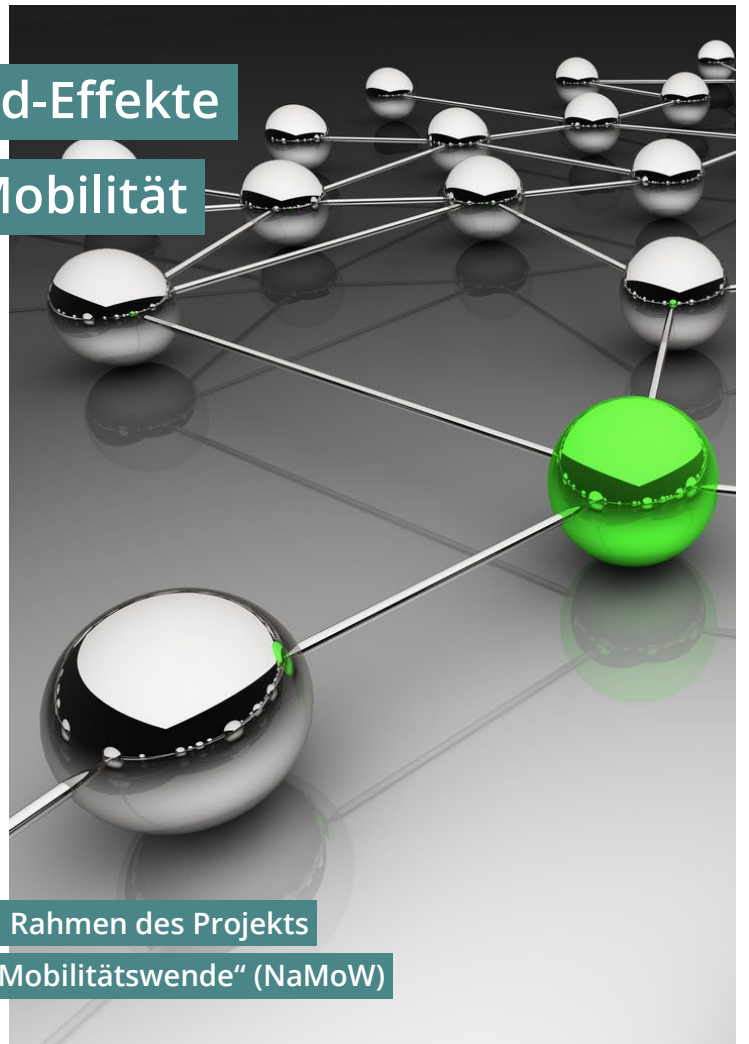


Rebound-Effekte in der Mobilität

Kurzstudie im Rahmen des Projekts
„Nachhaltige Mobilitätswende“ (NaMoW)



REBOUND-EFFEKTE IN DER MOBILITÄT

*Kurzstudie im Rahmen des Projekts
„Nachhaltige Mobilitätswende“ (NaMoW)*

Willy Raimund

KURZSTUDIE
DP-178

WIEN 2023

Auftraggeber Im Auftrag des Umweltbundesamtes Deutschland
Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit Deutschland
Forschungskennzahl 3719 58 107 0

**Nachhaltige
Mobilitätswende** **Kurzstudie Rebound-Effekte in der Mobilität**
von Willy Raimund
Umweltbundesamt GmbH, Wien
Im Auftrag des Umweltbundesamtes Deutschland

**Durchführung des
Vorhabens** B.A.U.M. Consult GmbH Berlin
Fanny-Zobel-Str. 9
10437 Berlin

In Kooperation mit Umweltbundesamt GmbH, Wien
ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung GmbH
LoeschHundLiepold GmbH
Ellery Studio GbR

Abschlussdatum September 2023

Redaktion Fachgebiet I 2.6 Nachhaltige Mobilität in Stadt und Land
Miriam Dross

Autor:innen Willy Raimund
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

Lektorat Ira Mollay

Layout Elisabeth Stadler

Umschlagfoto © Umweltbundesamt/B. Gröger

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2023

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-683-8

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG.....	5
2	REBOUND-EFFEKTE ALLGEMEIN.....	7
2.1	Was sind Rebound-Effekte?	7
2.2	Arten von Rebound-Effekten.....	7
2.2.1	Direkter Rebound-Effekt.....	7
2.2.2	Indirekter Rebound-Effekt.....	8
2.2.3	Makroökonomischer bzw. gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt.....	8
3	RELEVANZ VON REBOUND-EFFEKTEN IM KONTEXT DER MOBILITÄTSWENDE	10
3.1	Konsistenz, Effizienz, Suffizienz – Strategien am Weg zur Mobilitätswende.....	10
3.1.1	Konsistenzstrategie	11
3.1.2	Effizienzstrategie.....	12
3.1.3	Suffizienzstrategie	12
3.2	Vermeiden – Verlagern – Verbessern und Rebound-Anfälligkeiten	13
3.2.1	Verkehrsvermeidung.....	13
3.2.2	Verkehrsverlagerung.....	14
3.2.3	Verkehrsverbesserung.....	14
3.3	Quantifizierung und Berechnung von Rebound-Effekten	15
3.4	Einordnung zu anderen Sektoren und Bereichen	16
3.5	Rebound-Effekte – kosteninduziert – zeitinduziert –psychologisch induziert.....	17
3.5.1	Finanzielle Einflussfaktoren (Kosten-Rebound).....	17
3.5.2	Zeitliche Einflussfaktoren (Zeit-Rebound)	18
3.5.3	Psychologische Einflussfaktoren (sozial-psychologischer Rebound).....	18
3.6	Induzierter Verkehr.....	19
3.7	Bezugsgrößen und Abgrenzung von Rebound-Effekten	19
3.8	Rebound-Risiken in der Mobilität	20
4	MÖGLICHE STRATEGIEN ZUR PRÄVENTION BZW. MINDERUNG VON REBOUND-EFFEKTEN IN DER MOBILITÄT	22
4.1	Ansätze und Maßnahmen zur Prävention bzw. Minderung von Rebound-Effekten in der Mobilität	22
4.2	Indikatorsystem für das Screening von möglichen Rebound-Effekten in der Mobilität	25

4.3	Beispiele für Rebound-Effekte und deren Minderungsmöglichkeiten aus den Bereichen Vermeiden, Verlagern, Verbessern.....	29
4.3.1	Virtuelle Mobilitätsformen (Vermeiden)	29
4.3.2	Fahrgemeinschaften (Vermeidung).....	31
4.3.3	Aktive Mobilität (Verlagern)	32
4.3.4	Förderung von E-Autos (Verbessern)	33
4.3.5	CO ₂ -Flottenzielwerte für PKW (Verbessern)	34
4.4	Politische Instrumente	35
4.5	Kommunalpolitische Maßnahmen	36
5	FAZIT	37
6	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	38
7	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	39
8	LITERATUR	40

1 EINLEITUNG

Ausgangslage Vor dem Hintergrund des am 4. November 2016 in Kraft getretenen Pariser Klimaübereinkommens (UNFCCC, 2015) werden im Forschungsvorhaben „Nachhaltige Mobilitätswende“ (Kurztitel „NaMoW“) wissenschaftlich gestützte Wissens- und Entscheidungsgrundlagen in Form von verkehrsbezogenen Kurzstudien aufbereitet, um Kommunen, Bürger:innen und lokale Unternehmen „vor Ort“ zu unterstützen. Durch die wissenschaftliche Ad-hoc-Beratung wird ein Erfahrungsaustausch zur nachhaltigen Mobilitätswende und zu dem damit verbundenen Bewusstseins- und Wertewandel angeregt. Es besteht eine enge Anknüpfung an den durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) durchgeführten #mobilwandel2035-Wettbewerb.

Der Verkehr war 2021 mit 19,4 % der THG-(Treibhausgas)-Emissionen einer der Hauptemittenten in Deutschland und zudem der einzige Sektor, in dem die THG-Emissionen seit 1990 gestiegen sind. Durch die Corona-Pandemie kam es 2020 zu einer vorübergehenden Absenkung, doch stiegen die THG-Emissionen 2021 wieder an. Das Sektorziel Verkehr des Klimaschutzgesetzes wird damit nicht erreicht (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2022b).

Rebound-Effekte Tatsächlich erzielte Einsparungen (Ressourcen, Treibhausgase THG) durch effizienzsteigernde Maßnahmen im Verkehr sind oft geringer als zuvor berechnet und technisch möglich. Als Beispiel dienen effizientere Verbrennungsmotoren, die sparsamere Fahrzeuge ermöglichen. Direkte Rebound-Effekte entstehen, wenn mit sparsameren Fahrzeugen mehr gefahren wird oder infolge der Effizienzerhöhung vermehrt leistungsstärkere Motoren nachgefragt werden. Rebounds werden also durch Verhaltensänderungen bedingt, die durch effizientere Produkte oder Dienstleistungen ausgelöst werden.

Die vorliegende Kurzstudie folgt dem Ansatz, Rebound-Effekte entlang der drei Nachhaltigkeitsstrategien Effizienz, Konsistenz und Suffizienz bzw. der drei Hauptansatzpunkte der Mobilitätswende zu betrachten: Vermeiden – Verlagern – Verbessern (Avoid – Shift – Improve).

Dabei können die einzelnen Ansätze und Maßnahmen sehr unterschiedliche Rebound-Risiken aufweisen. Diese unerwünschten Effekte gefährden das Erreichen von Energie- und Klimazielen und auch die vielversprechendsten Maßnahmen müssen in einem breiteren Kontext betrachtet und auf Rebound-Effekte hin überprüft werden.

Rebound und Kommunen Aus der Literatur gehen kaum „kommunentypische“ Rebound-Effekte hervor. Es scheint nur sehr eingeschränkt möglich, das Wirken von Rebound-Effekten auf Verwaltungsebenen herunterzubrechen. Der Tenor ist also, dass es keine eindeutigen Rebound-Effekte gibt, die nur Kommunen besonders betreffen würden. Der Hebel zur Minderung oder Vermeidung von Rebound-Effekten liegt aber in hohem Maße im Bereich Politik und Verwaltung, weshalb die Berücksichtigung von Rebound-Effekten auch bei allen kommunalen Mobilitäts- und Planungsstrategien empfohlen wird.

Bedeutung von Rebound-Effekten	Zahlreiche Mobilitätsmaßnahmen sind mit dem Risiko von Rebound-Effekten verknüpft, die die potenziell positiven Wirkungen untergraben können. Wenn Mobilität energieeffizienter oder umweltfreundlicher bereitgestellt wird, können sich Mobilitätsverhalten und Konsummuster anpassen und den ökologischen Effizienzgewinn langfristig (über-)kompensieren. Daher ist Rebound relevant für politische Strategien, Maßnahmen und Förderungen im Bereich Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Rebound-Effekte gefährden das Erreichen von Energie- und Klimazielen, da sie den potenziell möglichen Effizienzgewinn schmälern (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).
Chancen	Wenn bei der Umsetzung von Effizienz-Maßnahmen im Verkehr Rebound-Effekte systematisch mitberücksichtigt werden, kann die Gefahr fehlender Beiträge im Kampf gegen den Klimawandel und somit die Verfehlung politisch gesetzter Ziele reduziert werden. Dazu werden in der vorliegenden Kurzstudie entsprechende Ansätze formuliert.

2 REBOUND-EFFEKTE ALLGEMEIN

2.1 Was sind Rebound-Effekte?

Rebound beschreibt, dass die durch einen Effizienzgewinn erwartete Energie- oder auch Einsparung von THG-Emissionen nicht im vollen Ausmaß erzielt, sondern durch verändertes Nutzerverhalten teilweise, gänzlich oder gar überkompensiert wird. Die erwarteten Reduktionsziele werden nicht wie geplant erreicht. Rebound-Effekte sind Risikofaktoren für Energie- und Klimaszenarien, die Energieverbrauchs- und THG-Emissionsreduktionen vor allem über die Bereitstellung effizienterer technologischer, sozialer oder organisatorischer Innovationen erreichen wollen. Effizientere Dienstleistungen und Produkte werden am Ende in einem höheren Umfang genutzt (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

2.2 Arten von Rebound-Effekten

***direkt, indirekt,
makroökonomisch***

In der Literatur wird meist zwischen drei Arten von Rebound-Effekten unterschieden. Dabei sind die Grenzen fließend (VCÖ, 2018a, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016a).

2.2.1 Direkter Rebound-Effekt

Direkte Rebound-Effekte treten auf, wenn Effizienzsteigerungen zu erhöhtem Konsum derselben Energiedienstleistung führen. Nach einer Effizienzsteigerung kann eine Mehrnachfrage nach dem effizienteren Produkt bzw. der effizienteren Dienstleistung auftreten.

Beispiel: Ein neues, effizienteres Auto mit geringerem Kraftstoffverbrauch pro Kilometer wird mehr gefahren. Oder es wird ein größeres und leistungsstärkeres Auto angeschafft als das vorige (Rebound-Effekt auf Verhaltensebene). Doch kommt hier ein weiterer Effekt dazu: Die Fahrzeugindustrie bietet immer schwerere Fahrzeuge an, auch im selben Fahrzeugsegment bzw. beim selben Modell. Fahrzeuggewicht und Leistung nehmen kontinuierlich zu und Konsument:innen erwerben mit jeder neuen Modellreihe „automatisch“ ein schwereres und leistungsstärkeres Fahrzeug. Zum Rebound-Effekt kommt also auch ein Wachstumseffekt hinzu, auch weil Konsument:innen sich ein umfangreicher ausgestattetes bzw. größeres Modell leisten können. Für (inflationsbereinigt) das gleiche Geld ist mehr Motorleistung verfügbar.

2.2.2 Indirekter Rebound-Effekt

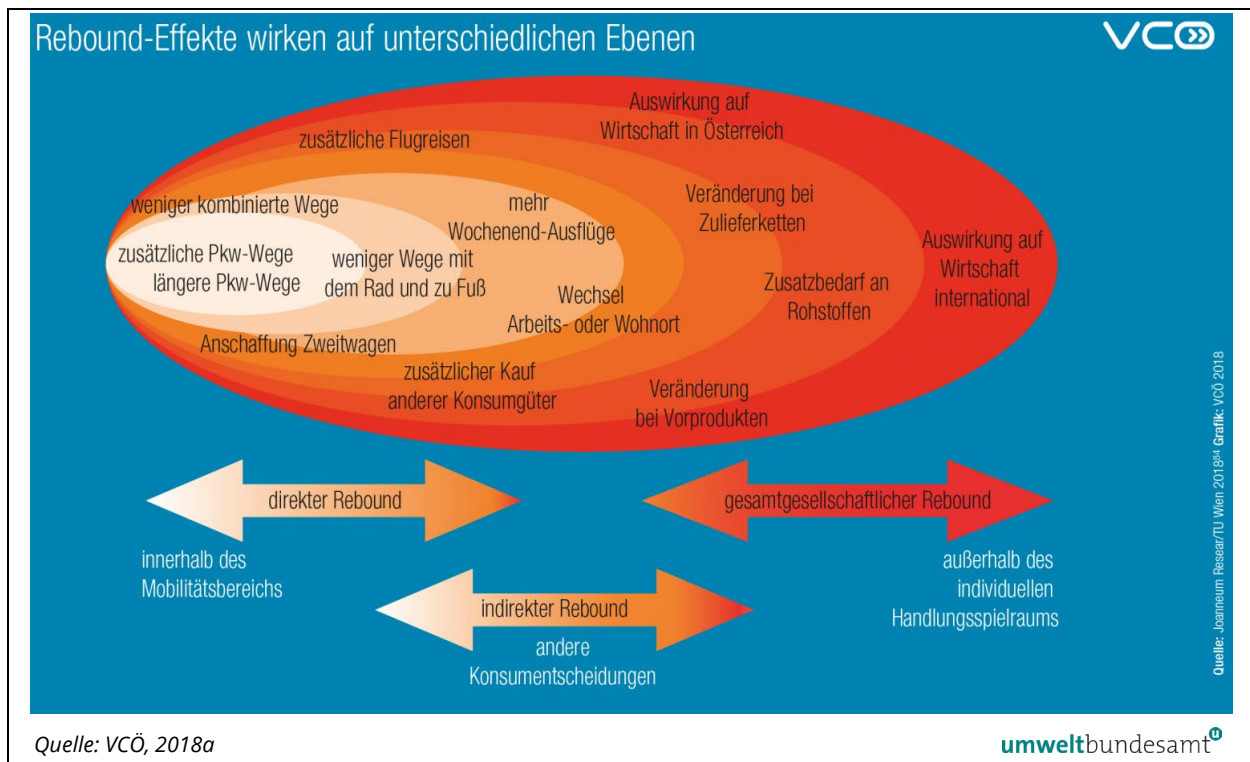
Von indirekten Rebound-Effekten spricht man, wenn eine Effizienzsteigerung in einem Bereich zu erhöhtem Konsum in einem anderen Bereich führt. Nach Effizienzverbesserungen bei einem Produkt oder einer Dienstleistung kann die Nachfrage nach anderen Produkten oder Dienstleistungen steigen, da finanzielle Mittel freigesetzt werden.

Beispiel: Die durch ein effizienteres Auto reduzierten Kraftstoffkosten bzw. CO₂-Emissionen werden durch eine Urlaubs-Flugreise (statt etwa einer Autourlaufs-fahrt) (über-)kompensiert.

2.2.3 Makroökonomischer bzw. gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt

Aufgrund veränderter Nachfrage-, Produktions- und Verteilungsstrukturen infolge der Effizienzverbesserungen von Technologien kann eine vermehrte gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Ressourcen entstehen. Makroökonomische Rebound-Effekte summieren alle direkten und indirekten Effekte in Produktion und Konsum und beschreiben die Veränderung des Energiebedarfs in der gesamten Volkswirtschaft.

Abbildung 1: Arten von Rebound (Mobilität) am Beispiel geringerer Betriebskosten eines PKW.



Beispiel: Effiziente Fahrzeuge werden stärker nachgefragt. Dies führt zu Änderungen in Produktion und Nachfrage. Dies kann wiederum zu sinkenden Kraftstoffpreisen führen, was die vermehrte gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Ressourcen zur Folge haben kann (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b).

Gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte, in der Literatur auch manchmal als „intersektoral“ bezeichnet (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018), sind schwer zu quantifizieren und werden nicht empirisch erhoben, sondern eher mit mathematischen Modellen abgeschätzt. Abschätzungen zum Ausmaß makroökonomischer Rebound-Effekte zeigen eine im Vergleich zu direkten und indirekten Rebound-Effekten sehr hohe Schwankungsbreite auf. Sie sind überdies schwierig von allgemeinen Wachstums- oder Strukturwandeleffekten abgrenzbar.

3 RELEVANZ VON REBOUND-EFFEKTEN IM KONTEXT DER MOBILITÄTSWENDE

umfangreicher Maßnahmenmix

Um die Mobilitätswende zu erreichen, bedarf es eines umfangreichen Maßnahmenmixes, der die Bereiche Verkehr vermeiden, Verkehr verlagern und Verkehr verbessern adressiert, sowie vielfältiger Umsetzungsansätze aus den Kategorien Konsistenz, Effizienz und Suffizienz. Dabei unterliegen die Maßnahmen und Strategien aus diesen Bereichen recht unterschiedlichen Rebound-Risiken; wenn sich also etwa durch Verkehrsverlagerung der Modal Split vom motorisierten Individualverkehr (MIV) in Richtung Umweltverbund ändert, sind damit in der Regel geringere Rebound-Risiken verbunden als z. B. beim Umstieg von einem fossil betriebenen PKW auf ein effizienteres Auto (Mehrfahrten) oder ein Elektroauto: Hier besteht etwa die Gefahr, dass auch Wege, die bisher im öffentlichen Verkehr (ÖV) oder mit dem Fahrrad zurückgelegt wurden, nun mit dem E-PKW zurückgelegt werden. Letztlich können sich aber auch beim Umstieg auf den ÖV Rebound-Effekte ergeben, z. B. über induzierten Verkehr (vgl. Zuwachs des Freizeitverkehrs infolge des 9-Euro-Tickets) oder die „Kannibalisierung“ von Rad- und Fußwegen durch den ÖV.

3.1 Konsistenz, Effizienz, Suffizienz – Strategien am Weg zur Mobilitätswende

Nachhaltigkeits- strategien

Technischer Fortschritt und Effizienzsteigerungen alleine konnten in den letzten Jahren keine Verkehrswende bewirken. Zahlreiche Rebound- und unerwünschte Nebeneffekte (Zunahme im Personen- und Wirtschaftsverkehr, Kompensation von Effizienzeinsparungen durch leistungsstärkere Antriebe) ließen die THG-Emissionen aus der Mobilität weiter steigen. Das Erreichen klima- und energiepolitischer Ziele wird nur durch eine effektive Kombination aus Effizienz- sowie Konsistenz- und Suffizienzmaßnahmen entlang des Mobilitätswendeparadigmas „Vermeiden-Verlagern-Verbessern“ gelingen.

Der österreichische Mobilitätsmasterplan 2030 formuliert:

Abbildung 2:
Leitprinzipien klima-
neutraler nachhaltiger
Mobilität.

Leitprinzipien einer klimaneutralen und nachhaltigen Mobilität: Suffizienz – Konsistenz – Effizienz

Das Suffizienzprinzip adressiert notwendige Verhaltensänderungen (Mobilitätsnachfrage) im Sinne einer Verkehrsvermeidung. Die Konsistenzstrategie forciert den Einsatz regenerativer Energie im Verkehrssystem. Das Effizienzprinzip besagt, mit einem geringeren Einsatz an Energie, Raum, Transportkapazitäten und anderen Ressourcen dasselbe Ziel zu erreichen, sowie durch regionale Produktions- und Handelsverflechtungen mit kurzen Transportwegen.

Das erste Prinzip geht in Richtung Vermeiden, die beiden weiteren Prinzipien adressieren technologische Maßnahmen (Mobilitätsangebot, Fahrzeuge und Infrastruktur) im Sinne von Verlagern und Verbessern. Erst das Zusammenwirken dieser drei Strategien (Vermeiden, Verlagern, Verbessern) erzielt die größtmögliche Wirkung und minimiert unerwünschte Nebenwirkungen im Gesamtsystem wie zum Beispiel Rebound-Effekte.

Quelle: BMK, 2021 umweltbundesamt[®]

3.1.1 Konsistenzstrategie

Kreislaufwirtschaft als Ziel

Konsistenz meint die Umstellung auf erneuerbare Energien (Best und Zell-Ziegler, 2022) oder auch die mehrmalige Nutzung natürlicher Ressourcen. Stoffe und Energie werden in Kreisläufen verwendet, etwa durch die Nutzung von Abwärme oder die Wiederverwendung recycelter Stoffe. Nachhaltigere Produkte ersetzen traditionelle; regenerative Energiequellen ersetzen fossile. Für eine Konsistenzstrategie sind nicht nur technische Veränderungen nötig, sondern auch organisatorische Änderungen bei Design, Produktion, Distribution und Redistribution von Produkten. Kreislaufwirtschaft (cradle-to-cradle), der Gebrauch statt Verbrauch von Ressourcen, die Forcierung des Einsatzes regenerativ erzeugter Energie sowie Verkehrsverlagerung werden mit der Konsistenzstrategie in Verbindung gebracht. Die Verwendung von recycelten Materialien in der Automobilindustrie ist ein Beitrag zu einer Konsistenzstrategie. Sie wird aber beispielsweise auch durch die Stärkung des Umweltverbundes (Verlagerung auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und aktive Mobilität zulasten des MIV) oder den Ersatz von Verbrennungsmotoren durch elektrische Antriebe und den Ausbau erneuerbarer Energien ganz allgemein verfolgt (Schwedes, 2018, Randelhoff, 2017).

Eine umfassende Konsistenzstrategie in der Mobilität besteht also praktisch gesehen aus der Verlagerung auf den Umweltverbund, dem Einsatz alternativer Kraftstoffe und Antriebstechniken sowie der stofflichen Kreislaufwirtschaft (Produktion und Produktdesign).

3.1.2 Effizienzstrategie

technischer Fortschritt im Mittelpunkt

Diese setzt auf technischen Fortschritt und ist am weitesten verbreitet. Ziel dieser Strategie ist ein sparsamerer Ressourcenverbrauch und die Entkoppelung von Wirtschaftsleistung und Umweltverbrauch. Herkömmliche Produkte und Dienstleistungen werden durch ressourcenschonendere Alternativen ersetzt. Als Beispiel sei die Entwicklung effizienterer Motoren oder die Reduzierung des Energie- und Materialverbrauchs in Produktionsprozessen genannt. Staatlicherseits werden technische Effizienzverbesserungen durch Mindesteffizienzstandards und Förderprogramme unterstützt. Die Effizienzstrategie weist eine hohe Akzeptanz auf (Politik, Unternehmen, Bevölkerung).

Aber trotz erheblicher Verbesserungen der Energieeffizienz in vielen Anwendungsfeldern ist keine ausreichende Reduktion des absoluten Energieverbrauchs zu konstatieren. Effizienzverbesserungen werden zumindest teilweise wieder kompensiert oder gar überkompensiert durch neue Funktionen, Anwendungsgebiete, Bedürfnisse, Komfortansprüche oder durch Ausweitung von Produktion und Dienstleistungen oder eine Kompensation der realisierten Effizienzgewinne über die Zeit. Eine Effizienzsteigerung kann wie eine Preissenkung wirken und zu einer Zunahme der Nachfrage führen (Rebound-Effekt). Eine effizientere Motorentechnik mit geringeren Verbräuchen kann durch den Kauf größerer oder leistungstärkerer Fahrzeuge aufgehoben werden. Durch die sinkenden Kilometerkosten kann Autofahren attraktiver werden und die Fahrleistung steigen (Randelhoff, 2017).

Ein ähnlicher Effekt (induzierter Verkehr) kann beim Bau neuer Straßen entstehen: anfängliche Zeitgewinne können über die Zeit durch eine höhere Fahrleistung kompensiert werden, bis auch die neue Straße überlastet ist (Litman, 2022). Hier kann der Umweltverbund dann aber Vorteile bieten (Zeitgewinne, Kostenvorteile, mehr Bequemlichkeit) und als Alternative attraktiv werden.

3.1.3 Suffizienzstrategie

weniger Verkehr, mehr Lebensqualität

Der Fokus der bisherigen Politik zur Reduktion der Verkehrsemissionen liegt auf technischen Maßnahmen. Diese auf die Optimierung des Ressourceneinsatzes (Effizienz) und Naturverträglichkeit (Konsistenz) setzenden Strategien stellen aber den Konsum an sich und die dahinterstehenden Verhaltensweisen der Menschen nicht in Frage. Beide Strategien sind überdies von Rebound-Effekten betroffen, denen immer noch viel zu wenig Beachtung geschenkt wird. Bleiben zur Ergänzung die Suffizienzstrategien: Suffizienz meint einen möglichst geringen Rohstoff- und Energieverbrauch, etwa durch Änderung des Mobilitätsverhaltens, z. B. indem weniger und kürzere Wege zurückgelegt und emissionsärmere Transportmodi verwendet werden, um damit die Umwelt zu schonen (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2022c):

Besonders ressourcenintensive Güter und Dienstleistungen sollen in geringerem Maß nachgefragt werden. Im Nachhaltigkeitskontext wird Suffizienz im Sinne von Selbstbegrenzung und Konsumverzicht gebraucht. Dementsprechend

zielt die Suffizienzstrategie auf Verkehrsvermeidung , also die Reduktion des Verkehrsaufkommens (Schwedes, 2018).

Das Umweltbundesamt lässt eine Suffizienzstrategie in der Mobilität mitsamt Kommunikationsmaßnahmen erarbeiten (DLR - Institut für Verkehrsforschung, 2020). Ein Leitfaden speziell für Kommunen zu „Weniger Verkehr, mehr Lebensqualität – Leitfaden zur Kommunikation von Suffizienz als Ziel kommunaler Verkehrspolitik“ wurde im August 2022 vorgelegt (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2022c).

Verkehr leitet sich aus grundlegenden menschlichen Bedürfnissen, wie Arbeit und Ausbildung, Erledigungen und Freizeit, ab. Suffiziente Mobilitätsgewohnheiten können entstehen, wenn sich die Art der Aktivitätsdurchführung ändert: So wurden viele Menschen während der COVID-19-Pandemie mit Tele-Conferencing oder Homeoffice vertraut. Die Erfüllung der Bedürfnisse erfolgte also durch angepasste emissionsärmere und ressourcenschonendere Verhaltensweisen (DLR - Institut für Verkehrsforschung, 2020).

Bei Suffizienz stehen Konsumierende und Nutzende im Mittelpunkt. Verhaltensveränderung – grundlegend und strukturell – ist erklärtes Ziel und Voraussetzung für Nachhaltigkeit. In einer wachstumsorientierten Gesellschaft ist die Frage nach „wie viel ist genug“ unbeliebt und erzeugt Widerstand (Randelhoff, 2017).

Die Anwendung einer Suffizienzstrategie bedeutet nicht die pauschale Einschränkung von Konsum, sondern kann durchaus auch selektiv wirken. Insbesondere im Handlungsfeld Mobilität können zahlreiche Suffizienzmaßnahmen identifiziert werden (Verzicht auf Flugreisen, Umstieg von motorisierten auf nicht-motorisierte Verkehrsmittel), die sich auch im Ansatz „Vermeiden, Verlagern und Verbessern von Mobilität“ wiederfinden.

flankierende Maßnahmen

Förderlich wirken flankierende Maßnahmen wie Abbau des Dienstwagenprivilegs, Ökologisierung der Pendlerpauschale und Aufhebung der Kerosinsteuerbefreiung (Flugverkehr), Bepreisung von CO₂-Ausstoß, Umstellung der Kfz-Steuer, fahrleistungsabhängige Maut, Tempolimits, Erhöhung der Taktfrequenzen im ÖPNV, Ausbau der Rad- und Fußverkehrsinfrastruktur, Carsharing- und Leihradstationen etc. (Randelhoff, 2017).

3.2 Vermeiden – Verlagern – Verbessern und Rebound-Anfälligkeiten

3.2.1 Verkehrsvermeidung

Verkehrsvermeidung folgt dem Suffizienzprinzip. Der umweltverträglichste Verkehr ist jener, der nicht (mehr) stattfindet. Wohn-, Freizeit- und Wirtschaftsstrukturen sowie Mobilitätsangebote sind am besten so zu planen und zu realisieren, dass motorisierter (Individual-)Verkehr erst gar nicht entsteht. Das Dorf

oder die Stadt der kurzen Wege, Funktionenmix, gerechte Flächenumverteilung und der Umstieg auf aktive Mobilität (Fuß- und Radverkehr) vermeiden hoch-emittierenden Verkehr auf der Basis von fossilen Kraftstoffen. Aber auch Home-Office, Tele-Conferencing, Fahrgemeinschaften sowie regionale Handelsverflechtungen im Güterverkehr (regionale Kreislaufwirtschaft) weisen Vermeidungspotenzial auf.

Rebound-Anfälligkeit

Verkehrsvermeidung ist noch am wenigsten anfällig für direkte Rebound-Effekte. Es besteht jedoch die Gefahr indirekter Rebound-Effekte, da Verkehrsvermeidung mit Einsparungen verbunden ist. Eingespartes Geld kann dann in andere Wirtschaftsgüter oder Dienstleistungen investiert werden, etwa in zusätzliche Flugreisen oder eine größere (beheizte) Wohnfläche. Auch bei virtuellen Mobilitätsformen ist Vorsicht geboten (siehe entsprechendes Kapitel 4.3.1).

3.2.2 Verkehrsverlagerung

Verkehrsverlagerung findet statt, wo Verkehre nicht vermieden werden können. Umweltfreundliche Verkehrs- und Transportmittel, wie aktive Mobilität (Rad- und Fußverkehr), öffentlicher Verkehr und Sharing-Angebote (wenn sie mit erneuerbarer Energie angetrieben werden), reduzieren den Energieeinsatz und die THG-Emissionen.

Rebound-Anfälligkeit

Insgesamt ist zu vermuten, dass bei Verkehrsverlagerung ein eher geringes Rebound-Risiko besteht. Rebound-Effekte könnten auch bei schnelleren Verbindungen auftreten, etwa wenn die gleiche Strecke in kürzerer Zeit zurückgelegt werden kann. Nach dem Prinzip der konstanten Reisezeit wird die „gewonnene“ Zeit auch wieder mit Unterwegssein gefüllt, und damit werden weitere Strecken zurückgelegt (Buhl, Echternacht und Geibler, 2015).

Zeitgewinne sind allerdings nur selten zu erwarten, da die Verlagerung auf den ÖV in der Praxis meist längere Fahrzeiten bedeutet und finanzielle Gewinne sind in der Regel nicht signifikant.

Ein Spezialfall sind allerdings Pauschalkarten, die unbegrenzte Mobilität zu einem Fixpreis ermöglichen. In diesem Zusammenhang wäre besonders das 9- (bzw. 49-) Euro-Ticket relevant, das etwa zu Mehrfahrten im Freizeitbereich führt und damit einen Anstieg der Verkehrsleistung bewirkt.

3.2.3 Verkehrsverbesserung

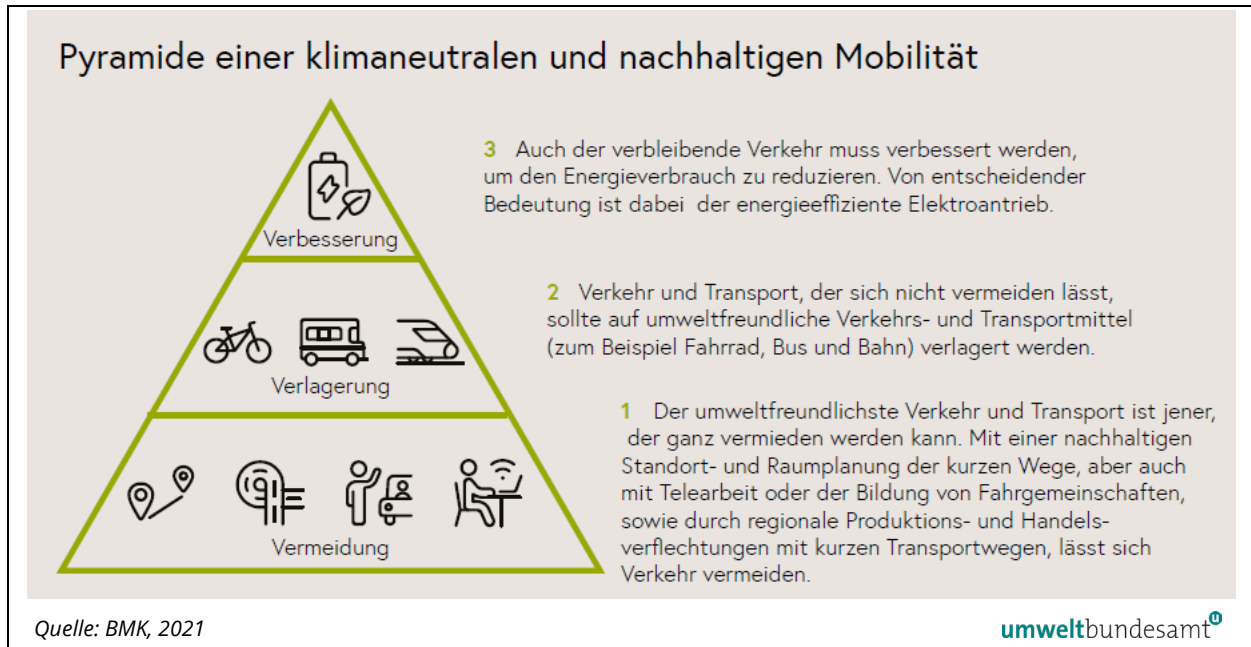
Verkehrsverbesserung (Technologien, Effizienzsteigerungen) betrifft den verbleibenden, nicht vermeid- oder verlagerbaren Verkehr. Effizienzsteigerungen, der vermehrte Einsatz von batterieelektrischer Mobilität mit erneuerbaren Energien statt Verbrennungskraftmotoren oder auch EcoDriving (ökonomische Fahrweise mit Verbrauchsmonitoring) sind Beispiele.

Rebound-Anfälligkeit

Das Effizienzprinzip ist allerdings am anfälligsten für Reboundeffekte und sollte deshalb mit begleitenden Maßnahmen kombiniert werden, die Alternativen zu

einer erhöhten Nachfrage und Nutzung schaffen (Abgaben, Kommunikationsmaßnahmen).

Abbildung 3: Pyramide einer klimaneutralen und nachhaltigen Mobilität.



3.3 Quantifizierung und Berechnung von Rebound-Effekten

direkter vs. indirekter Rebound

Der direkte Rebound-Effekt im Personenverkehr liegt – je nach Quelle – bei 10 %–30 % oder auch bei 5 %–45 % und im Güterverkehr bei 10 %–40 %, wie viele Studien zeigen (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018). (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b). Bis zu 45 % der erwarteten direkten Einsparungen werden also nicht erreicht. Der indirekte Rebound erreicht eine zumindest ähnliche Größenordnung, der makroökonomische wird mit großen Unsicherheiten zwischen 30 % und 90 % geschätzt. Rebound kann neben geringeren Kosten auch durch Zeitersparnis oder Komfortgewinn ausgelöst werden.

Die Studie *Dynamik und Prävention von Rebound-Effekten bei Mobilitätsinnovationen* gibt Bandbreiten von Rebound-Effekten auch für indirekte und makroökonomische Effekte an, wie die folgende Abbildung zeigt (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

Abbildung 4: Bandbreiten von Rebounds im Verkehr.

	direkter Rebound	indirekter Rebound	intersektoraler Rebound
Personenverkehr	5-45% (Thomas & Azevedo 2013, Gillingham et al. 2016)	20-40% (Thomas & Azevedo 2013; Freire-González 2011)	30-90% (Li et al. 2016; Allan et al. 2007; Kulmer & Seebauer 2017)
Güterverkehr	10-40% (Santarius 2014, Llorca & Jamasb 2017)	*	*

*Im Bereich Güterverkehr sind keine empirischen Schätzwerte für indirekten und intersektoralen Rebound vorhanden. Da diese Rebound-Arten auch Einkommenseffekte und gesamtwirtschaftliche Rückwirkungen beinhalten, kann der Rebound im Personenverkehr als Schätzwert auch für den Güterverkehr herangezogen werden.

Quelle: Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018 umweltbundesamt[®]

Die Höhe von Rebound-Effekten gibt das Verhältnis zwischen erwarteter und realisierter Einsparung wieder. Bei 0 % Effekt werden die erwarteten Einsparungen zur Gänze erzielt. Bei einem Rebound-Effekt von 100 % wird das Einsparungspotenzial vollständig kompensiert. Ein Rebound-Effekt größer als 100 % wird „Backfire“ genannt: Es kommt zu höheren anstatt zu geringeren Umweltauswirkungen.

**potenzielle
absolute Höhe**

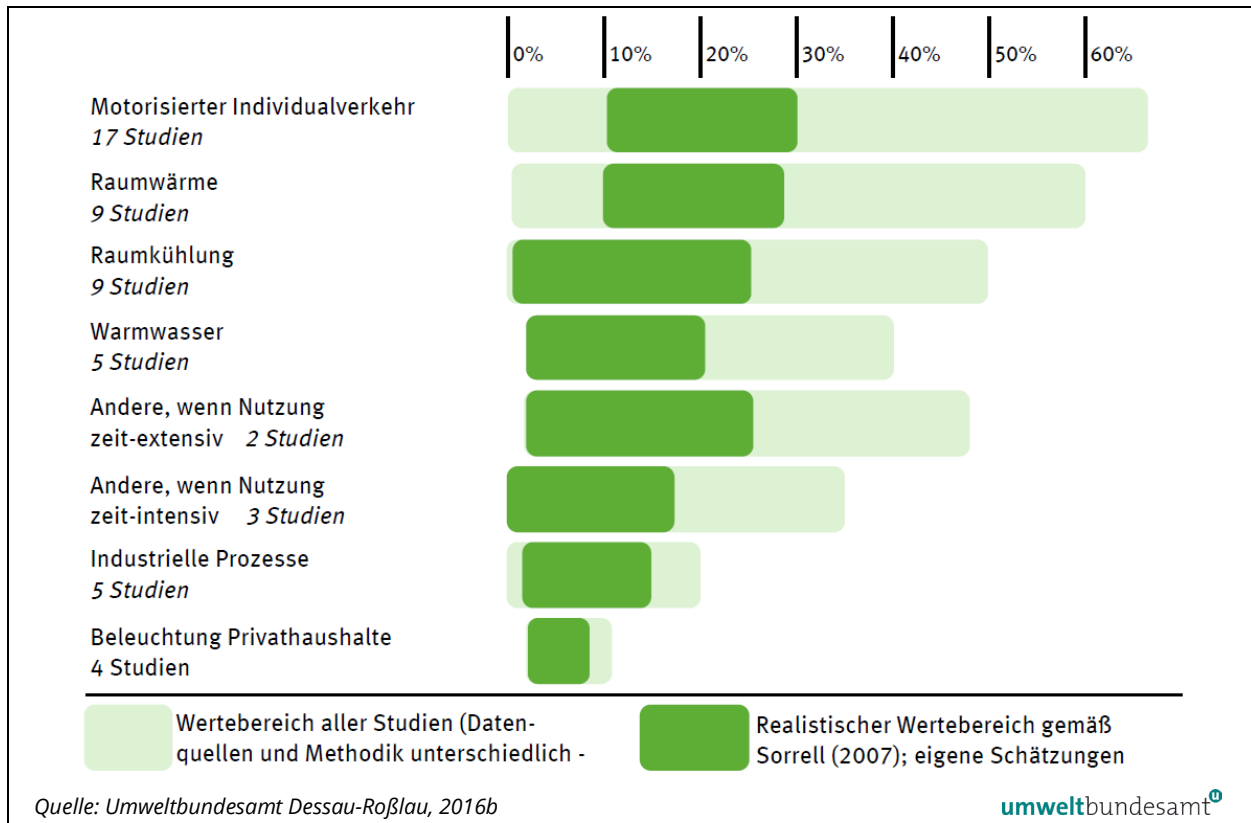
Für die Bewertung von Rebound-Effekten im Hinblick auf Umwelt- und Klimaziele ist aber auch die potenzielle absolute Höhe relevant (etwa wie viele Tonnen an THG absolut eingespart werden). Ein hoher Rebound-Effekt, der nur wenige Personen betrifft, kann daher geringere Umweltauswirkungen haben als ein geringerer Effekt bei einer Innovation, die viele Menschen betrifft (z. B. effizientere Autos, Elektroautos).

3.4 Einordnung zu anderen Sektoren und Bereichen

**im Vergleich zu
anderen Bereichen**

Rebound-Effekte durch Energieeffizienzmaßnahmen wurden vor allem in den Bereichen Mobilität (hier in erster Linie MIV) und Raumwärme untersucht. Das Auftreten von Rebound-Effekten ist in den meisten Studien belegt. Die Einschätzung des Ausmaßes bewegt sich jedoch in einer hohen Bandbreite, bedingt durch variierende Methodik sowie unterschiedliche Datengrundlagen, Untersuchungszeiträume und -länder. Einer Studie des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b) zufolge ergeben sich folgende Bandbreiten für *direkte* Rebound-Effekte in verschiedenen Dienstleistungsbereichen:

Abbildung 5: Wertebereiche direkter Rebound-Effekte.



3.5 Rebound-Effekte – kosteninduziert – zeitinduziert – psychologisch induziert

Rebound-Effekten liegen Verhaltensänderungen zugrunde. Diese können durch unterschiedliche Faktoren ausgelöst werden, die einander auch bedingen können (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b, Buhl, Echternacht und Geibler, 2015):

3.5.1 Finanzielle Einflussfaktoren (Kosten-Rebound)

Das beinahe „klassische“ Beispiel aus der Mobilität sind effizientere Fahrzeuge, die eine Kostenreduktion pro Kilometer bewirken. Diese Einsparung wird über erhöhte Fahrleistungen oder den Trend zu größeren Fahrzeugen teilweise oder ganz kompensiert. Aber auch etwa die Förderungen und Subventionen z. B. von effizienten Fahrzeugen und damit die verbilligte Dienstleistung Mobilität führt zu Rebounds.

3.5.2 Zeitliche Einflussfaktoren (Zeit-Rebound)

Rebound kann bei verschiedenen Effizienzgewinnen auftreten und nicht nur durch geringere Kosten (z. B. niedrigere Tankrechnung) ausgelöst werden, sondern auch durch Zeitersparnis (z. B. kürzere Fahrzeiten). Zeitnutzungs-Rebound-Effekte treten auf, wenn Zeiteffizienz zu einem Anstieg der Nachfrage nach einem Mobilitätsangebot führt (Buhl, Erdmann und Gerold).

Über die Annahme der konstanten Reisezeit (constant travel time hypothesis) bleibt die Zeit, die Menschen im Verkehrssystem verbringen, in etwa gleich. Schnellere Verkehrsverbindungen führen kurzfristig zu Zeitersparnis. Langfristig erhöhen sich aber die zurückgelegten Distanzen – mit den entsprechenden Umweltauswirkungen (Zersiedelung). Ein derartiger zeitinduzierter Rebound wird z. B. durch den Ausbau von Infrastruktur und Beschleunigungen im Verkehrssystem angenommen.

Sowohl die Wahrscheinlichkeit als auch das Ausmaß von Rebound-Effekten verringern sich, je zeitintensiver die Nutzung einer Dienstleistung oder eines Produktes ist. Ein zeitintensiver Weg wird also auch dann nicht länger, wenn eine effizientere Technologie zum Einsatz kommt. Allerdings können hier indirekte Rebound-Effekte auftreten – vor allem, wenn zusätzlich noch finanzielle Faktoren (hohe absolute Einsparungen) vorliegen (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b).

Gewonnene Zeit aus vermiedenen Wegen (z. B. dem nicht zurückgelegten Arbeitsweg bei Homeoffice) kann neben anderen Nutzungen auch für andere Wegezwecke eingesetzt werden, z. B. Freizeitmobilität (indirekter Rebound).

3.5.3 Psychologische Einflussfaktoren (sozial-psychologischer Rebound)

Das Verhalten wird geprägt von eigenen Werten, Einstellungen, Gewohnheiten und Normen. Das spart einerseits (kostspielige) Neuentscheidungen, kann aber andererseits auch zu subjektiven Fehleinschätzungen und Rebound-Effekten führen. So wird die Anschaffung eines Elektroautos als klimaschonend und umweltfreundlich eingestuft. Das kann dazu führen, dass nicht nur Wege im fossil basierten MIV ersetzt werden, sondern auch jene, die bislang aktiv mobil (Fuß und Rad) oder im ÖV zurückgelegt wurden.

3.6 Induzierter Verkehr

induzierter Verkehr entspricht Rebound

Von induziertem Verkehr ist dann zu sprechen, wenn durch den Bau oder Ausbau von Infrastruktur ein Verkehrszuwachs stattfindet, der ohne diese Maßnahme nicht stattgefunden hätte (Fahrten zu neuen Zielen, häufigere Fahrten zu vorher schon angesteuerten Zielen, Veränderung der Zielwahl, Veränderung der Standortwahl) (Umweltbundesamt Dessau, 2005). Verkehr kann auf unterschiedliche Weise und für verschiedene Modi induziert werden, z. B. durch den Ausbau von Hochgeschwindigkeitsbahnen oder hochrangiger Straßeninfrastruktur, aber auch durch die Anlage von Radverkehrsinfrastruktur.

Wenn zusätzliche Fahrspuren angelegt werden oder Ampelschaltungen den Verkehrsfluss beschleunigen, dann werden Wege zeiteffizienter zurückgelegt und es kann zu Mehrverkehr kommen, der ohne den Ausbau nicht entstanden wäre. Damit beschreibt „induzierter Verkehr“ direkte und indirekte Rebound-Effekte von infrastrukturellen Verbesserungen im gesamten Verkehrsnetz. Auf Veränderungen folgen Reaktionen der Verkehrsteilnehmer:innen: **direkte Verhaltens-effekte**, wie z. B. kurzfristig geänderte Routen- und Verkehrsmittelwahl oder neue Fahrten (Litman, 2022).

Budgetkonzept

Nach dem sogenannten Budgetkonzept von Zumkeller (Institut für Verkehrswesen, 2009) kann die Verkehrsleistung aber nur wachsen, wenn den Haushalten darüber hinaus auch ausreichend Geldmittel für den Mehrverkehr zur Verfügung stehen und Budgetzunahmen auch dazu verwendet werden, vermehrt schnelle Verkehrsmittel zu nutzen.

Indirekte Effekte wären eine höhere Motorisierungsrate, verringerte ÖV-Nachfrage und als Folge ein vermindertes ÖV-Angebot bis hin zu strukturellen Veränderungen des Raums (Verlagerungen von Wohn- und Unternehmensstandorten, veränderte Zielwahl) (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

3.7 Bezugsgrößen und Abgrenzung von Rebound-Effekten

Rebound nimmt üblicherweise Bezug auf Umweltgrößen wie THG-Emissionen, Energieverbrauch, Ressourcen- oder auch Flächenbedarf (CO₂-Emissionen in Tonnen, Energieverbrauch in kWh oder Liter Kraftstoff, Flächenbedarf für Verkehrswege in km² etc.). Dieser Fokus rührt daher, dass Rebound-Effekte überwiegend aus umweltökonomischer Sicht untersucht werden und sich die verfügbare Evidenz zu Wirkungsdynamiken und Indikatoren mehrheitlich auf dieses Politikfeld bezieht.

weitere Effekte

Daneben sind weitere, rebound-ähnliche Effekte und Verhaltensänderungen denkbar, die politischen Zielen entgegenwirken können und durch Innovationen und Mobilitätsmaßnahmen ausgelöst werden. Wird der Analysehorizont bezüg-

lich Rebound zu weit gesteckt, besteht die Gefahr, keine klaren handlungsrelevanten Bewertungen ableiten zu können (Beispiele weitgehend aus (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018):

- Elektroautos als Zweitfahrzeuge können das Fahrzeugaufkommen erhöhen und zu erhöhten Staukosten führen.
- Da Dieselfahrzeuge im Vergleich zu Benzinern weniger CO₂-Emissionen ausstoßen, werden sie teilweise gefördert. Dies führte allerdings zu höheren NO_x- und Feinstaubemissionen.
- Im Mischverkehr von automatisierten Fahrzeugen und menschlichen Lenker:innen treffen Algorithmen und informelle Verkehrsregeln aufeinander. Das Unfallrisiko steigt.
- Der Verkehrsaufwand hat auch aufgrund von Zersiedelung zugenommen und es werden mehr Kilometer zurückgelegt (VCÖ, 2018b, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2022a, Follmer, 2019).

3.8 Rebound-Risiken in der Mobilität

finanzseitig Tendenziell **größere Rebound-Risiken** können in **Subventionen und Förderungen** verborgen sein (im Mobilitätsbereich etwa Kaufanreize für effiziente Fahrzeuge) und zu einer Mehrnachfrage bzw. Mehrnutzung führen. Begleitend dazu sollten also absolute CO₂-Zielwerte für Fahrzeuge (Effizienzstandards) vorgeschrieben werden.

Dem **Rebound** tendenziell **entgegen** wirken **Abgaben** (z. B. höhere Steuern auf Kraftfahrzeuge oder Kraftstoffe) oder ein **Emissionshandel** (da hier eine absolute Obergrenze („Cap“) eingeführt wird), aber auch **Information und Kommunikation**, wenn sie Umweltbewusstsein sowie Wissen zur optimalen Nutzung effizienter Produkte und Dienstleistungen vermitteln (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b).

effizienzseitig Am **anfälligsten für Rebound-Effekte** sind **effizienzsteigernde Maßnahmen**, die üblicherweise unter dem Begriff „**Verkehrsverbesserung**“ zusammengefasst werden, besonders, wenn diese ohne begleitende Maßnahmen gesetzt werden. So sollten etwa Förderungen und Subventionen für effizientere Fahrzeuge oder Elektro-Autos mit höheren Fahrzeug- bzw. Kraftstoffsteuern kombiniert werden, um freiwerdende finanzielle Mittel zu binden und Rebounds zu vermeiden. Außerdem sollen Förderungen regelmäßig überprüft und bei Bedarf auch wieder eingestellt werden.

Verkehrsvermeidung ist im allgemeinen **weniger anfällig für direkte Rebound-Effekte**. Allerdings können **indirekte Rebounds** auftreten, da Verkehrsvermeidung v. a. mit finanziellen Einsparungen verbunden ist. Eingespartes Geld kann dann in andere Wirtschaftsgüter oder Dienstleistungen investiert werden (siehe Kap. 3.2.1 Verkehrsvermeidung).

Bei **Verkehrsverlagerung** besteht ein eher **geringes Rebound-Risiko**. Zeitgewinne sind nur selten zu erwarten, da die Verlagerung auf den ÖV in der Praxis meist längere Fahrzeiten bedeutet und finanzielle Gewinne sind in der Regel nicht signifikant.

Ein Spezialfall sind allerdings Pauschalkarten, die unbegrenzte Mobilität zu einem Fixpreis ermöglichen. In diesem Zusammenhang wäre besonders das 9- (bzw. 49-) Euro-Ticket relevant, das etwa zu Mehrfahrten im Freizeitbereich führt und damit einen Anstieg der Verkehrsleistung bewirken kann.

4 MÖGLICHE STRATEGIEN ZUR PRÄVENTION BZW. MINDERUNG VON REBOUND-EFFEKTEN IN DER MOBILITÄT

Rebound bewusst machen

Um Rebound-Effekte abschwächen oder ihnen vorbeugen zu können, müssen sie ins **Bewusstsein** jener rücken, die umweltpolitische Instrumente und Maßnahmen (in der Mobilität) beschließen, in erster Linie also Politik und Verwaltung. Rebounds weisen immer noch einen geringen Stellenwert in Energie- und Klimastrategien auf. Gleichzeitig sind die für Rebound-Effekte am anfälligsten **Effizienzmaßnahmen** auch in der Mobilität am weitesten verbreitet. Hier sollten neben Einsparzielen konkrete Verbrauchsobergrenzen definiert und weitere Begleitmaßnahmen gesetzt werden.

Suffizienz (also gleichbleibende Mobilität bzw. mehr Lebensqualität bei kürzeren Wegen und weniger Verkehr) muss im Rahmen der Mobilitätswende und auch angesichts von Rebound-Effekten ebenfalls ein Ziel sein.

4.1 Ansätze und Maßnahmen zur Prävention bzw. Minderung von Rebound-Effekten in der Mobilität

reboundmindernde Elemente

Ansätze und Maßnahmen, um Rebound-Effekte vermeiden bzw. mindern zu können, finden sich in unterschiedlicher Form (Buhl, Echternacht und Geibler, 2015), (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b), (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2019c):

- **Einpreisen des Effizienzgewinns (der Minderkosten), z. B. effizienzgekoppelte Besteuerung:** Geringere Kosten durch Effizienzgewinne werden über Umweltabgaben neutralisiert (**Beispiel:** Erhöhung der Fahrzeugsteuern bei umweltpolitisch geförderten Effizienzsteigerungen von Fahrzeugen).
- **Ordnungsrechtliche Vorgaben für die Energieeffizienz von Produkten** soll anspruchsvoll festlegen, dass trotz Rebound-Effekt die angestrebte Verringerung des Energieverbrauchs eintritt, z. B. Produktstandards (**Beispiel** Effizienzklassen: ambitioniertere Ziele für größere Fahrzeuge als für kleinere).
- **Verbrauchsobergrenzen (Caps) statt Einsparziele:** Absolute Obergrenzen hinsichtlich Verbrauch oder Emissionen werden festgelegt, wie etwa am **Beispiel** EU-Emissionshandel Verkehr.
- **Regelmäßige Überprüfung finanzieller Förderungen für effiziente Technologien.** **Beispiel** Elektroautos: zeitliche Befristung und Rücknahme der Förderung, wenn eine geförderte effiziente Technologie einen bestimmten Diffusionsgrad erreicht hat.

- **Begleitender Einsatz maßgeschneiderter Informations- und Kommunikationsmaßnahmen** zur Akzeptanzsteigerung und um psychologischen Rebound-Effekten entgegenzuwirken. **Beispiel: Verbrauchsanzeigen in Autos**, Spritspartrainings).
- **Zeiteffekte:** Die Zeitkosten der Güternutzung sollen erhöht anstatt reduziert werden, so können Rebound-Effekte begrenzt werden. So ist z.B. die Verlagerung vom Auto auf das Fahrrad aufgrund hoher Zeitkosten weniger anfällig gegenüber Rebound-Effekten, trotz potenzieller Einkommenseffekte (Buhl, Echternacht und Geibler, 2015).

Da oft mehrere Rebound-Effekten zusammenwirken, ist die Kombination unterschiedlicher Ansätze zur Eindämmung sinnvoll.

Eine weitere Möglichkeit, Ansätze und Maßnahmen zur Minderung von Rebound-Effekten zu gliedern, unterscheidet **marktwirtschaftliche, regulatorische und persuasive Instrumente** zur Prävention von Rebound-Effekten (auszugsweise) (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018):

Marktwirtschaftliche Instrumente wirken je nach Einkommensgruppe und Antriebstechnologie unterschiedlich. Regulatorische Maßnahmen hingegen wirken bei allen Nutzergruppen gleich. Bei persuasiven Maßnahmen hängt die Wirkung von den Einstellungen und Umweltwerten der Verkehrsteilnehmer:innen ab.

Abbildung 6: Maßnahmen zur Vermeidung von Rebound im Personenverkehr.

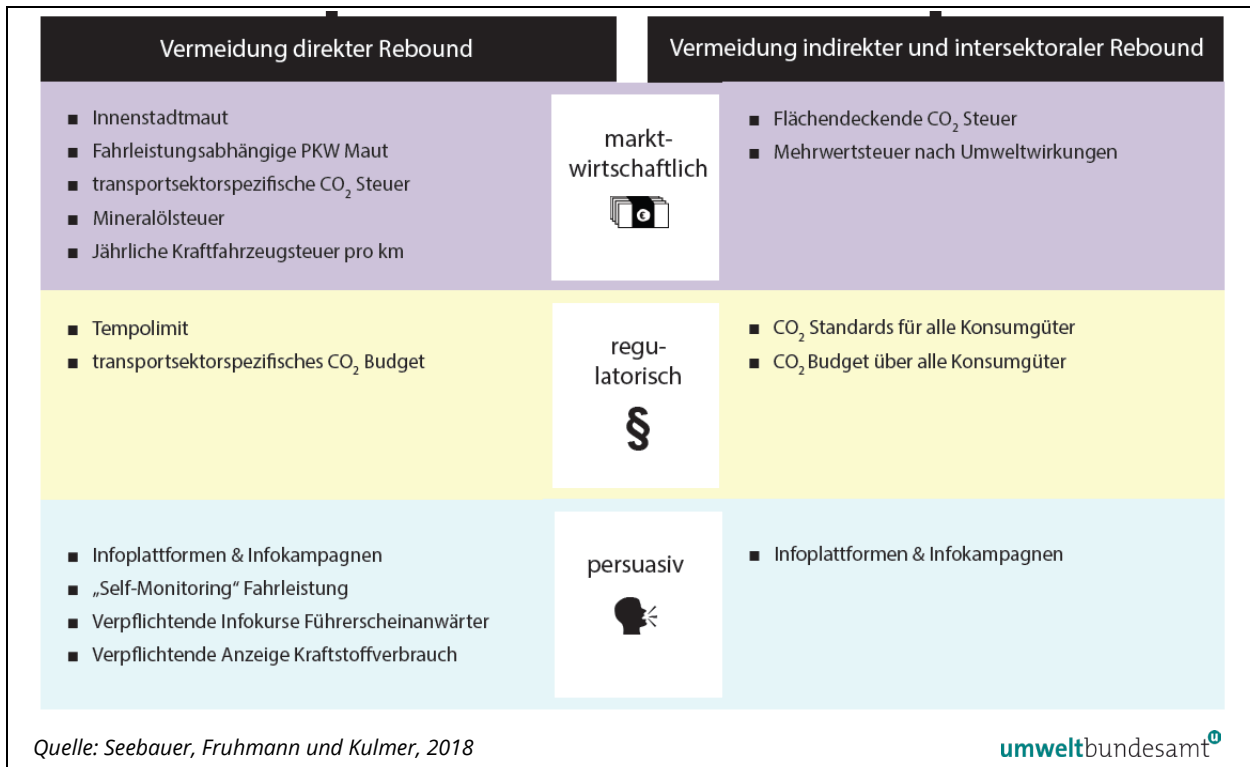
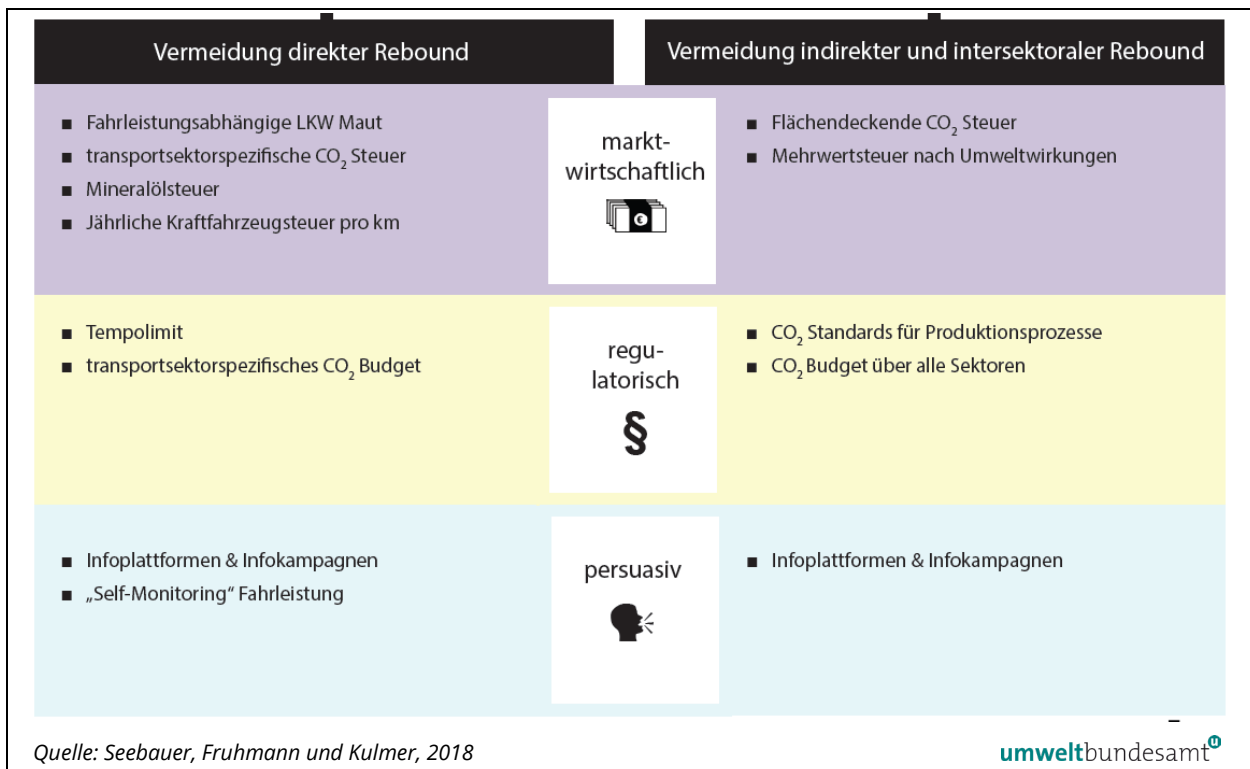


Abbildung 7: Maßnahmen zur Vermeidung von Rebound im Güterverkehr.



Marktwirtschaftliche, regulatorische und persuasive Instrumente zur Prävention von Rebound-Effekten werden in der folgenden Abbildung nach Rebound-Verringerungspotenzial hinsichtlich direkter und indirekter bzw. intersektoraler Rebound-Effekte sowie Umsetzungsaufwand aufgelistet. Ebenso sind kontraproduktive Begünstigungen indirekter Rebounds berücksichtigt.

Abbildung 8: Maßnahmen zur Vermeidung von Rebound nach Verringerungspotenzial und Umsetzungsaufwand.

Maßnahmen-kategorie	Maßnahmen	Reboundverringern		Umsetzungs-aufwand
		direkt	indirekt / intersektoral	
Markt-wirtschaftliche Instrumente	Innenstadtmaut	●	!	●
	Fahrleistungsabhängige LKW/PKW Maut	●	!	●
	Jährliche Kraftfahrzeugsteuer pro km	●	!	●
	Mineralölsteuer	●	!	●
	Transportsektorspezifische CO ₂ Steuer	●	!	●
	Geschäftsmodell Energiedienstleistung	●	●	●
	Verpflichtendes Ausscheiden von Altgeräten	●	●	●
	Flächendeckende CO ₂ Steuer	●	●	●
	Mehrwertsteuer nach Umweltwirkungen	●	●	●
Regulatorische Instrumente	Tempolimit	●	–	●
	CO ₂ Standards	●	●	●
	CO ₂ Budget	●	●	●
Persuasive Instrumente	Infoplattformen & Infokampagnen	●	●	●
	Self-Monitoring Fahrleistung	●	●	●
	Verpflichtende Infokurse	●	●	●
	Führerscheinanwärter	●	●	●
	Verpflichtende Anzeige Kraftstoffverbrauch in Kraftfahrzeugen	●	●	●

● hohe Reboundverringern / geringer Umsetzungsaufwand ● mittlere Reboundverringern / mittlerer Umsetzungsaufwand
 ● geringe Reboundverringern / hoher Umsetzungsaufwand ! Risiko von kontraproduktiver Begünstigung von indirektem Rebound

Quelle: Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018 umweltbundesamt[®]

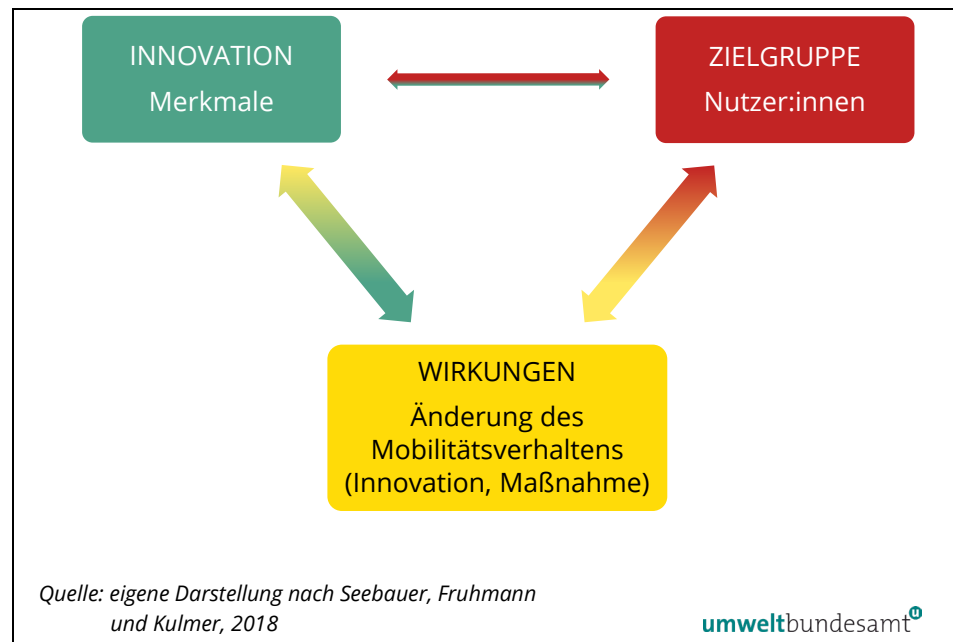
4.2 Indikatorsystem für das Screening von möglichen Rebound-Effekten in der Mobilität

Die Studie „Dynamik und Prävention von Rebound-Effekten bei Mobilitätsinnovationen“ hat für das österreichische Verkehrsministerium im Jahr 2018 ein qualitatives Indikatorsystem zur groben Abschätzung des Rebound-Risikos von „Mobilitätsinnovationen“, also Maßnahmen im Mobilitätsbereich, entwickelt. Dabei werden die Aspekte „Innovation“ (im Sinn einer gesetzten Maßnahme),

„Zielgruppe“ und „Wirkungen“ miteinander in Verbindung gesetzt (siehe folgende Abb. 9). Das Screening ist für die Anwendung auf möglichst viele Mobilitätsinnovationen konzipiert, einmal im Bereich Personenverkehr und einmal im Bereich Güterverkehr (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

Weitere Informationen, Arbeitsblätter und Anleitungen zur Nutzung des Indikatorsystems sind unter <https://catch.joanneum.at/rebound-projekt/> zu finden.

Abbildung 9:
Dimensionen für
Rebound-Screening.



Ziel des Indikatorsystems ist eine frühzeitige Abschätzungsmöglichkeit, unter welchen Bedingungen, bei welchen Merkmalen und in welchen Zielgruppen bei Mobilitätsmaßnahmen mit höherem oder niedrigerem Rebound zu rechnen ist.

Abbildung 10: Rebound-Screening Arbeitsblatt.

Reboundscreening Personenverkehr		Datum	JOANNEUM RESEARCH		TU WIEN		bm		vrt		
		bearbeitet von									
Innovation											
Indikator			absolute Umweltbeeinträchtigung infolge von Rebound								
			höher						niedriger		
Innovation	Typ Welches Funktionsprinzip hat die Innovation?	technologisch Antrieb, Sensorik, Materialien, ...							organisatorisch/sozial Sharing, Crowd, Verrechnung, Distribution, Orientierung, ...		
	Tiefe Wie weit reicht die Innovation?	radikal neuer Zugang, kombinierbar mit bestehenden Produkten/Prozessen, übertragbar auf andere Anwendungen auch außerhalb des Verkehrssystems							inkrementell Verbesserung bestehender Lösungen, ersetzt einzelne Produkte/Prozesse		
	Energieträger Mit welcher Energiequelle wird die Innovation u. der mit ihr verbundene Verkehr betrieben?	fossil Benzin, Diesel, konventioneller Strommix, ...							erneuerbar Ökostrom, Muskelkraft, ...		
	Investition Wie teuer ist die Anschaffung der Innovation für den Nutzer?	niedrige Kosten Nachrüstung, Umsetzung in vorhandenen Plattformen, Serienausstattung, Ratenzahlung, ...							hohe Kosten Neuanschaffung, umfangreiche Umbauten, Sonderausstattung, Einmalzahlung, ...		
	Infrastruktur Welche flächendeckende Infrastruktur wird für die Innovation benötigt?	hoch physische Umbauten bei Gebäuden u. Straßen, wartungsintensiv, hoher operativer Energiebedarf							niedrig IT-Infrastruktur, wartungsarm, geringer operativer Energiebedarf		
Zielgruppe	Zielgruppengröße Wie viele Personen nutzen die Innovation?	Allgemeinbevölkerung breite Streuung über Altersgruppen, alle Verkehrsteilnehmer, ...							ausgewählte Bevölkerungsgruppen technikkaffin, Menschen mit besonderen Bedürfnissen, genderspezifisch, ...		
	Einkommen Nutzen arme oder reiche Personen die Innovation?	niedrig sozial Benachteiligte, unterdurchschnittlicher Lebensstandard							hoch gut Situierte, hoher Lebensstandard		
	Umweltwerte Haben die Nutzer eine umweltfreundliche Werthaltung?	niedrig Vorrang des menschlichen Wohlstandes vor der Natur, Vertrauen in technische Lösungen f. Umweltprobleme							hoch Natur für kommende Generationen bewahren, ökologischer Lebensstil		
Wirkungen	Verkehrsmittelwahl Von welchen Verkehrsmitteln werden Wege auf die Innovation verlagert?	Umweltverbund weniger Fahrten mit Rad, ÖV, zu Fuß							fossil weniger Fahrten mit konventionellen Auto		
	Zurückgelegte Personen-km Wie verändern sich die Anzahl und die Länge von Wegen?	Zunahme Verringerung der Zeit-, Geld- oder Komfortkosten einzelner Wege							Abnahme Verlegung einzelner Wege in den virtuellen Raum, Kombinieren von Wegen		
	Bedürfnisse Welche Mobilitäts- und Konsumbedürfnisse spricht die Innovation an?	unbefriedigt hedonistische Bedürfnisse, unerfüllte Konsumwünsche, materieller Nutzen, Statusgewinn							gesättigt Bedürfnisse mit einer natürlichen Obergrenze, Grundbedürfnisse, täglicher Bedarf		
	Mobilitätsmuster Wie veränderlich sind die Aktivitäten, auf welche die Innovation ausgerichtet ist?	flexibel seltene und unvertraute Wege, spontane Aktivitäten, Urlaube und Ausflüge							rigide gewohnte und alltägliche Wege, Aktivitäten innerhalb regelmäßiger Tagesstrukturen und Aktionsräume		
Gesamt											

umweltbundesamt[®]

Quelle: Joanneum Research, 2018

Welche Indikatoren aus welchem Grund gewählt wurden ist in folgender Abbildung zusammengestellt.

Abbildung 11: Indikatorübersicht.

	Indikator	Kurzbegründung
Innovation	Typ	Technologische Innovationen greifen tiefer und breiter in die Verkehrsnachfrage ein.
	Tiefe	Radikale Innovationen wirken quer über unterschiedliche Mobilitäts- und Konsummuster und damit umfassender.
	Energieträger	Mit fossilen Energieträgern betriebene Innovationen haben höhere Umweltauswirkungen.
	Investition	Bei niedrigen Investitionskosten wird freigewordenes Einkommen rascher in anderen Konsumbereichen verwendet.
	Infrastruktur	Umfangreiche Infrastruktur führt zu zusätzlichem Ressourcenbedarf.
Zielgruppe	Zielgruppengröße	Eine große Anzahl an NutzerInnen führt zu höheren absoluten Auswirkungen.
	Einkommen	NutzerInnen mit niedrigem Einkommen holen auf ein normales Konsumniveau auf.
	Umweltwerte	NutzerInnen mit schwachen umweltfreundlichen Einstellungen beschränken nicht ihr absolutes Konsumniveau.
	CO ₂ -Intensität des Betriebs	In CO ₂ -intensiven Betrieben führen Reinvestitionen zu höheren Umweltauswirkungen.
Wirkungen	Verkehrsmittelwahl	Verlagerung weg von Verkehrsmitteln des Umweltverbunds untergräbt den Umweltschutz.
	Zurückgelegte Personen-km	Geringere Zeit-, Geld- und Komfortkosten führen zu höherer Verkehrsleistung.
	Zurückgelegte Tonnen-km	Geringe Zeit- und Geldkosten sowie höhere Verlässlichkeit in der Logistik führen zu höherer Verkehrsleistung.
	Bedürfnisse	Die Erfüllung bisher unbefriedigter persönlicher Bedürfnisse erhöht die Verkehrsleistung.
	Mobilitätsmuster	Flexible, nicht-alltägliche Wege werden zusätzlich unternommen.

Quelle: Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018

umweltbundesamt[®]

4.3 Beispiele für Rebound-Effekte und deren Minderungsmöglichkeiten aus den Bereichen Vermeiden, Verlagern, Verbessern

Einige Beispiele von Instrumenten bzw. Maßnahmen aus der Mobilität, gegliedert nach dem „Avoid-Shift-Improve (Vermeiden-Verlagern-Verbessern) Paradigma“ sind in diesem Kapitel dargestellt. Dabei werden anhand ausgewählter Maßnahmen und Innovationen, die als Puzzleteil in der Mobilitätswende gehandelt werden, Potenziale sowie Rebound-Risiken und mögliche Ansätze zur Eindämmung diskutiert:

- **verkehrsvermeidende** Maßnahmen (weniger Verkehr),
- Maßnahmen zur **Verkehrsverlagerung** (Modal Shift, unter anderem zu mehr aktiver Mobilität),
- Maßnahmen und Technologien zur **Verbesserung** (Steigerung der Effizienz und Attraktivität nachhaltiger Transportmittel und -dienstleistungen).

4.3.1 Virtuelle Mobilitätsformen (Vermeiden)

Die Bereiche Onlineshopping, Homeoffice und Tele-Conferencing weisen prinzipiell Potenzial zur Verkehrsvermeidung auf.

Dem **Onlineshopping** wird in der Literatur teils eine hohe Rebound-Anfälligkeit zugeschrieben: So fallen zwar Besorgungsfahrten mit dem Privat-PKW weg, doch steigt die Verkehrsleistung im Lieferverkehr und durch Warenretouren fällt teilweise mehr Verkehr an als beim Einkaufen im Geschäft. Weiters häufen sich indirekte Rebound-Effekte durch die beim Onlineshopping gewonnenen Zeit. Je nach Ausprägung sind hier also geringere bis keine Einsparungseffekte zu erwarten. Werden beim Onlineshopping jedoch umweltrelevante Parameter berücksichtigt (z. B. Micro-Hubs und Lastenfahrräder sowie energieeffiziente Lager und Verpackungen) und wird im Vergleich dazu beim stationären Einkaufen vorwiegende PKW-Nutzung unterstellt, kann die Bilanz der gesamtverkehrlichen Umweltwirkungen auch zugunsten des Onlineshoppings ausfallen (Postpischil und Jakob, 2019).

Auch im Bereich **Homeoffice** (Tele-Working) werden bei grundsätzlich positiver Einschätzung von THG-Minderungspotenzialen (Öko-Institut, 2022) (Lambrecht, Kräck und Dünnebeil, 2021) Rebound-Effekte erwartet: Zwar wird primär physischer Verkehr eingespart und treten kaum direkte Rebound-Effekte auf, doch kann diese Einsparung zu folgenden, hauptsächlich indirekten bzw. intersektoralen, Rebound-Effekten und somit zu einer Teilkompensation der Einsparungen führen (BMK, 2020):

- Gewonnene Zeit aus dem nicht zurückgelegten Arbeitsweg wird für andere Wegezwecke eingesetzt, z. B. Freizeitmobilität (indirekter Rebound).

- Wird der Weg zur Arbeit seltener zurückgelegt, besteht die Gefahr, dass eine größere Distanz zwischen Wohnort und Arbeitsort in Kauf genommen wird (Stichwort „Zersiedelung“), mit entsprechend längeren Wegen auch für andere Zwecke.
- Es werden mehr Einzelwege zurückgelegt und weniger Wegeketten (als im Zuge der sonst regelmäßigen Arbeitsfahrten).
- Individualisierte, flexible Arbeitszeiten im Homeoffice können zu einer Attraktivierung des MIV führen, da dieser die notwendige Flexibilität eher bietet als der Linien-ÖPNV. Das kann in weiterer Folge zu weniger Auslastung und Angebot im ÖPNV führen.
- Bürogebäude weisen in der Regel eine höhere Energieeffizienz auf als der Wohnort. Durch die Reduktion der Nutzungsdichte des Bürogebäudes sinkt die Energieeffizienz (es sei denn, das Büro wird entsprechend redimensioniert) und am Wohnort muss mehr Energie aufgewandt werden.

Je weiter die Systemgrenze bei der Betrachtung von Homeoffice und Rebound-Effekten gezogen wird (womit indirekte und makro-ökonomische Rebounds bzw. weitere Politikfelder betroffen sind), desto geringer werden tendenziell die positiven Umweltwirkungen eingeschätzt. Manche Studien legen die Vermutung nahe, dass mobiles Arbeiten langfristig sogar zu einer Überkompensation der Einspareffekte führen kann („Backfiring“), wenn alle gesamtgesellschaftlichen Aspekte sowie indirekte Rebound-Effekte einbezogen werden (Hook et al., 2020). Die Metaanalyse kommt zu teilweise widersprüchlichen Ergebnissen, was die verkehrsbezogenen Umweltwirkungen anbelangt. Die Mehrheit der Studien deutet aber auf eine Verringerung des Energiebedarfs durch Homeoffice hin.

Am geringsten fallen die Rebound-Effekte bei **Tele-Conferencing** aus, wenn physische Meetings durch virtuelle ersetzt werden. In zweiter Linie mitentscheidend ist hier die Art und Weise des erhöhten Datentransfers durch v. a. Video-streaming: Glasfasernetze reduzieren den Energieaufwand deutlich – im Vergleich z. B. zum Mobilfunkstandard UMTS (3G) fast um das 50-Fache (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2020b).

Rebound-Minderungsmöglichkeiten

flankierende Maßnahmen

Auch in Zusammenhang mit der Forcierung virtueller Mobilität ist davon auszugehen, dass die so geschaffenen freien Straßenkapazitäten wieder aufgefüllt und kurzfristige Verkehrsvermeidungseffekte mittelfristig aufgehoben werden. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, werden flankierende Maßnahmen empfohlen, die nicht in direktem Zusammenhang mit virtueller Mobilität stehen, da der direkte Rebound gering ist, indirekte (und auch langfristige) Rebound-Effekte aber durchaus signifikant sein können. Beispielhaft genannt werden können der Rückbau von dann überdimensionierter Straßenverkehrsinfrastruktur und die Flächenumverteilung des öffentlichen Raums zugunsten des Umweltverbundes. Nutzungsdurchmischung, die Realisierung kurzer Wege und steuerrechtliche Maßnahmen zur Abfederung potenzieller Rebound-Effekte (beispielsweise in Zusammenhang mit Pendlerpauschale oder hinsichtlich einer Anhebung der Betriebskosten im MIV) sind anzudenken (BMK, 2020).

- Kommunikation** Gezielte Kommunikation und Informationsaktivitäten, maßgeschneidert für die unterschiedlichen Gruppen von Akteur:innen, können ganz allgemein die Eindämmung von Rebound-Effekten, vor allem auf psychologischer Ebene, effektiv unterstützen und dabei u. a. folgende Formen annehmen (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b):
- „individuelles Feedback“ zu den möglichen und tatsächlich erreichten Einsparungen durch Verhaltensveränderungen
 - „Verhaltenstraining“ zum Umgang mit einer effizienten Technologie oder Innovation
 - Kennzeichnung umweltfreundlicher Produkte
 - Kampagnen (Vorbilder, erwünschtes Verhalten)
- Konsistente Informationen versetzen die Verbraucher:innen in die Lage, Entscheidungen bewusst zu treffen und ihre Gewohnheiten so zu verändern, dass es möglich ist, das Einsparpotenzial voll auszuschöpfen (Umweltbundesamt, 2016b).
- Onlineshopping** Beim Onlineshopping konzentrieren sich die Handlungsempfehlungen v. a. auf zwei Bereiche, die von der Politik durch regulierende Maßnahmen, aber auch Förderungen angestoßen werden können (BMK, 2020):
- Maßnahmen zur Reduktion des Lieferverkehrsaufkommens (z. B. anbieterübergreifende Konzepte, sogenannte „White-Label“-Lösungen in Kombination mit optimierter Routenplanung zur Auslastungserhöhung und Reduktion der Routenlängen).
 - Maßnahmen zur Reduktion der Lieferverkehrsmissionen (z. B. Einsatz von emissionsfreien Lieferfahrzeugen oder von Transportfahrrädern in Kombination mit „Micro-Hubs“).
- Homeoffice** Bezüglich Homeoffice und potenzieller Minderung von indirekten Rebounds wird einerseits auf die oben beschriebenen „flankierenden Maßnahmen“ verwiesen. Zum anderen bedarf es geeigneter Infrastruktur, um den Rebound-Effekten entgegenzuwirken. Zudem wird in Mitfahrgelegenheiten und Bike-Sharing für Freizeitwege Potenzial gesehen, um Wege mit dem privaten PKW einzusparen. Flexible ÖPNV-Angebote (Mikro-Mobilität) und Fahrgemeinschaften werden hier ebenso genannt (Conrad, Garde und Klinger, 2022) – letztlich also alles Maßnahmen, die indirekte Rebound-Effekte adressieren.

4.3.2 Fahrgemeinschaften (Vermeidung)

Fahrgemeinschaften, v. a. allem zum Berufspendeln, weisen ein hohes Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen auf. Wenn sich drei Personen eine Fahrt teilen statt jeweils mit dem eigenen PKW zu fahren, reduzieren sich spezifische Kosten und Emissionen pro Person und Kilometer um zwei Drittel. Zwei von drei Fahrten werden vermieden und damit sinkt die Verkehrsleistung im MIV. Die Anschaffung eines Zweitwagens kann überflüssig werden und Fahrgemein-

schaften reduzieren den Parkplatzbedarf. Damit können Betriebe knappe Stellplatzflächen einsparen. Regelmäßige Pendelstrecken sind besonders geeignet. Arbeitgeber können Fahrgemeinschaften durch Vermittlungsbörsen und reservierte Parkplätze unterstützen (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2019a).

Vermeidungspotenzial

Neue Technologien und Plattformen (Apps, MaaS = Mobility as a Service) redefinieren Fahrgemeinschaften (Carpooling, Rideselling) und eröffnen neue Optionen. Für die Schweiz wurde für 2030 eine Reduktionspotenzial von 360 Millionen Fahrzeugkilometern bzw. 0,66 % der gesamten Fahrleistung errechnet (Haefeli und Arnold, 2021).

Laut „Mobilität in Deutschland 2008“ werden 5 % der Arbeitswege als „PKW-Mitfahrer“ und 65 % der Arbeitswege als Fahrer durchgeführt. Bis zu 11 % Rückgang der PKW-Verkehrsleistung könnten durch Fahrgemeinschaften erreicht werden (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2019a).

Die Nutzung des Umweltverbunds wäre zwar noch besser für Klima und Umwelt, für Mitarbeitende, die nur schwer mit dem ÖPNV oder dem Rad zur Arbeitsstelle pendeln können, sind aber auch Fahrgemeinschaften v. a. auf regelmäßigen Pendelwegen geeignet und **in geringem Maße anfällig für direkte Rebound-Effekte**, da keine Zeiteinsparung erfolgt und auch erzielte Kosteneinsparungen nicht direkt wirksam werden.

4.3.3 Aktive Mobilität (Verlagern)

Die Verlagerung von Wegen im MIV auf aktive Mobilität (v. a. Rad- und Fußverkehr) bietet Potenzial zur THG-Reduktion, v. a. in Kombination mit dem ÖPNV. Über 40 % der Autofahrten in Deutschland (und auch in Österreich) sind kürzer als fünf Kilometer und aktive Mobilität ist ein Schlüssel zur Multimodalität und zum Umweltverbund. Bei einer Förderung des Radverkehrs mit zusätzlich 500 Millionen Euro pro Jahr und einer Angebotssteigerung im ÖPNV von 10 % können zusammen bis 2030 rund 0,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent eingespart werden (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2019b).

**hohes Potenzial,
geringe Risiken**

Die **Rebound-Risiken** sind relativ gering. So fallen etwa Zeitersparnisse als Auslöser weg. Sie werden neben monetären Vorteilen und psychologischen Einflussfaktoren als entscheidend für die Reduktion von Rebound-Effekten angesehen. Rebound-Effekte werden reduziert, wenn es gelingt, die Zeitkosten der Güternutzung zu erhöhen statt zu reduzieren. So ist beispielsweise die Substitution von MIV (PKW) mit aktiver Mobilität (Fahrrad, Zufußgehen) aufgrund der hohen Zeitkosten gegenüber Rebound-Effekten weniger anfällig – trotz potenzieller Einkommenseffekte (Buhl, Echternacht und Geibler, 2015).

Aktive Mobilität kann eine Steigerung der **Suffizienz** bewirken, da sie eine sehr ressourcenschonende Alternative zu anderen Mobilitätsformen darstellt und der individuelle Ressourceneinsatz zur Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen zurückgeht. Ein Beispiel: Um bei guter Witterung ins drei Kilometer entfernte Stadtzentrum zu gelangen, ist ein sparsamer PKW effizienter als ein SUV (Sports Utility Vehicle). Suffizient aber wäre die Nutzung des Fahrrads, das eine sehr

ressourcenschonende Alternative zu den beiden anderen Mobilitätsformen darstellt. Noch suffizienter wäre das Zufußgehen. (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

4.3.4 Förderung von E-Autos (Verbessern)

E-Autos sind effizienter als „Verbrenner“ und haben das Potenzial, den THG-Ausstoß beträchtlich zu reduzieren. Sie werden deshalb vielfach als eine Schlüsseltechnologie zur Mobilitätswende gesehen. Zwei Faktoren sind dabei jedoch zu beachten: E-Autos können ihr ganzes Effizienzpotenzial nur ausspielen, wenn sie mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben werden und wenn die Akkukapazität (und damit Fahrzeuggewicht und Verbrauch) relativ gering gehalten werden (Umweltbundesamt, 2021). Und auch ein E-Auto braucht Platz im fließenden wie auch im ruhenden Verkehr und trägt daher nicht zu einer gerechteren Umverteilung der Verkehrsflächen hin zum Umweltverbund bei.

Rebound-Risiken durch Förderungen

Als Energieeffizienz-Instrument birgt die Förderung von E-Autos auch eine Anzahl von **Rebound-Risiken**:

- **Direkte Rebound-Effekte** drohen z. B. durch die Zunahme der Verkehrsleistung durch geringere Kraftstoff- und damit Betriebskosten. Es entsteht der Anreiz mehr zu fahren, u. a. damit sich die höheren Anschaffungskosten „lohnen“ (**finanzieller Rebound**).
- **Indirekte Rebound-Effekte** werden befürchtet, wenn nicht nur Wege mit Benzin- oder Diesel-PKW, sondern auch solche im ÖV oder Radverkehr ersetzt werden (Substitutionseffekt durch „gutes Gewissen“, **psychologischer Rebound**). Außerdem kann freiwerdendes Einkommen für andere Zwecke ausgegeben werden. Da Elektroautos häufig noch als Zweit- oder Drittwagen angeschafft werden, kann dies auch zu einem höheren PKW-Motorisierungsgrad führen und damit das Flächen- und Stellplatzproblem v. a. in urbanen Gebieten verschärft werden (**funktionaler Rebound**).
- Ein **regulatorischer Rebound**-Effekt durch E-Autos droht, da ihre Emissionen bei der Einführung von Flottenstandards (durchschnittliche CO₂-Emissionen in g/km) mit 0 bemessen werden und somit eine Zunahme des Anteils an Elektroautos das Effizienzziel für Fahrzeuge mit fossilen Brennstoffen aufweichen kann.

Maßnahmen zur Riskominderung

Rebound-Minderungsmöglichkeiten

- Finanzielle Förderungen für Elektroautos sollen einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Auch die zeitliche Befristung und gegebenenfalls die Rücknahme der Förderung, wenn eine geförderte effiziente Technologie einen bestimmten (gewünschten) Diffusionsgrad erreicht hat, ist angezeigt.
- Um einen Anstieg des Verkehrsaufkommens zu vermeiden, sollten keine Ausnahmen für E-Autos bei City-Maut und fahrleistungsabhängiger PKW-

Maut gemacht werden, ebenso wenig bei der Parkraumbewirtschaftung oder bei Tempolimits.

- Zielgerichtete Kommunikations- und Informationsmaßnahmen, wie verpflichtende Informationskurse für E-Autokäufer:innen, können Rebound-Effekten ebenfalls entgegenwirken (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b, Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

4.3.5 CO₂-Flottenzielwerte für PKW (Verbessern)

Den Flottenzielwerten werden sehr große Verbrauchs- und CO₂-Reduktionspotenziale zugerechnet. Der Mittelwert der CO₂-Emissionen neu zugelassener PKW darf ab 2021 pro Hersteller 95 g CO₂/km nicht überschreiten (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2020a). Bei gleichbleibender Fahrleistung würden also der Kraftstoffverbrauch, dessen Kosten und die CO₂-Emissionen sinken. Das birgt eine große **Gefahr von Rebound-Effekten** durch vermehrte PKW-Nutzung bzw. mehr gefahrene Kilometer. So könnten Wege, die zuvor mit anderen Verkehrsmitteln zurückgelegt wurden, nun mit dem Auto gefahren werden oder Verkehr induziert werden (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b).

Rebound-Minderungsmöglichkeiten:

Um Rebounds bei der sehr wichtigen Effizienzstrategie der Flottenverbrauchs-wertsenkung zu mindern, bieten sich eine Reihe von Möglichkeiten an:

- Die Erhöhung von Kraftstoffsteuern wirkt der vermehrten PKW-Nutzung entgegen und reduziert die Zahlungsbereitschaft für zusätzliche Kraftfahrzeuge.
- Deckelung der Gesamtemissionen: Die geplante Ausweitung des EU-Emissionshandels wird die CO₂-Flottenstandards für Autos ergänzen. Fahrzeughersteller oder Inverkehrbringer von Kraftstoffen werden verantwortlich für den Energieverbrauch des verkauften Fahrzeugs während der gesamten Lebensdauer.
- Die zeitliche Begrenzung der Supercredits (E-PKW werden bei Bestimmung der Flottenemissionen mehrfach berücksichtigt) ist sinnvoll, um den Markthochlauf von Elektroautos zu unterstützen, jedoch die Gefahr von Rebound-Effekten einzugrenzen.
- Durch begleitende Kommunikations- und Informationsmaßnahmen sollen die sparsame Nutzung von PKW bzw. Alternativen angeregt und psychologischen Rebound-Effekten entgegengewirkt werden. Außerdem soll die Diskrepanz zwischen dem im Testzyklus gemessenen Normverbrauch und Realverbräuchen vermittelt werden: So liegt der heute gültige WLTP-Messzyklus (Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure) zwar näher an der Realität als der alte NEFZ-Zyklus, bildet aber auch noch nicht die realen Kraftstoffverbräuche von PKW ab.

4.4 Politische Instrumente

Neben Maßnahmen („Was kann gegen Rebound-Effekte getan werden?“) sind für die politische Handlungsebene vor allem Instrumente („Wie können diese Maßnahmen durch die Politik angeregt werden?“) von Interesse. Im Folgenden soll skizziert werden, was die Politik adressieren und wie sie das angehen kann.

explizite Berücksichtigung von Rebound

Aufgabe der Politik auf allen Verwaltungsebenen ist die Schaffung von Rahmenbedingungen, die Rebound-Effekte bewusst machen und ihnen entgegensteuern. Rebound ist eine ernstzunehmende Einflussgröße im Mobilitätssystem und sollte daher explizit in Strategiedokumenten, Gesetzen und Planungsvorhaben berücksichtigt werden. Handlungsoptionen für Verwaltung und Politik sind einerseits realistischere Emissionszielpfade durch einen Abschlag auf die erwarteten Einsparungen (wie der Puffer von 15 % für Rebound im US-amerikanischen Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standard für PKW durch längere Wegstrecken (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018) und andererseits die präventive Ausrichtung von politischen Strategien (z.B. Angabe absoluter Emissionsziele). In der Kommunikation von umwelt- und klimapolitischen Strategien soll unterstrichen werden, dass Rebound das Erreichen von Klimazielen deutlich erschweren kann.

Beim Politikdesign ist anzustreben, den anvisierten absoluten Energie- und Ressourcenverbrauch präzise zu benennen statt lediglich Einspareffekte durch bestimmte Effizienzsteigerungen als Ziel zu nennen. Dazu ist es wichtig, bereits beim Politikdesign und der Gesetzesfolgenabschätzung zumindest direkte Rebound-Effekte zu berücksichtigen. Denn nur so lässt sich realistisch abschätzen, wie umweltpolitische Maßnahmen auf den Energie- und Ressourcenverbrauch tatsächlich wirken (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b) (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

konkrete Maßnahmen

Instrumente (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2016b):

- Effizienzförderung und Abgaben auf die Nutzung einer Ressource koppeln (z. B. Erhöhung der Kraftstoffsteuern zur verringerten Nutzung von PKW),
- Nutzung einer Ressource durch einen „Cap“ beschränken (z. B. ein Verbrauchsziel pro Auto und Bürger:in),
- Finanzielle Förderinstrumente für effiziente Technologien regelmäßig überprüfen (z. B. Förderinstrumente für E-Fahrzeuge zeitlich befristen),
- Maßgeschneiderte Informations- und Kommunikationsmaßnahmen einsetzen (z. B. verpflichtende Energiespartrainings für Vielverbraucher:innen mit energieintensivem Fahrstil).

4.5 Kommunalpolitische Maßnahmen

Um den Ansatz der Verkehrsvermeidung und -verlagerung im Sinne der Suffizienz zu stärken (und direkten Rebound-Effekten entgegenzuwirken), können Kommunen mit politischen Entscheidungen bewirken, dass

- weniger Wege zurückgelegt werden (v. a. im MIV),
- Wege kürzer werden, um die Verkehrsleistung zu reduzieren,
- die zur Verfügung stehenden Mobilitätsoptionen optimiert werden, um eine Verlagerung auf nachhaltige Verkehrsmittel zu fördern.

Gezielte Raumordnung, Flächenwidmung und Bauplanung tragen dazu bei, die Distanzen innerhalb der Kommune zu reduzieren. Förderung des Umweltverbunds reduziert den Verkehrsdruck und steigert die Lebensqualität in der Kommune.

Push- und Pull-Maßnahmen kombinieren

Dabei erweist sich meist die Kombination aus „Push“- und „Pull“-Maßnahmen als am wirksamsten. So kann etwa eine Geschwindigkeitsbegrenzung oder die Wegnahme einer Fahr- oder Parkspur sowie weitere Verkehrsbeschränkungen („push“) den MIV weniger attraktiv machen und gleichzeitig die aktive Mobilität fördern. Als „Pull“-Maßnahme erfolgen parallel Qualitätsverbesserungen im Infrastrukturangebot für Rad- und Fußverkehr bzw. für den ÖPNV.

Um die Akzeptanz v. a. restriktiver Maßnahmen zu steigern, sollen flankierende Schritte gesetzt werden (z. B. kommunikative Begleitung, gezielte Ausnahmeregelungen für Gewerbe und Anwohner:innen sowie mobilitätseingeschränkte Personen).

kommunale Beispiele

Beispiele für kommunale Maßnahmen (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2022c):

- Geschwindigkeits- und Zufahrtsbeschränkungen, Park- und Haltverbote,
- bessere Infrastruktur (Rad- und Fußverkehr, ÖV),
- autoarme und autofreie Wohnquartiere,
- Kundenbindungs- und Loyalitätsprogramme,
- multimodale Mobilitätsplattformen inkl. elektronischem Ticketing,
- Sharingangebote im Umweltverbund inkl. Carsharing,
- Erhebung von Infrastrukturnutzungsbeiträgen („City-Maut“).

Die Publikation „Weniger Verkehr, mehr Lebensqualität – Leitfaden zur Kommunikation von Suffizienz als Ziel kommunaler Verkehrspolitik“ (Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 2022c) des Umweltbundesamts Deutschland enthält eine Fülle weiterer Handlungsanleitungen und Beispiele für Kommunen am Weg zur Mobilitätswende.

5 FAZIT

Rebound-Effekte sind eine ernstzunehmende Einflussgröße im Mobilitätssystem. Sie sollten dezidiert in Gesetzen, Strategien, Konzepten und Planungen berücksichtigt werden. Die Möglichkeiten zur Vermeidung oder Abschwächung von Rebound und v. a. auch die Schaffung von Rahmenbedingungen zur Eindämmung von Rebound-Effekten liegen überwiegend im Handlungsspielraum von Politik und Verwaltung. Daher ist Rebound auch für Kommunen ein wichtiges Thema.

Rebounds beachten Bislang wird dem Thema aber allgemein zu wenig Beachtung geschenkt und Strategien und Planungen setzen vorrangig auf Effizienzsteigerungen und nur in geringem Ausmaß auf Suffizienzstrategien (Verkehrsvermeidung). Letztere sind für Rebound-Effekte i.d.R. weniger anfällig als Effizienzmaßnahmen („Verkehrsverbesserung“).

Marktwirtschaftliche Instrumente, Umweltsteuern und Produktstandards können zur Rebound-Verringerung beitragen, indem sie ein „Mehr an Kaufkraft durch Effizienzgewinn“ in Richtung klimaneutrale Produkte und Dienstleistungen lenken, THG-intensive Waren und Dienstleistungen gezielt verteuern und damit die Zunahme materiellen und CO₂-intensiven Konsums vermindern. Für den Mobilitätssektor bedeutet das weniger und kürzere Wege und eine Abnahme der Verkehrsleistung, v. a. im MIV.

Ausschließlich wachstumsorientierte Wirtschaftspolitik steht in inhärentem Widerspruch zu Klimaschutz, führt Mehrkonsum doch gleichzeitig dazu, dass Energieverbrauchs- und Emissionsziele nicht erreicht oder kompensiert werden.

breiter Maßnahmenmix Aufgrund des Risikos von Rebound-Effekten auf effizienzsteigernde Maßnahmen zu verzichten, wäre aber verfehlt. Sie stellen nach wie vor eine wesentliche Säule zur Erreichung von Klima- und Energiezielen dar. Ihre optimale Wirkung erzielen sie aber nur im Zusammenspiel mit Konsistenz- und Suffizienzstrategien (Vermeidung). Daher steht im „Avoid-Shift-Improve“-Paradigma die Verkehrsvermeidung auch an erster Stelle.

Die Abschwächung negativer Umweltwirkungen kann gelingen, wenn indirekter Rebound auf weniger THG-intensive Sektoren umgelenkt und Wirtschaftswachstum vom absoluten Ressourcen- und Umweltverbrauch entkoppelt wird. Werden durch Effizienzverbesserungen freigewordene Mittel in weitere Energieeinsparmaßnahmen investiert, so wäre sogar ein sich verstärkender Energieeinspareffekt zu erreichen. Ein gesellschaftlicher Wandel in Richtung Suffizienz ist eine weitere Strategie, Rebound-Effekte zu mindern. Dabei steht statt Mehrkonsum die Selbstbeschränkung materieller Konsumbedürfnisse bei höherer Lebensqualität im Fokus. Rebound beruht auf materialistischem Streben nach mehr Konsum. Suffizienz kann daher Rebound langfristig entgegenwirken (Seebauer, Fruhmann und Kulmer, 2018).

6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Arten von Rebound (Mobilität) am Beispiel geringerer Betriebskosten eines PKW.....	8
Abbildung 2: Leitprinzipien klimaneutraler nachhaltiger Mobilität.	11
Abbildung 3: Pyramide einer klimaneutralen und nachhaltigen Mobilität.	15
Abbildung 4: Bandbreiten von Rebounds im Verkehr.	16
Abbildung 5: Wertebereiche direkter Rebound-Effekte.....	17
Abbildung 6: Maßnahmen zur Vermeidung von Rebound im Personenverkehr.	24
Abbildung 7: Maßnahmen zur Vermeidung von Rebound im Güterverkehr...	24
Abbildung 8: Maßnahmen zur Vermeidung von Rebound nach Verringerungspotenzial und Umsetzungsaufwand.....	25
Abbildung 9: Dimensionen für Rebound-Screening.....	26
Abbildung 10: Rebound-Screening Arbeitsblatt.....	27
Abbildung 11: Indikatorübersicht.	28

7 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BMUV.....	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CO ₂	Kohlendioxid
Kfz.....	Kraftfahrzeug
kWh.....	Kilowattstunden
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NaMoW	Projekt „Nachhaltige Mobilitätswende“
ÖV.....	Öffentlicher Verkehr
ÖPNV.....	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkm.....	Personenkilometer
PKW	Personenkraftwagen
NO _x	Stickstoffoxide
SUV.....	Sports Utility Vehicle
THG.....	Treibhausgase
UBA	Umweltbundesamt Deutschland

8 LITERATUR

- BEST, B. und C. ZELL-ZIEGLER, 2022. *Das Gebot der Stunde* [online]. *Energiesparen durch Energiesuffizienz* [Zugriff am: 23. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/energiepolitik-2022/515193/das-gebot-der-stunde/>
- BMK, Hg., 2020. *PoviMob - Potentiale virtueller Mobilität – Rahmen und Maßnahmen für eine bestmögliche Verknüpfung virtueller und physischer Mobilität* [online]. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien.
- BMK, Hg., 2021. *Mobilitätsmasterplan Österreich 2030* [online]. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien.
- BUHL, J., L. ECHTERNACHT und J.V. GEIBLER, 2015. *Rebound-Effekte - Ursachen, Gegenmassnahmen und Implikationen für die Living Lab-Forschung. Arbeitspaket 1 (AP 1.2a) des INNOLAB Projekts*. Wuppertal.
- BUHL, J., L. ERDMANN und S. GEROLD. *Time use rebound effects from adopting time efficient practices in Germany* [online]. *A zeroinflated negative binomial approach* [Zugriff am: 29. Januar 2023]. Verfügbar unter: https://www.rezeitkon.de/wordpress/wp-content/uploads/2022/08/WP_Buhl-et-al_Time-Use-Rebound_2021.pdf
- CONRAD, C., L. GARDE und T. KLINGER, 2022. *Mobiles Arbeiten und berufsbedingte Mobilität. Kurzstudie im Rahmen NaMoW*. Dortmund.
- DLR - INSTITUT FÜR VERKEHRSFORSCHUNG, 2020. *SuVeKo – Erarbeitung einer Suffizienzstrategie für den Verkehrssektor und ihre erfolgreiche Kommunikation* [online] [Zugriff am: 19. Dezember 2022].
- FOLLMER, R., 2019. *Mobilität in Deutschland – MiD Kurzreport Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends*. BMVI, infas, DLR, IVT, infas 360. Bonn, Berlin.
- HAEFELI, U. und T. ARNOLD, 2021. *Umweltwirkungen vernetzter (multimodaler) Mobilität. Vertiefung der Studie «Potenzialanalyse multimodale Mobilität. Verlagerungswirkungen» vom Oktober 2020*. Luzern.
- HOOK, A., V. COURT, B.K. SOVACOOOL und S. SORRELL, 2020. *A systematic review of the energy and climate impacts of teleworking* [online] [Zugriff am: 5. Januar 2023]. Verfügbar unter: [doi:10.1088/1748-9326/ab8a84](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8a84)
- JOANNEUM RESEARCH, 2018. *REBOUND Projekt* [online]. *Dynamik und Prävention von Rebound-Effekten bei Mobilitätsinnovationen* [Zugriff am: 5. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://catch.joanneum.at/rebound-projekt/>
- LAMBRECHT, U., J. KRÄCK und F. DÜNNEBEIL, 2021. *Homeoffice und Ersatz von Dienst- und Geschäftsreisen durch Videokonferenzen. Potenziale zur Minderung der Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Corona-Krise*. Heidelberg.

- LITMAN, T.A., 2022. *Generated Traffic and Induced Travel*. VTPI - Victoria Transport Policy Institute.
- Mobiles Leben. Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller*, 2009. Karlsruhe: Univ.-Verl. ISBN 9783866443549.
- Öko-Institut, 2022. *Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen? Analyse der Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen?* [online].
- POSTPISCHIL, J. und K. JAKOB, 2019. *E-Commerce vs stationärer Handel: Die Umwelt- und Ressourcenwirkungen im Vergleich. Kurzanalyse im Projekt Ressourcenpolitik 2* [online]. Verfügbar unter: www.ressourcenpolitik.de
- RANDELHOFF, M., 2017. *Energieeffizienz im Verkehr - Benötigen wir eine Suffizienzstrategie für den Verkehrssektor?* [online] [Zugriff am: 19. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/164526/analyse/energieeffizienz-suffizienzstrategie-verkehrssektor-klimaschutz-energiebedarf-verkehr-suffizienz/?highlight=rebound>
- SCHWEDES, O., 2018. *Die emissionsfreie Mobilität der Zukunft: Wohin geht die Reise?* [online] [Zugriff am: 19. Dezember 2022]. Verfügbar unter: https://www.klimaschutz-unternehmen.de/fileadmin/bilder/Veranstaltungen/Veranstaltungsueckblick/Konferenzen/Fruehjahrenskonferenz_2018_Vortrag_Prof.Schwedes.pdf
- SEEBAUER, S., C. FRUHMANN und V. KULMER, 2018. *Dynamik und Prävention von Rebound-Effekten bei Dynamik und Prävention von Rebound-Effekten bei Mobilitätsinnovationen. Bericht an das BMVIT im Rahmen des Programms Mobilität der Zukunft*. Graz.
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU, Hg., 2005. *Determinanten der Verkehrsentstehung* [online]. Dessau. Texte. 26/05. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2967.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2016a. *Rebound-Effekte. Empirische Ergebnisse und Handlungsstrategien* [online]. Dessau-Roßlau. Hintergrundpapier. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rebound-effekte>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2016b. *Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden? Ein Handbuch für die umweltpolitische Praxis* [online]. Dessau-Roßlau. Leitfäden und Handbücher. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rebound-effekte-wie-koennen-sie-effektiv-begrenzt>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2019a. *Fahrgemeinschaften* [online]. 21. Dezember 2022, 12:00. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/mobilitaet/fahrgemeinschaften#unsere-tipps>

- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2019b. *Kein Grund zur Lücke. So erreicht Deutschland seine Klimaschutzziele im Verkehrssektor für das Jahr 2030* [online]. Position/November 2019 [Zugriff am: 29. Januar 2023]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/19-12-03_uba_pos_kein_grund_zur_lucke_bf_0.pdf
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2019c. *Rebound-Effekte* [online] [Zugriff am: 21. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/oekonomische-rechtliche-aspekte-der/rebound-effekte>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2020a. *Pkw und leicht Nutzfahrzeuge* [online]. *Emissionsstandards*. 22. Dezember 2022, 12:00. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsstandards/pkw-leichte-nutzfahrzeuge#die-europaische-co2-gesetzgebung>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2020b. *Video-Streaming: Art der Datenübertragung entscheidend für Klimabilanz* [online]. Videoübertragung über Glasfaser fast 50-mal effizienter als über UMTS. 10. September 2020 [Zugriff am: 20. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/video-streaming-art-der-datenuebertragung>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2022a. *Fahrleistungen, Verkehrsleistung und "Modal Split"* [online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split#fahrleistung-im-personen-und-guterverkehr>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2022b. *Klimaschutz im Verkehr* [online] [Zugriff am: 21. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/klimaschutz-im-verkehr#umweltverbund>
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU-ROßLAU, 2022c. *Weniger Verkehr, mehr Lebensqualität. Leitfaden zur Kommunikation von Suffizienz als Ziel kommunaler Verkehrspolitik*. Dessau-Roßlau. Leitfäden und Handbücher.
- UMWELTBUNDESAMT, Hg., 2021. *Ökobilanz von Personenkraftwagen* [online]. Wien. Report. REP-0763. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0763.pdf>
- UNFCCC, 2015. *Paris Agreement* [online]. Verfügbar unter: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- VCÖ, 2018a. *Rebound- und Seiten-Effekte im Verkehrssystem* [online]. Wien. Mobilität mit Zukunft. 02/2018.
- VCÖ, 2018b. *Rebound-Effekte-im-Verkehr-gefährden-Klimaziele* [online]. Wien. VCÖ-Factsheet.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Rebound-Effekte schmälern die Wirksamkeit von Maßnahmen für umweltfreundliche Mobilität. Die erwartete Energie- oder CO₂-Einsparung wird nicht im vollen Ausmaß erzielt, sondern durch verändertes Nutzungsverhalten reduziert. Rebound-Effekte sind Risikofaktoren für Energie- und Klimaszenarien, die vor allem auf effizientere Technologien setzen. Wenn sie aber systematisch mitberücksichtigt und begleitende Maßnahmen gesetzt werden, reduziert das die Gefahr, Umwelt- und Klimaziele zu verfehlen. Das kann gelingen, wenn weniger und kürzere Wege zurückgelegt werden und das Wirtschaftswachstum vom Ressourcenverbrauch und den Treibhausgas-Emissionen entkoppelt wird.

Diese Kurzstudie wurde im Rahmen des Projekts „Nachhaltige Mobilitätswende“ im Auftrag des deutschen Umweltbundesamts erstellt.