt (2021) – Klimaschutz im Verkehr

¹⁰ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021)

¹¹ Die Bundesregierung (2021) – Klimaschutzgesetz: Klimaneutralität bis 2045

2. Status quo, Prognosen und Ziele hinsichtlich CO₂ im Verkehr

Die Zielsetzung seitens der Politik ist ambitioniert. Durch die Komplexität des Themas und die vielen politischen, wirtschaftlichen, aber auch gesellschaftlichen Hebel ist eine Prognose zur Zielerreichung äußerst herausfordernd. Nichtsdestotrotz kann auf Basis von verschiedenen Datenquellen die Herausforderung der CO₂-Reduktion im Verkehr für die EU sowie ihre Mitgliedstaaten systematisch analysiert werden. Hier bedarf es insbesondere folgender Datengrundlagen:

- › Gemessene historische Daten zum CO₂-Ausstoß des Verkehrssektors
- › Valide Prognosen zur weiteren Entwicklung des CO₂-Ausstoßes
- › Politische Zielkurven, die mit den Klimazielen im Einklang stehen

2.1 Gemessene historische Daten zum CO₂-Ausstoß

Zur Erhebung des CO₂-Ausstoßes im Verkehrssektor innerhalb der Europäischen Union und dessen Mitgliedstaaten wird der Kraftstoffabsatz in den jeweiligen EU-Ländern herangezogen. Anhand der Art des Treibstoffes lässt sich der CO₂-Ausstoß je Fahrzeug

belastbar berechnen, weshalb der Kraftstoffabsatz als geeignete Kennzahl für den CO₂-Ausstoß herangezogen werden kann. Diese Größe ist unabhängig von der Abgasnachbehandlung oder vom Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors. Obwohl sie oft unterschätzt wird, handelt es sich hier um eine konstante Größe, welche nur über einen geringeren realen Verbrauch in Liter pro 100 km reduziert werden kann.

Die Erhebungsmethode der EU zum CO₂-Ausstoß findet über den Kraftstoffabsatz an den Tankstellen statt und berücksichtigt nicht, wo das CO₂ real ausgestoßen wird. Ein im Vergleich zu den direkten Nachbarländern günstigerer Kraftstoffpreis führt zum sogenannten Tanktourismus,¹² welcher die CO₂-Bilanz eines Staates belasten kann, obwohl das CO₂ real zum Teil in einem anderen Land ausgestoßen wird. In Österreich ist dieser Effekt erheblich.

Die historischen Daten bilden die Grundlage zur Zielableitung der EU im Green Deal und werden in der VO (EU) 2021/1119 des Europäischen Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität geregelt. Diese wird unter Punkt 3. erläutert.

Benzin



Diesel

Verbrennung von 1 Liter = 2,37kg CO₂

Verbrennung von 1 Liter = 2,65kg CO₂

Abbildung 3: CO₂-Ausstoß nach Kraftstoffart

2.2 Valide Prognosen zur weiteren Entwicklung des CO₂-Ausstoßes

Um eine Abschätzung einer möglichen „Zielerreichungslücke“ (Differenz zwischen politisch beschlossenen CO₂-Zielen und der Projektion der real emittierten CO₂-Emissionen) vornehmen zu können, sind neben den gemessenen historischen Daten zum CO₂-Ausstoß auch Prognosedaten für die kommenden 15 bis 20 Jahre notwendig. Aus der daraus resultierenden Differenz kann zum einen der Handlungsbedarf, zum anderen eine Definition von möglichen Handlungsmaßnahmen vorgenommen werden.

Als geeignete Datengrundlage für die im Folgenden beschriebenen Berechnungen werden Prognosedaten der European Environment Agency herangezogen, welche auf der EU-Verordnung „Governance of the Energy Union and Climate Action“ von 2018 basieren.¹³ Im Rahmen dieser Erhebung sind die EU-Staaten verpflichtet, alle zwei Jahre Prognosen der anthropogenen Treibhausgasemissionen aufgeschlüsselt nach Gasen/ Gasgruppen zu übermitteln. Bei der Erhebung wird dabei zwischen den Szenarien „With Existing Measures (WEM)“ und „With Additional Measures (WAM)“ unterschieden. Da die Zielvorgaben der Europäischen Union durch die nationale Gesetzgebung erreicht werden müssen, fallen unter die Kategorie WEM Maßnahmen jene, die mindestens einer der folgenden Kategorien entsprechen:

- › Nationale Gesetzgebung, die bereits in Kraft ist
- › Eine oder mehrere freiwillige Vereinbarungen

- › Allokation finanzieller Ressourcen für die Maßnahme
- › Mobilisierung von Personal
- › Vorliegen eines offiziellen Regierungsentscheids im Rahmen einer klaren Umsetzungsverpflichtung

Im Szenario WAM werden darüber hinaus Maßnahmen gelistet, die gerade diskutiert werden und eine „realistische Chance“ haben, angenommen und implementiert zu werden. Für die Berechnungen im Kontext dieser Studie wird das Szenario WEM verwendet, da dieses im Sinne der Wirkungsentfaltung eine höhere Wahrscheinlichkeit hat, Realemissionen zu reduzieren. Aus aktuellen CO₂-Werten und den existierenden politischen Maßnahmen wird von den Mitgliedstaaten selbst eine Zukunftsprognose der Entwicklung des CO₂-Ausstoßes nach Sektoren bis 2040 abgeleitet. Dazu wird jede politische Maßnahme aufgelistet, Parameter und Faktoren abgeleitet und daraus ein Prognosemodell mit Schätzungen zur Auswirkung auf die Entwicklung des CO₂-Ausstoßes entwickelt. Diese Daten und Prognosewerte werden vom European Topic Centre for Climate Change Mitigation and Energy auf ihre Qualität geprüft und gegebenenfalls angepasst.

¹² Tanktourismus – Wikipedia

¹³ Europäische Kommission (2018) – Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action

2.3 Politische Zielkurven, die mit den Klimazielen im Einklang stehen

Alle 27 EU-Mitgliedstaaten haben sich verpflichtet, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Sie vereinbarten, die Emissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber dem Stand von 1990 zu senken. In der VO (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität ist die „Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität“ adressiert. In dieser Strategie ist die Verwirklichung des Ziels, die verkehrsbedingten Emissionen bis 2050 um 90 % zu senken, als Zielwert festgeschrieben. Im Rahmen der Strategie wurden 82 Initiativen vorgelegt, die bei gleichzeitiger Reduktion der CO₂-Emissionen das Verkehrssystem intelligent, wettbewerbsfähig, sicher, zugänglich und erschwinglich gestalten sollen. Weitere Zielwerte, wie 30 Mio. emissionsfreie Fahrzeuge bis 2030 auf Europas Straßen sowie 100 klimaneutrale europäische Städte, sind ebenso Teil der Strategie.¹⁴

Die politisch festgelegten Zielgrößen der CO₂-Reduktion um 55 % bis 2030 und um 90 % bis 2050 sollen auch hier wieder exemplarisch hinsichtlich Anspannungsgrad dargestellt werden, ohne die Rechtsverbindlichkeit sowie die nationalen und sektoralen Ziele im Detail darzustellen und zu verifizieren. Sollte in Zukunft ein rechtsverbindliches Instrument der EU zur Leistung von Strafzahlungen der Mitgliedstaaten bei Verfehlung der CO₂-Verkehrsziele in Kraft treten, werden jene Regionen davon profitieren, die schon frühzeitig notwendige Prozesse und Maßnahmen realisiert haben. Ähnlich wie bei der Einführung der verbindlichen Vorgabe zu den EU-Flottenzielen für die Automobilhersteller wird dann ein massiver Transformationsprozess in den öffentlichen Verwaltungsbereichen stattfinden.

¹⁴ Europäische Kommission (2020) – Das Verkehrssystem im Umbruch

2.4 Zielerreichungslücken in der EU, Deutschland und Österreich

Im Folgenden werden die drei Kurven, bestehend aus historischen CO₂-Daten ab 1990, CO₂-Prognosedaten auf Basis aktueller Maßnahmenbeschlüsse sowie Zielkurven für den Sektor Verkehr, abgeleitet aus dem Green Deal der EU und den nationalen Zielsetzungen aus Österreich und Deutschland, zusammengeführt. In dieser Darstellung soll exemplarisch die Größenordnung der Zielerreichungslücke dargestellt werden, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit im Sinne der aktuellen Beschlusslage oder der Absolutwerte der Ziel- und Prognosedaten zu erheben. Für eine Diskussion der daraus abzuleitenden Umsetzungshebel und der Vermittlung einer Größenordnung der Zielerreichungslücke ist die Genauigkeit der Darstellung hinreichend gegeben.

Betrachtet man nun die eben skizzierten Datenpunkte für die 27 EU-Länder, wird schnell deutlich, dass für den Zeitraum bis 2040 ein deutlicher Gap zwischen der prognostizierten Entwicklung der CO₂-Emissionen und dem politisch gewünschten Pfad, vorgegeben insbesondere im Kontext des Green Deals, herrscht. Bis zum Beginn der 2020er-Jahre ist es demnach nicht gelungen, die CO₂-Emissionen im Verkehr zu senken. Vielmehr ist sogar ein Anstieg von ca. 642 Mio. t CO₂ im Jahr 1990 auf rund 749 Mio. t CO₂ im Jahr 2020 zu beobachten. Gemessen an der Tatsache des Anstieges der Emissionen über die letzten 20 Jahre wird deutlich, dass es weitaus intensiverer Kraftanstrengungen bedarf, wenn man das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 erreichen möchte.

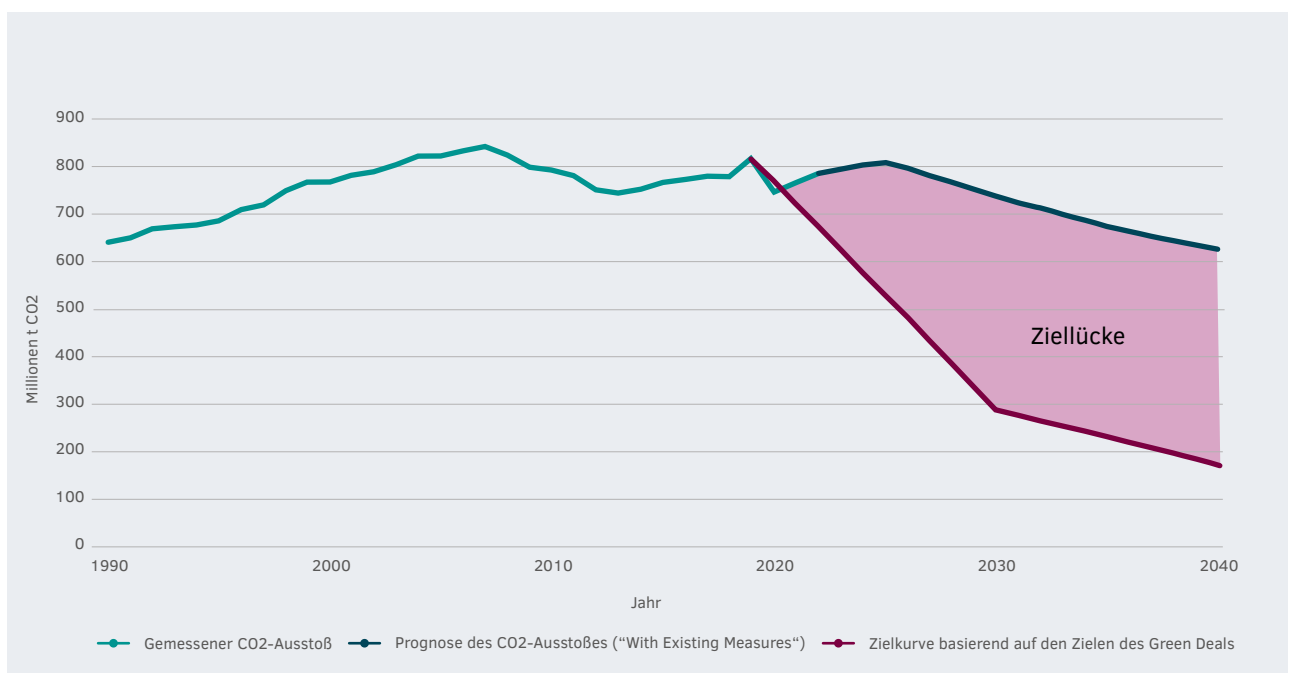


Abbildung 4: Exemplarische Zielerreichungskurve für die EU

EU

Auch die bis 2040 prognostizierten Daten, aggregiert aus den Prognosen der EU-Mitgliedstaaten, die durch die European Environment Agency veröffentlicht werden, unterstreichen diese Vermutung. Betrachtet man die prognostizierten CO₂-Emissionsdaten für das Jahr 2040, ist zu erkennen, dass durchaus eine Reduktion zum Status quo zu erwarten ist, man sich jedoch beinahe exakt am Ausgangswert von 1990 wiederfinden würde. Mit über 600 Mio. t CO₂ allein aus dem Verkehrssektor läge das vom Green Deal abgeleitete Emissionsziel von ca. 176 Mio. t CO₂ in weiter Ferne und würde deutlich verfehlt werden.

Deutschland

Angewendet auf das Fallbeispiel Deutschland zeigt sich ein ähnliches Bild. Zwischen den Jahren 1990 und 2020 wurde der CO₂-Ausstoß im Verkehrssektor um den Wert von 160 Mio. t CO₂ gehalten, was de facto eine Stagnation der letzten 20 Jahre auf einem konstant hohen Level bedeutet. Um in Zukunft die Emissionen zu reduzieren, wurde eine Reihe an Maßnahmen beschlossen, die durch die Prognosedaten bis 2040 widergespiegelt werden. Mit dem Ziel, im Verkehrs-bereich über die nächsten neun Jahre rund 65 Mio. t CO₂ einzusparen, wurden beispielsweise die CO₂-Ausstoßabhängige Kfz-Steuer, der Ausbau des ÖPNV und die Förderung von Elektrofahrzeugen und deren Ladeinfrastruktur auf den Weg gebracht.¹⁵

Doch betrachtet man auch hier die politische Vorgabe, im Jahr 2045 einen CO₂-neutralen Verkehrssektor in Deutschland zu erreichen, wird deutlich, dass die skizzierten Bemühungen nicht ausreichen werden. Im Jahr 2040 würde dies eine Differenz von rund 51 Mio. t CO₂ zwischen prognostiziert und gesetzlich verankert bedeuten und somit das politische Ziel um den Faktor vier verfehlen. Ähnlich wie bei der Europäischen Union

besteht hier ein erhöhter Handlungsbedarf, welcher von der Bundesrepublik Deutschland bewältigt werden muss.

Österreich

Auch das Anwendungsbeispiel für Österreich ist im Kontext der CO₂-Emissionen im Bereich Verkehr ebenfalls noch nicht auf dem Weg in Richtung Klimaneutralität. Auch hier gibt es einen signifikanten Gap zwischen politischer Zielsetzung und den Prognosedaten. Besonders schwer ins Gewicht fällt hier, dass der übliche Referenzwert aus dem Jahr 1990 mit knapp unter 15 Mio. t CO₂ weit unter dem Status quo mit ca. 25 Mio. t CO₂-Emissionen liegt. In Österreich wurde damit über die letzten Jahre relativ gesehen deutlich mehr CO₂ ausgestoßen als im europäischen Durchschnitt. Für den Weg in Richtung klimaneutrale Mobilität bedeutet dies einen deutlich höheren Handlungsbedarf, welcher auch im oben beschriebenen Koalitionsvertrag wiederzufinden ist. Mit der ambitionierten Zielsetzung, bereits im Jahr 2040 im Verkehrssektor komplett CO₂-neutral zu sein, hat sich die österreichische Regierung hohe Ziele gesteckt.

Die dargestellten Anwendungsbeispiele für die EU, Deutschland und Österreich zeigen deutlich, dass es erhebliche Zielerreichungslücken gibt, die ohne weitere, zielführende Maßnahmen nicht zu schließen sind. Neben den regionalen Unterschieden sind die geografischen und sozioökonomischen Faktoren der EU-Mitgliedstaaten zu beachten. Gerade in Ländern wie Deutschland und Österreich, in denen ein signifikanter Teil des BIPs von der Automobilindustrie und deren vor- und nachgelagerten Industrien stammt, ist der Handlungsdruck enorm hoch. Es zeigt sich auch, dass die durch den Green Deal angestrebten Reduktionen durch die Nationalstaaten teilweise sogar verstärkt werden, was im Sinne des Klimaschutzes positiv zu betrachten ist. Im Rahmen der künftigen realen CO₂-Reduktion im Verkehrssektor ist durch die eben gezeigten Zielerreichungslücken deutlich geworden, dass schnelles Handeln erforderlich ist.

¹⁵ Die Bundesregierung (2021) – Weniger Treibhausgase im Verkehr

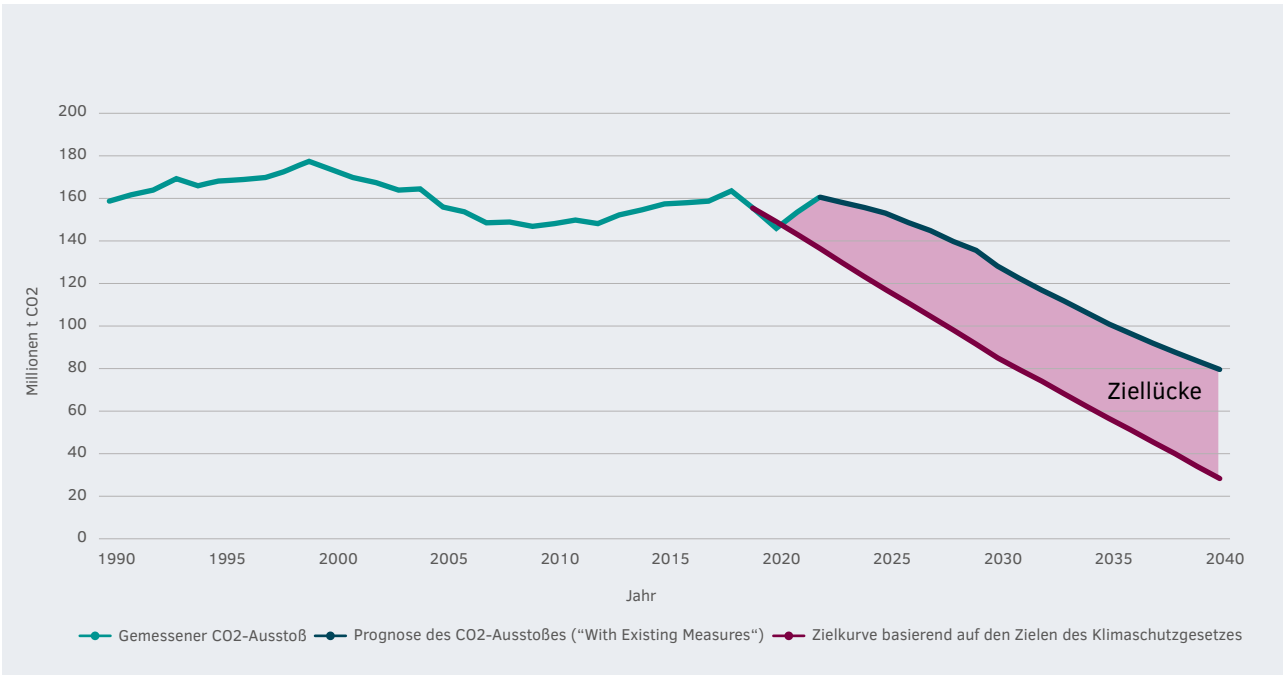


Abbildung 5: Exemplarische Zielerreichungskurve für Deutschland

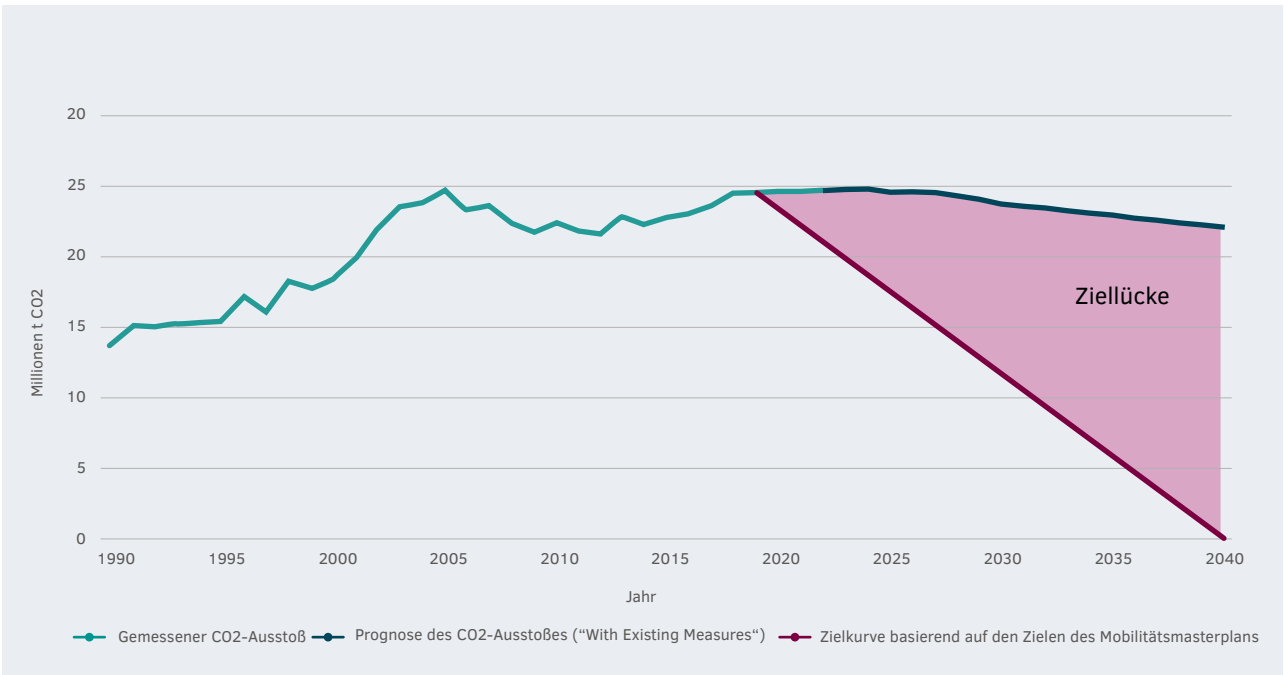


Abbildung 6: Exemplarische Zielerreichungskurve für Österreich

3. Die drei Hebel zur Zielerreichung und Quantifizierung der Maßnahmen

Politische Maßnahmen zur Realisierung der Hebel sind unabdingbar, sollen aber im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet werden. Viel mehr werden die Wirkmechanismen, Umsetzungsbeispiele sowie eine Top-down-Quantifizierung beschrieben. Im Kapitel 3.1 erfolgt diese Quantifizierung durch eigene Berechnungen, basierend auf öffentlichen statistischen Daten¹⁶ und wird am Beispiel der PKW-Flotte in Deutschland beschrieben. Die Methodik kann jedoch auch auf die weiteren Verkehrsmittel angewendet werden. Auf Wechselwirkungen und Nichtlinearitäten zwischen und innerhalb der Hebel ist bei einer vertiefenden Anwendung zu achten. In den Kapitel 3.1 bis 3.3 werden die drei Wirkhebel inhaltlich näher beschrieben.

Um die aufgezeigten Ziellücken zu schließen, gibt es drei zentrale Hebel

1. CO₂-freie Fahrzeugantriebe
2. Erhöhung des Besetzungsgrades
3. Reduktion der Wege

Diese drei Hebel ordnen sich zwei Fragestellungen unter:

- › Wie funktioniert der Verkehr der Zukunft?
(Antrieb und Besetzungsgrad)
- › Warum findet Verkehr statt?
(Verkehrsbedürfnisse)

3.1 Wirkung der drei Hebel am Beispiel PKW - Flotte in Deutschland

Für Hebel 1, CO₂-freie Fahrzeugantriebe, ist die zentrale Messgröße die Anzahl der Fahrzeuge mit regenerativen Antrieben. So kann man beispielsweise für einen mit Ökostrom angetriebenen e-Pkw bei einer jährlichen Laufleistung von 14.500 km sowie den Ersatz eines Pkws mit einer durchschnittlichen realen Emission

1% Punkt e-PKW Anteil am PKW-Gesamtbestand in Deutschland reduziert ~ 1 Mio. t CO₂/ Jahr



¹⁶ Berechnungsgrundlagen:

Mobilität in Deutschland (2017) – Publikationen
Statistisches Bundesamt (2019) – Straßenverkehr: EU-weite CO₂-Kohlendioxid-Emissionen seit 1990 um 24 % gestiegen
Statista (2019) – Verkehr in Deutschland. Fahrleistung von Pkws bis 2019
Statista (2020) – Autos in Deutschland 2020
Statista (2021) – Anzahl zugelassener Pkws in Deutschland
Statista (2020) – Fahrleistung der Pkws in Deutschland 2020

von 150 g CO₂/km von einer Reduktion von 2,2 t CO₂/Jahr ausgehen. Diese Annahmen entsprechen in etwa dem Gesamtflottendurchschnitt in Deutschland. Dies bedeutet bei einem Fahrzeugbestand von ca. 48 Mio. Pkws in Deutschland, dass ein e-Pkw-Anteil von 1 % am Gesamtbestand eine CO₂-Reduktion von 1 Mio. t CO₂/Jahr bewirkt.

Für Hebel 2, Erhöhung des Besetzungsgrades,

wird der Besetzungsgrad von Personen bzw. der Beladungsgrad bei Gütern herangezogen. Hier geht es um eine Optimierungsaufgabe der Mobilitätsangebote, da die Kilometerleistung der Personen oder Güter unverändert bleibt. Beispielhaft können zwei Pendler*innen herangezogen werden, welche jeweils unabhängig voneinander mit ihrem Pkw fahren würden. Bei der Gründung einer Fahrgemeinschaft wäre das Resultat, dass beide Pendler*innen dieselbe Personenkilometerleistung haben, gleichzeitig sich jedoch die Kilometerleistung der Pkws halbiert und damit auch der CO₂-Ausstoß. Wenn man den aktuellen durchschnittlichen Besetzungsgrad in Deutschland von ca. 1,4 Personen pro Pkw auf 1,5 erhöht, ergibt sich eine CO₂-Reduktion pro Pkw von 0,15 t CO₂/Jahr. Diese Rechnung basiert auf der Annahme, dass die Personenkilometer der Pkw-Nutzer*innen unverändert bleiben und die Pkw-Laufleistung 14.500 km bei CO₂-Emissionen von 150 g/km beträgt. Dies entspricht in etwa der Datenlage in Deutschland. Daraus folgt bei einem Fahrzeugbestand von ca. 48 Mio. Pkws in Deutschland, dass eine Erhöhung des Besetzungsgrades der Pkw-Gesamtflotte um ein Zehntel von 1,4 auf 1,5 eine CO₂-Reduktion von in etwa 7 Mio. t CO₂/Jahr bewirkt. Wichtig ist hier, dass es sich um eine degressive Beziehung handelt. Je höher der Besetzungsgrad ist, desto geringer ist der Einspareffekt. Weiters ist zu berücksichtigen, dass der Besetzungsgrad nicht beliebig erhöht werden kann, da die Wegzwecke der Menschen unterschiedlich sind. Um jedoch das Potenzial der Erhöhung des Besetzungsgrades verständlich zu machen, ist diese Darstellung geeignet.

Die Erhöhung des Besetzungsgrades von 1,4 auf 1,5 des gesamten Pkw-Bestandes in Deutschland reduziert ~ 7 Mio. t CO₂/Jahr.



Für Hebel 3, Reduktion der Wege, werden die zurückgelegten Kilometer von Personen und Gütern herangezogen. Durch Erfüllung der Mobilitätsbedürfnisse bei gleichzeitiger Reduktion der Personenkilometer kann ebenfalls CO₂ reduziert werden. Beispielsweise ist die Ausübung der Arbeit von Zuhause aus ein gutes Beispiel dafür, wie Personenkilometer trotz Ausübung der Arbeitstätigkeit reduziert werden können. Unter der Annahme, dass die Pkw-Laufleistung 14.500 km bei CO₂-Emissionen von 150 g/km beträgt und ein*e Pkw-Fahrer*in ihre*seine tägliche Fahrleistung um einen Kilometer reduziert, ergibt sich eine CO₂-Reduktion von 0,05 t CO₂/Jahr pro Pkw.

Bei einem Fahrzeugbestand von ca. 48 Mio. Pkws in Deutschland wird durch eine Reduktion von 1 km pro Tag und Pkw-Fahrer*in der gesamten Pkw-Flotte eine CO₂-Reduktion von in etwa 2,5 Mio. t CO₂/Jahr bewirkt.

Wichtig ist hier, dass sich die Wege nicht beliebig reduzieren lassen, da sonst die Mobilitätsbedürfnisse der Menschen nicht erfüllt werden. Um jedoch das Potenzial zu zeigen, ist diese Darstellung geeignet.

Die Reduktion der Fahrstrecke aller Pkw-Fahrer*innen in Deutschland um 1 km/ pro Tag bewirkt eine Reduktion von ~ 2,5 Mio. t CO₂/Jahr.



Anwendung der drei Hebel zur Wirkungsabschätzung

Konkrete Umsetzungsmaßnahmen wie e-Pkws, Fahrgemeinschaften, der Ausbau des Bus- und Bahnangebots oder des Homeoffice können einem oder mehreren Hebeln zugeordnet werden. So kann in einem Top-down-Prozess abgeschätzt werden, welchen Beitrag eine Maßnahme leisten kann. Dieser Beitrag ist dann in Relation zur Umsetzbarkeit, Umsetzungszeit sowie zu den Umsetzungskosten zu setzen, was in Summe als Top-down-Entscheidungsgerüst herangezogen werden kann.

In den folgenden Unterkapiteln werden die drei Hebel inhaltlich näher beschrieben und erste wirksame Maßnahmen skizziert.

3.2. CO2-freie Fahrzeugantriebe

Von besonderer Bedeutung im Mobilitätsspektrum ist die Elektrifizierung des Verkehrs. Die Debatten reichen von der Lösung der Infrastrukturprobleme¹⁷ über den Komfort und die Reichweite¹⁸ hin zur Abwendung von wirtschaftlichen Totalschäden in einigen Industrieregionen¹⁹ (allen voran Deutschland). Die Zielerreichungslücken zeigen jedoch klar:

Es braucht den flächendeckenden Einsatz von Elektromobilität.

Der Wechsel der Antriebstechnologie ist Bedingung und Basis für eine emissionsfreie Mobilität. Hier zeichnet sich insbesondere im Pkw-Sektor für Europa der batterieelektrische Antrieb als aktuell optimale Variante ab – insbesondere unter Berücksichtigung des Gesamtwirkungsgrades inkl. Primärenergieerzeugung, Infrastrukturkosten, Umsetzungsgeschwindigkeit und Produktverfügbarkeit. Für andere Regionen, z. B. im globalen Süden, können andere Antriebsstrangtechnologien, wie regenerative flüssige Kraftstoffe für Verbrennungskraftmaschinen, die effektivere Lösung sein. Grund dafür ist, dass dort einerseits die

Strominfrastruktur oft nicht ausreichend ausgebaut ist und andererseits genügend Fläche und Sonnenenergie zur Produktion von regenerativen Kraftstoffen zur Verfügung stehen. Für Lkws und Busse verschiedener Größen wird auch Wasserstoff in Kombination mit Brennstoffzellentechnologie eine Rolle spielen.²⁰ Zukünftig wird die Frage der Effizienz noch mehr an Bedeutung gewinnen,²¹ es müssen weitere infrastrukturelle Fragen geklärt werden und das Anreizsystem für die immer noch neue Antriebstechnologie forciert werden.

Die Elektrifizierung des Antriebsstranges im Pkw ist jene Maßnahme, welche kurzfristig umsetzbar ist und einen sehr hohen CO₂-Reduktionsbeitrag leisten kann. Grund dafür sind die CO₂-Flottengrenzwerte, welche bereits 2000 von der EU auf den Weg gebracht wurden und die Fahrzeughersteller dazu veranlassten, ihre Unternehmen substantiell zu transformieren. Das Ergebnis sind die aktuellen e-Pkw-Produktportfolios, welche monatlich erweitert werden.

3.3 Erhöhung des Besetzungsgrades

Neben der Elektromobilität gibt es einen weiteren wichtigen Trendsetter in der Mobilität der Zukunft – geteilte Mobilität. Geteilte Mobilität, also Mobilität zu nutzen, statt sie zu besitzen, ist eine wichtige Voraussetzung zur Erhöhung des Besetzungsgrades. Aktuelle privatwirtschaftlich getriebene Geschäftsmodelle für geteilte Mobilität, welche vorrangig im urbanen Raum umgesetzt werden, haben nicht das vorrangige Ziel, den Besetzungsgrad der Fahrzeuge zu erhöhen und damit CO₂ zu reduzieren. Die CO₂-reduzierende Wirkung bleibt oft aus. Hier sind die regulatorischen Rahmenbedingungen selten gegeben, um dieses Ziel erreichen zu können.²² Carsharing kann z.B. auch die gegenteilige Wirkung für den Besetzungsgrad haben, wenn ein großer Nutzerkreis dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) den Rücken kehrt, anstatt nur kein Privatauto zu kaufen.²³ Die Services rund um die geteilte Mobilität können jedoch als wertvolle CO₂-Reduktionsmaßnahmen wirken, wenn sie als Teil des öffentlichen Verkehrs angeboten werden. Damit kann die öffentliche Hand Services in ruralen Regionen realisieren, welche sich rein marktwirtschaftlich nicht

¹⁷ Handelsblatt (2021) – Ladesäulen Elektroauto: Ladesäulen-Mangel bremst Elektromobilität

¹⁸ Statista (2021) – Umfrage zu benötigten Umständen für den Kauf eines Elektroautos in Deutschland 2021

¹⁹ VWI Verband Deutscher Wirtschaftsingenieure e. V. (2017) – Elektromobilität: Wirtschaftliche Chancen und Risiken

²⁰ Spiegel (2021) – Wasserstoff-Antrieb für Lkws: Die neuen Dampfmaschinen

²¹ The Mobility House (2020) – Zukunftssichere Ladeinfrastruktur: ISO 15118 macht Ladevorgänge einfacher und effizienter (mobilityhouse.com)

²² Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020) – Modernisierung des Personenbeförderungsrechts. Eckpunkte der PBefG-Findungskommission für eine zukunftsorientierte Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes zur Ermöglichung digitalbasierter Geschäftsmodelle

²³ Deutschlandfunk Nova (2018) – Mobilität: Warum Carsharing nicht zu weniger Verkehr führt

rentierten und das Nutzungskonzept auf die Erhöhung des Besetzungsgrades ausrichten. Damit hat der öffentlich finanzierte Verkehr eine zusätzliche und wertvolle Mobilitätslösung in seinem Angebot, denn gezielte Maßnahmen zur Förderung des ÖPNV und von Shared Mobility leisten einen gewaltigen Beitrag zur Erhöhung des Besetzungsgrades und somit zur Senkung von CO₂-Emissionen.

Ganz anders als die Elektromobilität kann die Anpassung des Besetzungsgrades große Änderungen im Nutzer*innenverhalten nach sich ziehen. Daher ist die CO₂-reduzierende Wirkungsentfaltung mittelfristig zu sehen und es braucht einen längeren Atem als bei der Elektrifizierung der Fahrzeugflotte. Insbesondere die derzeitige Pandemie hat hinsichtlich der gemeinsamen Nutzung von eingeschränkten Räumen zur gemeinsamen Mobilität Spuren hinterlassen. Wichtig wird es sein, diese nachhaltig abzubauen. Der klassische ÖPNV mit Bus und Bahn spielt hier eine absolute Schlüsselrolle und bildet das Rückgrat.

Auf diesem Schwerpunkt zur Zielerreichung liegt ein starkes Augenmerk bei der Zusammenarbeit von öffentlicher Hand und privaten Anbietern. Die Gestalter*innen und Umsetzer*innen öffentlicher Mobilität haben zur Erfüllung ihres Auftrags „Mobilität als Voraussetzung zur gesellschaftlichen Teilhabe ermöglichen“ neue Werkzeuge zu nutzen. Shared Mobility, Demand Shuttles oder Ridesharing sind wertvolle Werkzeuge, um auf diese neuen Herausforderungen zu reagieren und den Besetzungsgrad aller Verkehrsmittel zu erhöhen.

3.4 Reduktion der Wege

Voraussetzung für die Reduktion von Wegen und damit die Reduktion von Personenkilometern bzw. Güterkilometern ist die Erfüllung von Bedürfnissen, wie das Erledigen von Einkäufen oder der Weg zur Arbeit. Wenn diese Bedürfnisse auch bei einer Reduktion der Wege realisiert werden können, ergibt sich ein großes CO₂-Einsparungspotenzial. Die COVID-Pandemie hat Prozesse beschleunigt, welche sonst noch Jahre und Jahrzehnte vielleicht undenkbar gewesen wären. Insbesondere im deutschsprachigen Raum galt Homeoffice als englischer Fachbegriff, dessen flächendeckende Umsetzung vollkommen undenkbar schien. Schon

jetzt ist klar, dass es nachhaltige Veränderung geben wird. Homeoffice ist gekommen, um zu bleiben – der Pendelverkehr für klassische Bürojobs ist minimiert und es wird in vielen Bereichen auch langfristig einen Homeoffice-Office-Split geben. Homeoffice ist nur ein wirksames Maßnahmenbeispiel. So zählen zu diesem Abschnitt insbesondere die Digitalisierung von Dienstleistungen, beispielsweise von öffentlichen Dienstleistungen („Ämtergänge“) oder auch Online-Banking. Weiters ist das Konzept „Stadt der kurzen Wege“ eine essenzielle Maßnahme. Bei der Reduktion der Wege gibt es kurzfristig umsetzbare Maßnahmen wie Homeoffice und langfristige, wie z. B. die Veränderung der Raumordnung oder der Stadtplanung.

4. Fazit und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine gewaltige Anstrengung vor uns liegt, um den menschengemachten Klimawandel im Mobilitätsbereich wirksam zu begrenzen. Mit Mut und Entschlossenheit können wir diese Anstrengung meistern. Es braucht einen starken Mix an Maßnahmen, welche sich aus den drei Hebeln **Änderung der Antriebstechnologie**, **Erhöhung des Besetzungsgrades** und **Reduktion der Wege** zusammensetzen. Für die Entscheider*innen und Gestalter*innen ist es essenziell, die begrenzt verfügbaren Ressourcen und Budgets zielgerichtet einzusetzen. Die Maßnahmen sind vorab in ihrer Wirkung abzuschätzen und in der Umsetzung zu monitoren. Durch die Clustering der Umsetzungsmaßnahmen anhand der drei Hebel und einer Quantifizierung liefert dieser Artikel einen Beitrag zur Top-down-Maßnahmenbewertung. Ein breit gefächertes Maßnahmenkatalog ist notwendig, um zügig und zielführend Einfluss zu nehmen. Weiters gilt es, das Potenzial der CO₂-Einsparung zu untersuchen, die notwendigen Verhaltensänderungen zu betrachten, den Einfluss auf die Raumordnung zu bewerten und insbesondere die zeitliche Umsetzbarkeit und damit die Wirksamkeit in den nächsten 30 Jahren zu beleuchten.

Einige Maßnahmenüberschriften werden hier abschließend kurz vorgestellt. Sie sollen in zukünftigen Fachartikeln detailliert beleuchtet werden. Jede Maßnahme wird nach demselben Schema vorgestellt und den Hebeln sowie der Leitinitiative der europäischen „Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität“ zugeordnet.²⁴ Um ein möglichst einheitliches Bild über die verschiedenen Maßnahmen zu erzeugen, stehen folgende Fragestellungen im Fokus:

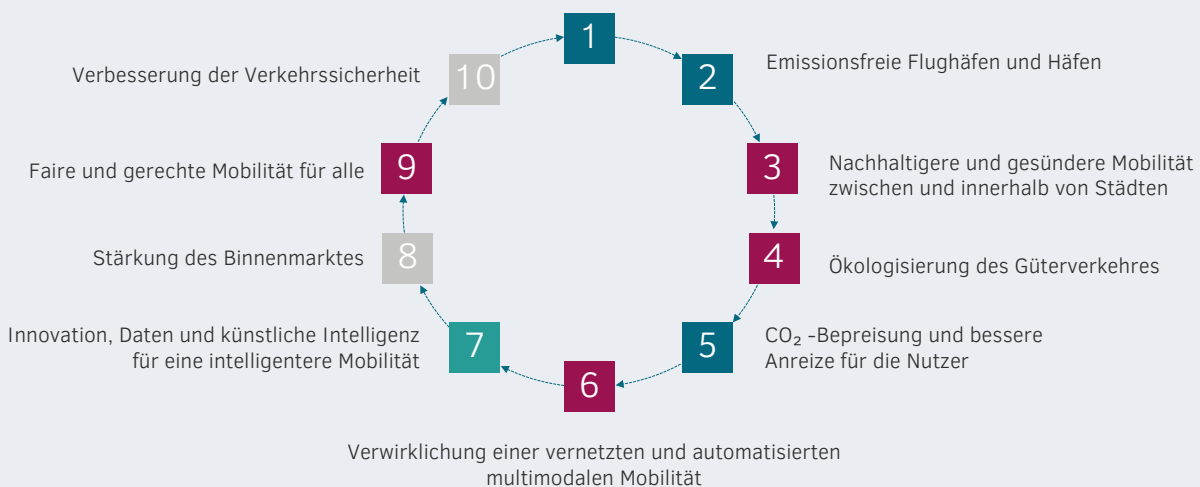
- › Wie groß ist das geschätzte Potenzial der Maßnahme? Auf welchen Zielbereich ist der Einfluss besonders groß?
- › Welchen Einfluss hat die Maßnahme auf das Mobilitätsverhalten?
- › Wie schnell kann sie eingeführt werden und Wirkung entfalten? (Technologieverfügbarkeit, Gesetzeslage, gesellschaftlicher Konsens? Muss dazu die Raumordnung verändert werden?)

INFO

Die Leitinitiativen der Europäischen Union geben ein breites Spektrum an Handlungsfeldern für die Ökologisierung der Mobilität vor. Nicht alle Initiativen der EU haben einen direkten Einfluss auf die CO₂-Reduktion. Jedoch können acht Leitinitiativen einem oder mehreren Hebeln für die Zielerreichung zugeordnet werden. Für zukünftige Fachartikel und Detaillierungen in dieser Serie dienen die Leitinitiativen als informativer Orientierungsanker.

	CO ₂ -freie Fahrzeugantriebe
	Erhöhung des Besetzungsgrades
	Reduktion der Wege
	kein ökologischer Einfluss

Förderung der Nutzung emissionsfreier Fahrzeuge und erneuerbarer, CO₂-armer Kraftstoffe, sowie des Aufbaus der dafür erforderlichen Infrastruktur



Quelle: Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität: Den Verkehr in Europa auf Zukunftskurs bringen (2020)

²⁴ Rat der Europäischen Union (2020) – Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität: Den Verkehr in Europa auf Zukunftskurs bringen (europa.eu)

In der Artikelserie zur „Dekarbonisierung der Mobilität“ werden unter anderem folgende Maßnahmen detailliert vorgestellt:

1) ERGÄNZUNG DES ÖPNV UM NEUE MOBILITÄTSDIENSTE

Der Ausbau weiterer Services im ÖPNV kann insbesondere für den ruralen Raum und Stadtrandgebiete einen starken Beitrag zur Besetzungsgraderhöhung und somit zur CO₂-Reduktion liefern.

2) DIGITALISIERUNG VON ÖFFENTLICHEN DIENSTLEISTUNGEN

Ein großer Teil der Kommunikation zwischen Bürgerinnen bzw. Bürgern und der öffentlichen Verwaltung erfordert das Zurücklegen von Wegen. Die physische Anwesenheit setzt Mobilität voraus, weshalb die Digitalisierung dieser Leistungen ein wichtiger und gut zu beeinflussender Baustein des dritten Zielbereiches, der Wegereduktion, ist.

3) REGIONALE GÜTERVERTEILZENTREN

Großen Einfluss auf die Erhöhung der Beladungsgrade von KEP-Diensten hat der Aufbau von regionalen, anbieterübergreifenden Güterverteilzentren sowie die weiterführende Digitalisierung von logistischen Prozessen.

4) MaaS

Mobility-as-a-Service, welches im Kern die digitale Plattform für die Nutzung und Bereitstellung von Mobilitätsdienstleistungen darstellt, bildet einen wesentlichen Pfeiler, um den privaten Autobesitz zu reduzieren und somit Besetzungsgrade zu erhöhen.

5) TOURISTISCHE MOBILITÄT

Mobilitätskonzepte in den touristischen Ballungszentren haben Potenzial für alle drei Hebel. Durch E-Mobilität und multimodale Mobilitätsservices gibt es beispielsweise kurzfristige bzw. mittelfristige Hebel, um CO₂ im Bereich Mobilität zu reduzieren.

Quellenverzeichnis inkl. Internetlinks

- ¹ Europäischer Rat (2019) – Ein europäischer Grüner Deal – Consilium – <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/>
- ² Bundeszentrale für politische Bildung - COP 26: UN-Klimakonferenz in Glasgow – <https://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/342741/cop-26-un-klimakonferenz-in-glasgow>
- ³ Europäische Kommission (2021) – EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS) – https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_de
- ⁴ Europäische Kommission (2021) – EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS) – https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_de
- ⁵ Bundeskanzleramt Österreich (2020) – Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024 – https://www.dieneuevolkspartei.at/Download/Regierungsprogramm_2020.pdf
- ⁶ Statista (2021) – CO₂-Ausstoß. Anteil des Verkehrs
- ⁷ Statistisches Bundesamt (2021) – Straßenverkehr: EU-weite CO₂-Kohlendioxid-Emissionen seit 1990 um 24 % gestiegen – https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2_Strassenverkehr.html
- ⁸ VCÖ (2021) – VCÖ zu EU-Klimaziel: In Österreich ist Handlungsbedarf beim Klimaschutz am größten – <https://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/vcoe-zu-eu-klimaziel-in-oesterreich-ist-handlungsbedarf-beim-klimasuender-verkehr-am-groessten>
- ⁹ Umweltbundesamt (2021) – Klimaschutz im Verkehr – <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/klimaschutz-im-verkehr#rolle>
- ¹⁰ Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021) – <https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/mobilitaetsmasterplan/mmp2030.html>
- ¹¹ Die Bundesregierung (2021) – Klimaschutzgesetz: Klimaneutralität bis 2045 –
- ¹² Tanktourismus – Wikipedia – <https://de.wikipedia.org/wiki/Tanktourismus>
- ¹³ Europäische Kommission (2018) – Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action – https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/progress-made-cutting-emissions/governance-energy-union-and-climate-action_en
- ¹⁴ Europäische Kommission (2020) – Das Verkehrssystem im Umbruch – https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_2329
- ¹⁵ Die Bundesregierung (2021) – Weniger Treibhausgase im Verkehr – <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschonender-verkehr-1794672>
- ¹⁶ Berechnungsgrundlagen:
Mobilität in Deutschland (2017) – Publikationen – <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/publikationen2017.html>
Statistisches Bundesamt (2019) – Straßenverkehr: EU-weite CO₂-Kohlendioxid-Emissionen seit 1990 um 24 % gestiegen – https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2_Strassenverkehr.html
- Statista (2019) – Verkehr in Deutschland. Fahrleistung von Pkws bis 2019 – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2984/umfrage/entwicklung-der-fahrleistung-von-pkw/>
- Statista (2020) – Autos in Deutschland 2020
- Statista (2021) – Anzahl zugelassener Pkws in Deutschland – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12131/umfrage/pkw-bestand-in-deutschland/>
- Statista (2020) – Fahrleistung der Pkws in Deutschland 2020 – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/246069/umfrage/laufleistung-privater-pkw-in-deutschland/>
- ¹⁷ Handelsblatt (2021) – Ladesäulen Elektroauto: Ladesäulen-Mangel bremst Elektromobilität – <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/ladeinfrastruktur-infrastruktur-waechst-nicht-mit-mangel-an-ladesaeulen-bremst-den-wandel-zur-e-mobilitaet/27155016.html?ticket=ST-132882-W2yGal2e5ICSNxnbWPV-cas01.example.org>
- ¹⁸ Statista (2021) – Umfrage zu benötigten Umständen für den Kauf eines Elektroautos in Deutschland 2021 – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1234565/umfrage/umstaende-unter-welchen-sie-sich-ein-elektroauto-kaufen-wuerden/>
- ¹⁹ VWI Verband Deutscher Wirtschaftsingenieure e. V. (2017) – Elektromobilität: Wirtschaftliche Chancen und Risiken – <https://vwi.org/2017/08/elektromobilitaet-wirtschaftliche-chancen-und-risiken/>
- ²⁰ Spiegel (2021) – Wasserstoff-Antrieb für Lkws: Die neuen Dampfmaschinen – <https://www.spiegel.de/auto/wasserstoff-antrieb-fuer-lkw-die-neuen-dampfmaschinen-a-ee6b23f5-bd31-4b2e-8b78-7e16568d59c9>
- ²¹ The Mobility House (2020) – Zukunftssichere Ladeinfrastruktur: ISO 15118 macht Ladevorgänge einfacher und effizienter (mobilitytyhouse.com) – https://www.mobilityhouse.com/de_de/magazin/e-mobility/was-ist-iso-15118-und-wie-ermoeslicht-der-internationale-standard-das-netzdienliche-laden-und-v2g.html
- ²² Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020) – Modernisierung des Personenbeförderungsgesetzes zur Ermöglichung digitalbasierter Geschäftsmodelle – https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Gesetze/Gesetze-19/eckpunktepapier-personenbefoerderungrecht.pdf?__blob=publicationFile
- ²³ Deutschlandfunk Nova (2018) – Mobilität: Warum Carsharing nicht zu weniger Verkehr führt – <https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/mobilitaet-warum-carsharing-nicht-zu-weniger-verkehr-fuehrt>
- ²⁴ Rat der Europäischen Union (2020) – Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität: Den Verkehr in Europa auf Zukunftskurs bringen (europa.eu) – <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14012-2020-INIT/de/pdf>

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Übersicht der Sektoren innerhalb und außerhalb des Europäischen Emissionshandels (ETS); Quelle: Europäischer Rat (2021)
- Abbildung 2:** Übersicht der relevanten klimapolitischen Gesetzesinitiativen der EU
- Abbildung 3:** CO₂-Ausstoß nach Kraftstoffart
- Abbildung 4:** Zielerreichungskurve für die EU
- Abbildung 5:** Zielerreichungskurve für Deutschland
- Abbildung 6:** Zielerreichungskurve für Österreich

