



compan.e

Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen?

Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens



Impressum

Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen?

Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens

HERAUSGEBER

Öko-Institut e.V. / Oeko-Institut e.V.
info@oeko.de | www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg / Freiburg Head Office
Postfach / P.O. Box 17 71 | 79017 Freiburg
T +49 761 452 95-0
F +49 761 452 95-288

Büro Darmstadt / Darmstadt Office
Rheinstraße 95 | 64295 Darmstadt
T +49 615 181 91-0
F +49 615 181 91-133

Büro Berlin / Berlin Office
Borkumstraße 2 | 13189 Berlin
T +49 304 050 85-0
F +49 304 050 85-388

DURCHFÜHRUNG

Konstantin Kreye, Dr. Nele Kampffmeyer,
Cara-Sophie Scherf, Dr. Manuela Weber



Dieses Werk bzw. Inhalt steht unter einer Creative Commons Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 Lizenz. Öko-Institut e.V. [2022]
This work is licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0. Oeko-Institut e.V. [2022]

Titelbild: Öko-Institut e.V.
Layout: Hanna Günther

Veröffentlichung: Februar 2022

DANKSAGUNG

Im Rahmen des Projekts wurde im Februar 2021 eine Themenwerkstatt mit Unternehmensvertreter:innen durchgeführt. Wir möchten uns auch an dieser Stelle nochmals herzlich bei allen für ihre Teilnahme sowie die fachliche Expertise und die konstruktiven Diskussionen bedanken. Die Schlussfolgerungen und Ergebnisse dieser Veröffentlichung spiegeln jedoch nicht notwendigerweise die Meinungen der einzelnen Teilnehmer:innen wider. Die Auswahl der thematischen Schwerpunkte und die inhaltliche Ausarbeitung liegt ausschließlich bei den Autoren.

Für die wertvolle Unterstützung bei der Erstellung dieser Publikation bedanken wir uns ganz besonders bei unseren Kolleginnen und Kollegen Luis Karcher (Agora Verkehrswende), Lukas Minnich, Florian Hacker, Moritz Mottschall und Annemarie Rost (alle Öko-Institut).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das dieser Analyse zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 16EM4008-3 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Bitte zitieren als:

Öko-Institut (2022): Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen? Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens

Zusammenfassung

Während der Corona-Pandemie hat sich die Arbeitswelt grundlegend verändert. Aufgrund der Notwendigkeit, Kontakte zu reduzieren, haben bis zu 70 Prozent der Arbeitnehmer:innen ganz oder teilweise im Homeoffice gearbeitet. Die Zwänge der Corona-Pandemie haben dabei gleichermaßen die Schaffung technischer Voraussetzungen im Homeoffice vorangetrieben und vor allem auch einen Kulturwandel eingeleitet sowie dem Arbeiten von zu Hause aus zu neuer Akzeptanz verholfen.

Das Arbeitspapier nimmt Bezug auf diese aktuellen Veränderungen der Lebens- und vor allem Arbeitswelt und widmet sich eingehender der Option Homeoffice zur Reduzierung der Wege von und zur Arbeit. Es fokussiert dabei vor allem auf die Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten sowie weitere mögliche soziale, ökologische und wirtschaftliche Effekte. Die Analyse basiert auf einer Auswertung der bestehenden Literatur, Expert:inneninterviews, einem Stakeholder-Workshop mit Fachexpert:innen verschiedener Branchen sowie einer ergänzenden Auswertung von Mobilitätsdaten zur Quantifizierung von Emissionsminderungspotenzialen. Der Fokus liegt dabei auf Nachhaltigkeitseffekten, die aus der Arbeit im Homeoffice resultieren. Darunter fallen sowohl verkehrsbedingte Emissionen als auch darüber hinausgehend Emissionen durch die Bereitstellung technischer Infrastrukturen am Heimarbeitsplatz sowie zuletzt auch weitere soziale und ökonomische Folgen des Arbeitens von zu Hause aus.

1 Homeoffice in Zeiten der Corona-Pandemie

Der Begriff Homeoffice ist in Deutschland nicht gesetzlich definiert. Dem allgemeinen Sprachgebrauch nach wird hierunter das Arbeiten von zu Hause aus, das heißt in den privaten Räumlichkeiten des Arbeitnehmenden verstanden. Der Anteil der Erwerbstätigen, die von zu Hause aus arbeiten, hat sich während der Corona-Pandemie signifikant erhöht. Diverse Studien gehen zudem davon aus, dass die Nutzung von Homeoffice und anderen flexiblen Arbeitsformen auch mittel- und langfristig fortbestehen und, gegenüber der Zeit vor Corona, verstärkt Anwendung finden wird (Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2020; Hofmann et al. 2020).

2 Auswirkungen des Homeoffice auf das Mobilitätsverhalten

Spätestens die Pandemie hat deutlich gemacht, dass viele Arbeitnehmende in Deutschland und anderen Staaten ihrer beruflichen Tätigkeit auch von zu Hause aus nachkommen können. Dadurch ausbleibende Arbeitswege, die in Deutschland zumeist mit dem Pkw zurückgelegt werden, können einen signifikanten und auch kurzfristig realisierbaren Klimaschutzbeitrag leisten.

Im Rahmen der Quantifizierung verkehrsbedingter Emissionseinsparung durch Homeoffice werden im vorliegenden Arbeitspapier der Status quo vor der Corona-Pandemie, die Situation während wie auch der mittelfristige Fortlauf betrachtet.

Pkw-Fahrten dominieren aktuell bei Wegen von und zur Arbeit. Der Pkw ist das dominierende Verkehrsmittel und ist für rund drei Viertel der Verkehrsleistung in Deutschland verantwortlich. Besonders niedrig ist der Besetzungsgrad der Pkw auf Pendelwegen und die durchschnittlich ausgestoßenen Emissionen sind dementsprechend besonders hoch.

Emissionen auf Pendelwegen vor allem durch Pkw-Fahrten. Der Großteil (93 Prozent) der verkehrsbedingten Emissionen auf Pendelwegen ist auf Fahrten mit dem Pkw zurückzuführen. Zum einen ist dies mit dem hohen Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) am Verkehrsaufkommen zu begründen, zum anderen aber auch mit den im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln höheren Emissionen pro Personenkilometer (202 Gramm CO₂-Äquivalente pro Personenkilometer).

Corona-Maßnahmen führen zu sprunghaftem Anstieg von Homeoffice. Während der Pandemie hat die Anzahl der Personen, die im Homeoffice arbeiten, stark zugenommen. Insbesondere trifft dieser starke Anstieg an Homeoffice-Tagen auf den Anteil an Personen zu, die Vollzeit im Homeoffice arbeiten. Zusätzlich wurde häufiger auf den Pkw als Verkehrsmittel für den Arbeitsweg und weniger auf den öffentlichen Personenverkehr (ÖPV) zurückgegriffen. Beide Verhaltensweisen haben einen diametralen Einfluss auf die freigesetzten Emissionen auf Wegen von und zur Arbeit. Der Minderungseffekt der vermiedenen Arbeitswege übersteigt jedoch die Zunahme des Pkws als Verkehrsmittel auf Arbeitswegen und beläuft sich auf rund 3,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr.

Homeoffice auch in Zukunft ein fester Bestandteil des Arbeitsalltags. Die Corona-Pandemie hat für viele Arbeitnehmende die Vorzüge, aber auch Nachteile von der Arbeit im Homeoffice deutlich gemacht. In vielen Fällen kann daher angenommen werden, dass sich mittelfristig ein Modell des multilokalen Arbeitens durchsetzen wird. Mit einer multilokalen Arbeitsweise kann im progressiven Szenario ein Minderungspotenzial von rund 3,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr realisiert werden. Im Rahmen des konservativen Szenarios (20 Prozent Homeoffice-Quote) kann multilokales Arbeiten zu einer Minderung von rund eine Million Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr beitragen.

Pandemie-bedingter Rückgang auch bei Luftschadstoffen, Lärmbelastung und verkehrsbedingten Unfällen. Neben der Reduzierung verkehrsbedingter CO₂-Emissionen durch die Umstellung beziehungsweise häufigere Nutzung von Homeoffice zeigte sich ein positiver Umwelteffekt während der Corona-Pandemie auch in anderen Bereichen. Vor allem im Innenstadtbereich war der NO_x-Ausstoß stark rückläufig und auch die Lärmbelastung konnte Studien zufolge in vielen europäischen Großstädten um bis zu 5 dB reduziert werden. Zudem gab es einen Rückgang verkehrsbedingter Unfälle in Deutschland von 15 bis 39 Prozent je nach Betrachtungsfokus.

3 Sonstige soziale, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen

Einige Studien haben bereits untersucht, welche weiteren sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen mit der Arbeit im Homeoffice einhergehen können. So wird beispielsweise eine Reihe von Vorteilen, aber auch Nachteilen für Beschäftigte gesehen: Vorteile der Zeitersparnis, der Flexibilisierung von Arbeitszeiten oder der besseren Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben stehen dabei Risiken wie der Auflösung der Grenze zwischen Beruf und Privatleben gegenüber.

Im Hinblick auf die Gewinnung von Mitarbeitenden kann die Option Homeoffice die Attraktivität des Arbeitgebers steigern. Andere Studien gehen der Frage nach, welche Auswirkungen möglich sind im Hinblick auf die Nachfrage nach Büroflächen und die Attraktivität von Stadt

und Land. Unternehmen können beispielsweise signifikant Kosten einsparen, wenn sie ihre Büroflächen reduzieren. Eine verminderte Nutzung von Büroflächen könnte sich wiederum positiv auf die häufig angespannten städtischen Wohnungsmärkte auswirken und ländliche Regionen als Wohnorte attraktiver machen.

Des Weiteren ist von Relevanz, inwiefern mit Rebound- und Verlagerungseffekten beim Energieverbrauch und im Mobilitätsverhalten zu rechnen ist. So ist etwa denkbar, dass bei alternierender Nutzung von Homeoffice und Büro zwar eine Reduktion der täglichen Wege zur Arbeit erfolgt, diese aber durch längere motorisierte Wege im Privaten (über-)kompensiert werden. Weiterhin könnten Strecken für die Kinderbetreuung, Einkäufe etc. zurückgelegt werden, die zuvor kombiniert auf dem Weg von und zur Arbeit erledigt wurden. Ein Mehrverbrauch an Energie und Ressourcen ist zudem in Bezug auf die Herstellung, Nutzung und Entsorgung digitaler Technologien möglich.

4 Zusätzlicher CO₂-Ausstoß stark von Homeoffice-Ausstattung und Energiebedarf abhängig

Je nach Ausgestaltung des Szenarios fallen die durch den zusätzlichen Hardware- und Energiebedarf im Homeoffice induzierten CO₂-Emissionen sehr unterschiedlich aus. Wird von einer Nutzung des Firmenlaptops ausgegangen, so sind die CO₂-Emissionen mit 18 Kilogramm pro Jahr vergleichsweise gering. Wird der Heimarbeitsplatz jedoch komplett neu ausgestattet und zudem energetisch zusätzlich zum Büroplatz beleuchtet und beheizt, steigen die damit verbundenen jährlichen CO₂-Emissionen auf 307 Kilogramm.

5 Wann führt Homeoffice zu einer CO₂-Einsparung?

Abschließend wird im vorliegenden Arbeitspapier der Frage nachgegangen, unter welchen Voraussetzungen die Arbeit von zu Hause gegenüber der Arbeit im Büro hinsichtlich des CO₂-Ausstoßes vorteilhaft ist. Die Berücksichtigung der jeweiligen Optionen der Homeoffice-Ausstattung, aber auch der Pendeldistanz und Verkehrsmittelwahl zeigen, wie differenziert die Quantifizierungen an dieser Stelle zur Beantwortung der Frage gewählt werden müssen.

Wann aus ökologischen Gründen der Heimarbeitsplatz gegenüber dem Pendeln ins Büro vorzuziehen ist, hängt nicht nur von der Wahl des Verkehrsmittels und der Länge der Arbeitsstrecke ab. Daneben ist die gewählte beziehungsweise seitens des Arbeitsgebers zur Verfügung gestellte Ausstattung des Homeoffice-Platzes entscheidend. Kann der Firmenlaptop genutzt werden und ist nur die Anschaffung eines zusätzlichen Monitors notwendig, ist das Arbeiten im Homeoffice bezüglich der CO₂-Emissionseinsparungen klar im Vorteil. Wird der Homeoffice-Platz nur zeitweise (zu 50 Prozent) genutzt und es muss zudem eine komplett neue Hardware für den Heimarbeitsplatz angeschafft und zusätzlich betrieben werden, lohnt sich das Arbeiten von zu Hause aus Sicht einer Emissionseinsparung erst ab einem einfachen Pendelweg von mehr als 6 Kilometern mit dem Pkw beziehungsweise 18 Kilometern mit dem ÖPNV.

Im Durchschnitt beträgt die einfache Pendeldistanz von Arbeitnehmer:innen in Deutschland jedoch rund 15 Kilometer und liegt damit deutlich über den in beiden Szenarien identifizierten Schwellwerten. In beiden Fällen gilt, dass durch die Nutzung des Homeoffice gegenüber dem Arbeiten im Büro für einen Großteil der Arbeitnehmer:innen unabhängig von der Verkehrsmittelwahl eine CO₂-Emissionsminderung erreicht wird. Diese Aussage trifft selbst dann zu, wenn für den Heimarbeitsplatz neue Geräte angeschafft und sowohl Büro- als auch Heimarbeitsplatz beheizt und beleuchtet werden müssen.

6 Fazit

Die Kernergebnisse des vorliegenden Papiers verdeutlichen den Fokus der Analysen auf Nachhaltigkeitseffekte, die aus der Arbeit im Homeoffice resultieren. Es wurde das Minde-rungspotenzial durch Reduzierung verkehrsbedingter Emissionen sowie darüberhinaus-gehende Emissionen durch die Bereitstellung technischer Infrastrukturen am Heimarbeits-platz analysiert sowie weitere soziale und ökonomische Folgen des Arbeitens von zu Hause aus erörtert.

Die Corona-Pandemie hat ein Gelegenheitsfenster eröffnet, in dem eine Transformation der Arbeitswelt hin zu einer reduzierten Mobilität möglich ist. Für die Zukunft wird es darauf ankommen, sowohl in den Unternehmen als auch politisch die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass die Chancen für Umwelt und Gesellschaft realisiert und gleichzeitig die negativen Auswirkungen möglichst minimiert werden.

Abstract

During the Corona pandemic, the world of work changed fundamentally. Due to the need to reduce contacts, up to 70 % of employees in Germany have worked entirely or partly in a home office. Based on this, this working paper examines the home office option for reducing travel to and from work. Based on a review of existing literature, expert interviews, a stakeholder workshop with experts from various sectors and a supplementary evaluation of mobility data to quantify emission reduction potentials, effects on mobility behaviour as well as other possible social, ecological and economic effects are analysed.

The following core findings were identified: Largely independent of pandemic-related effects, the occupancy rate of cars on commutes to work is shown to be particularly low. The majority (93 %) of traffic-related emissions on commutes can therefore be attributed to journeys by car. During the pandemic, the number of home office days increased and there was a shift from public transport to cars. With a multi-local way of working, as a mixed form of home office and office work, a reduction potential of about 3.7 to about 1 million tonnes of CO₂e per year can be realised, depending on the assumptions. In addition, a pandemic-related decrease in air pollutants, noise pollution and traffic-related accidents is also evident.

Working in a home office has other social, ecological and economic effects, such as greater time savings, more flexible working hours or a better work-life balance. On the employer's side, the attractiveness of the company can increase, and costs can be saved through a lower demand for office space. Rebound and displacement effects through (over)compensation in longer motorised journeys in the private sphere must also be taken into account.

Finally, the savings effect of home office depends on the equipment and energy requirements of the home office workplace. The CO₂ emissions induced by the additional hardware and energy requirements in the home office therefore vary greatly. The average commuting distance of German employees is around 15 kilometres. This means that, from the point of view of reducing CO₂ emissions, home office is preferable to working in the office for a large proportion of employees, regardless of their choice of transport.

The Corona pandemic has opened a window of opportunity in which a transformation of the working world towards reduced mobility is possible. For the future, it will be important to shape the framework conditions both in companies and politically in such a way that the opportunities for the environment and society are realised and at the same time the negative effects are minimised as much as possible.

Inhalt

Zusammenfassung	3
Abstract	7
Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	10
1 Hintergrund	11
2 Wegearten und Wegezwecke	13
3 Nachhaltigkeitseffekte des Arbeitens im Homeoffice	15
3.1 Definitive Klärung und Abgrenzung	15
3.2 Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten	15
3.2.1 Quantifizierung der verkehrsbedingten Emissionseinsparung durch Homeoffice: Status quo vor der Corona-Pandemie	16
3.2.2 Quantifizierung der verkehrsbedingten Emissionseinsparungen durch Homeoffice während der Corona-Pandemie	18
3.2.3 Quantifizierung der verkehrsbedingten Emissionseinsparungen nach der Corona-Pandemie (mittelfristiger Trend)	23
3.2.4 Weitere Auswirkungen gesunkener Mobilität während der Corona-Pandemie	25
3.3 Sonstige soziale, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen	27
3.4 Zusätzliche Emissionen durch Homeoffice	29
4 Fazit und Ausblick	34
Literaturverzeichnis	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modal Split (MiD 2017) nach zurückgelegten Personenkilometern	18
Abbildung 2: Emissionen auf Pendelwegen differenziert nach Verkehrsmittel	19
Abbildung 3: Verteilung der Arbeitszeit nach Tagen im Homeoffice pro Woche vor und während der Corona-Pandemie	22
Abbildung 4: Minderungspotential von zusätzlichen Tagen im Homeoffice	24
Abbildung 5: Minderungspotential von zusätzlichen Homeoffice-Tagen im multilokalen Arbeitsalltag nach der Corona-Pandemie	25
Abbildung 6: Vergleich der Pendelemissionen mit den zusätzlichen Emissionen bei Vollzeit Homeoffice	31
Abbildung 7: Vergleich der Pendelemissionen mit den zusätzlichen Emissionen bei Homeoffice, wenn 50 Prozent der Arbeitswoche im Homeoffice verbracht werden	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Differenzierung verschiedener Wegearten	14
Tabelle 2: Emissionen je Personenkilometer differenziert nach genutztem Verkehrsmittel vor und während der Corona-Pandemie	20
Tabelle 3: Definition der Szenarien zur Abschätzung der zusätzlichen Emissionen durch die Nutzung von Homeoffice	30
Tabelle 4: Zusätzliche Emissionen der Szenarien in Kilogramm CO ₂ -Äquivalente pro Jahr	31

1 Hintergrund

Während der Corona-Pandemie hat sich die Arbeitswelt grundlegend verändert. Aufgrund der Notwendigkeit, Kontakte zu reduzieren, haben bis zu 70 Prozent der Arbeitnehmer:innen ganz oder teilweise im Homeoffice gearbeitet (Corona Datenplattform 2021; Büttner und Breitzkreuz 2020; Möhring et al. 2020; Schröder et al. 2020; bitkom 2020; Hofmann et al. 2020; Alipour et al. 2020). Die Zahl der Dienstreisen reduzierte sich zeitweise um bis zu 90 Prozent (GBTA 2020).

Es ist davon auszugehen, dass auch bei einer Normalisierung des Pandemiegeschehens die Wirtschaft nicht insgesamt zum Status quo ante zurückkehren wird. Ein wesentlicher Grund hierfür ist die Digitalisierung der Arbeitswelt, die durch die Pandemie beschleunigt wurde und ebenfalls im neuen Koalitionsvertrag bezüglich der Verwaltung und dem öffentlichen Dienst fokussiert wird (Hans-Peter Klös 2020; SPD et al. 2021). Industrie 4.0, Cloud Computing, Big Data, digitale Plattformen und (virtuelle) Kommunikationstools flexibilisieren die Arbeit in puncto Ort, Zeit und Struktur. Prozesse werden effizienter, neue Geschäftsmodelle entstehen, flexible Arbeitsformen wie Homeoffice, zonierte Arbeiten oder auch Desksharing finden zunehmend Verbreitung, Produktionsprozesse und Anlagen können aus der Ferne gesteuert und gewartet werden (Tiemann 2016). Mobile Endgeräte wie Laptop und Handy werden zwar bereits seit Längerem von Arbeitnehmenden genutzt, um ihre Arbeit an einem beliebigen Ort außerhalb der Betriebsstätte zu erbringen („mobile Arbeit“) (Fincke et al. 2018; Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) 2020), die Pandemie hat darüber hinaus jedoch vor allem eine Zunahme in der Nutzung von Videokonferenzlösungen bewirkt und gezeigt, dass die Zusammenarbeit im Team, ebenso wie die Kommunikation über Standorte und Grenzen hinweg, mittels digitaler Lösungen möglich ist (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2021). Ehemals physische Treffen wie Teammeetings, Konferenzen oder auch Kundenbesuche konnten auf ein Minimum reduziert werden. Neben der flächendeckenden Nutzung von Videokonferenzsoftware wurden weitere digitale Lösungen entwickelt und implementiert. Dazu gehören beispielsweise digitale Begehungen von Gebäuden, die virtuelle Abnahme von Anlagen oder aber digitale Lösungen in der Vertragsabwicklung. Aber auch die Möglichkeit, technische Anlagen aus der Ferne zu warten und zu überwachen, verringert die Notwendigkeit der persönlichen Anwesenheit vor Ort

(Bieber 2021). Auch wenn die Möglichkeiten der Digitalisierung personenbezogener Dienstleistungen insgesamt geringer sind, werden beispielsweise auch in der ambulanten Pflege Sensorik und Robotik eingesetzt (input consulting 2017).

Die Zwänge der Corona-Pandemie haben aber nicht nur die technischen Voraussetzungen in vielen Betrieben verändert, sondern vor allen Dingen einen Kulturwandel eingeleitet beispielsweise in Bezug auf die Akzeptanz von Homeoffice oder auch die Notwendigkeit von Dienstreisen. Aus ökologischer Perspektive kann mit diesen Veränderungen die Vermeidung von Wegen und damit auch die Reduzierung von CO₂-Emissionen einhergehen. Ob diese sich tatsächlich realisieren, ist allerdings von verschiedenen Faktoren abhängig. So könnte die Attraktivität des Wohnens auf dem Land steigen, wodurch die von dort zurückgelegten Arbeitswege länger würden oder aber Arbeitnehmer:innen legen in der Freizeit längere Wege als zuvor zurück. Gleichzeitig werden veränderte unternehmerische Strategien hinsichtlich des Arbeitens von verschiedenen Orten aus (im Folgenden „multilokales Arbeiten“) oder in der Genehmigung von Dienstreisen weitere soziale, ökologische und ökonomische Auswirkungen auf Mitarbeitende, aber auch auf andere Sektoren haben. So kann eine erhöhte Attraktivität ländlicher und suburbaner Räume die Siedlungsstruktur beeinflussen. Reduziert sich die Zahl der Dienstreisen signifikant, so hat dies auch Auswirkungen auf Hotellerie und Luftfahrt.

Die Corona-Pandemie hat also ein Gelegenheitsfenster geöffnet, in dem eine Transformation der Arbeitswelt hin zu einer reduzierten Mobilität möglich ist. Für die Zukunft wird es darauf ankommen, sowohl in den Unternehmen als auch politisch die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass die Chancen für Umwelt und Gesellschaft realisiert und gleichzeitig die negativen Auswirkungen möglichst minimiert werden.

Pendelwege von und zur Arbeit machten vor der Corona-Pandemie 16 Prozent aller Wege und 21 Prozent aller zurückgelegten Personenkilometer aus. Das Verkehrsmittel der Wahl war dabei der Pkw mit 64 Prozent, gefolgt vom ÖPNV, Fahrrad und anderen Fortbewegungsmitteln. Bei diesem Wegezweck ist die signifikanteste langfristige Veränderung im Handeln von Unternehmen und Mitarbeiter:innen zu erwarten (Nobis et al. 2018 – IZT Studie). Angesichts dieser Relevanz fokussiert das

vorliegende Papier auf das Thema Homeoffice, um Vor- oder Nachteile sowie geeignete Rahmenbedingungen detaillierter analysieren zu können.

Im Durchschnitt wurden vor der Corona-Pandemie zwischen Wohn- und Arbeitsort 16 Kilometer (nachfolgend km) Strecke zurückgelegt, wobei die Wege im ländlichen Raum mit 19 Kilometer etwas länger ausfielen. Während der Corona-Pandemie reduzierten sich die Wege von und zur Arbeit beachtlich, da vielen Arbeitnehmenden die Arbeit von zu Hause, das heißt im Homeoffice, nahegelegt wurde. Studien aus dem besagten Zeitraum zeigen durchweg, dass die Nutzung von Homeoffice deutlich stärker verbreitet war und zudem häufiger genutzt wurde. Der Anteil der Berufstätigen in Deutschland, der während der Pandemie teilweise oder ganz von zu Hause aus arbeitete, wird auf bis zu 70 Prozent beziffert (Büttner und Breitzkreuz 2020; Möhring et al. 2020; Schröder et al. 2020; bitkom 2020; Hofmann et al. 2020). Je nach Studie gaben dabei bis zu 46 Prozent der Befragten an, zum ersten Mal im Homeoffice zu arbeiten (Sonneberg 2020; bitkom 2020). Mehrere Befragungen verdeutlichen zudem, dass Homeoffice zwar bereits vor der Pandemie grundsätzlich als Option bestand, jedoch nur selten bis gelegentlich genutzt wurde. Während der Pandemie gaben bis zu 28 Prozent an, annähernd täglich im Homeoffice zu arbeiten (Storm et al. 2020; Stürz et al. 2020).

Das vorliegende Arbeitspapier ist im Rahmen des durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) geförderten Projekts „compan-e – Wege zur elektrischen und nachhaltigen Unternehmensmobilität“¹ entstanden. Es widmet sich in den folgenden Kapiteln eingehender der Option Homeoffice zur Reduzierung der Wege von und zur Arbeit. Es fokussiert dabei insbesondere auf die Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten sowie weitere mögliche soziale, ökologische und wirtschaftliche Effekte. Die Analyse

basiert auf einer Auswertung der bestehenden Literatur, Expert:inneninterviews einem Stakeholder-Workshop mit Fachexpert:innen verschiedener Branchen sowie einer ergänzenden Auswertung von Mobilitätsdaten zur Quantifizierung von Emissionsminderungspotenzialen.

1 Das Vorhaben „compan-e – Wege zur elektrischen und nachhaltigen Unternehmensmobilität“ wird durch das Öko-Institut geleitet und wissenschaftlich begleitet. Durch die Beteiligung der Agora Verkehrswende und der Stiftung KlimaWirtschaft werden die Erkenntnisse aus dem Projekt nicht nur für andere Unternehmen zugänglich gemacht, sondern auch in die öffentliche Debatte und die Weiterentwicklung der gesetzlichen Rahmenbedingungen eingebracht.

2 Wegearten und Wegezwecke

Die Abgrenzung verschiedener Wegearten im Zusammenhang mit beruflichen Tätigkeiten ist mit Herausforderungen verbunden und in der Regel nicht trennscharf möglich. Es lässt sich beispielsweise zwischen Privat- und Wirtschaftsverkehr oder zwischen Güterwirtschafts- und Personenwirtschaftsverkehr unterscheiden. So sind Dienstleistungsfahrten von Handwerker:innen eigentlich dem Personenwirtschaftsverkehr zuzurechnen, in der Regel werden aber auch (Klein-) Güter transportiert (Steinmeyer 2007).

Für das vorliegende Papier, das sich mit der Frage des Potenzials zur Wegevermeidung beschäftigt, soll vor allem zwischen Wegen von und zur Arbeit und anderen dienstlichen Wegen unterschieden werden. Insgesamt erscheint den Autor:innen eine Dreiteilung der Wegearten in Wege von und zur Arbeit, betriebliche Wege und Dienstreisen zielführend. Allerdings ist anzumerken, dass sich Überschneidungen und Uneindeutigkeiten bei der Zuordnung nicht gänzlich vermeiden lassen.

Unter Wegen von und zur Arbeit werden in der Regel die Strecken vom Wohnort zum regelmäßigen Arbeitsplatz sowie zurück verstanden, die pro Arbeitstag zurückgelegt werden. Ausnahmefälle sind hier beispielsweise Unternehmensberater:innen oder Handwerker:innen, die über einen längeren Zeitraum ebenfalls täglich von ihrem Wohnort zu Kund:innen oder zu einer Baustelle fahren.

Unter betrieblichen Wegen verstehen wir in Abgrenzung dazu solche, die „regelmäßig“, das heißt hier für gewöhnlich mehrmals pro Woche, während der eigentlichen Arbeitszeit zurückgelegt werden. In der Regel dienen diese betrieblichen Wege der Erbringung einer Dienstleistung, welche die physische Anwesenheit vor Ort in den meisten Fällen notwendig macht. Weiterhin werden dabei häufig im Laufe des Tages mehrere Orte beziehungsweise Kund:innen besucht. Beispiele hierfür sind ambulante Pflegedienste, technische Anlagewartung oder die Kund:innenbetreuung durch Außendienstmitarbeitende. Bei Dienstreisen wiederum handelt es sich um unregelmäßig zurückgelegte Wege zu unterschiedlichen Orten, bei denen die Abwesenheit vom Heimatort in der Regel länger als einen Tag dauert und die Wegelänge mehrere Hundert Kilometer beträgt. Neben üblichen Dienstreisezwecken wie Kund:innenakquise oder der Besuch

von Messen und Weiterbildungen zählt auch die wöchentliche An- und Abreise von Kund:innen beispielsweise bei Unternehmensberater:innen zu den Dienstreisen. Letztere finden zwar regelmäßig statt, allerdings einerseits über einen begrenzten Zeitraum und zum anderen wird hier im Normalfall die gleiche Verkehrsinfrastruktur und Serviceeinrichtungen wie Hotels genutzt wie auch bei anderen Dienstreisen.

Eine Übersicht zur Zuordnung und Abgrenzung der drei Wegearten finden Sie in der folgenden Tabelle 1.

Ausgehend von dieser Konkretisierung und Differenzierung, konzentrieren sich die nachfolgenden Kapitel auf Aspekte der Wege von und zur Arbeit beziehungsweise die Mobilitätsvermeidung in diesem Bereich durch das Arbeiten im Homeoffice. Der Fokus liegt im Folgenden auf Nachhaltigkeitseffekten, die aus der Arbeit im Homeoffice resultieren. Darunter fallen sowohl verkehrsbedingte Emissionen (vergleiche 3.2) als auch darüberhinausgehend Emissionen durch die Bereitstellung technischer Infrastrukturen am Heimarbeitsplatz sowie zuletzt auch weitere soziale und ökonomische Folgen (vergleiche 3.3) des Arbeitens von zu Hause aus.

Differenzierung verschiedener Wegearten

Tabelle 1

	Zweck des Weges	Ziel	Frequenz	übliches Verkehrsmittel
Wege von und zur Arbeit				
	Durchführung von Tätigkeiten die längere Zeit am gleichen Ort stattfinden	fester Arbeitsplatz im unternehmenseigenen Büro/Produktionsstätte	1 x täglich (Hin- und Rückweg)	eigenes Auto, Dienstwagen, ÖPNV, Fahrrad, zu Fuß
	Beispiel Unternehmensberatung	Standorte der Kund:innen	1 x täglich (Hin- und Rückweg)	eigenes Auto, Dienstwagen, Flugzeug, (Zug)
	Beispiel Baufirma	Baustelle	1 x täglich (Hin- und Rückweg)	eigenes Auto, Dienstwagen
betriebliche Wege				
	regelmäßige Leistungen an unterschiedlichen Orten die physische Anwesenheit erfordern			
	Beispiel Kundenbetreuung/Vertrieb	Standorte Kund:innen	mehrmals/mehrere Orte täglich	Dienstwagen, Poolwagen
	Beispiel ambulante Altenpflege	Standorte Kund:innen	mehrmals/mehrere Orte täglich	Poolwagen
	Beispiel Anlagenwartung	Standorte Anlagen	mehrmals/mehrere Orte täglich	Poolwagen
Dienstreisen				
	unregelmäßige Tätigkeit, die an unterschiedlichen Orten stattfindet und in der Regel länger als 1 Tag andauert	mehrere Hundert Kilometer (einfache Distanz)	min. 1 Tag	
	Beispiel Kund:innenakquise/Erstkontakt	Standorte der Kund:innen	einmalig	Flugzeug, eigenes Auto/ Dienstwagen, Zug
	Beispiel Weiterbildung	Ort der Weiterbildung	1-2 Mal im Jahr	Flugzeug, eigenes Auto/ Dienstwagen, Zug
	Beispiel Unternehmensberatung	Standorte der Kund:innen	regelmäßig wöchentlich	Flugzeug, eigenes Auto/ Dienstwagen, Zug

3 Nachhaltigkeitseffekte des Arbeitens im Homeoffice

3.1 Definitorenische Klärung und Abgrenzung

Der Begriff Homeoffice ist in Deutschland nicht gesetzlich definiert. Dem allgemeinen Sprachgebrauch nach wird hierunter das Arbeiten von zu Hause aus, das heißt in den privaten Räumlichkeiten des Arbeitnehmenden verstanden. Der Begriff der Telearbeit – umgangssprachlich häufig synonym verwendet – ist demgegenüber in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) eindeutig definiert als vom Arbeitgeber fest eingerichtete Bildschirmarbeitsplätze im Privatbereich der Beschäftigten. Für beide Formen gilt, dass grundsätzlich die Möglichkeit besteht, ausschließlich von zu Hause aus zu arbeiten, oder alternierend das Homeoffice und den Büroarbeitsplatz zu nutzen.

Unternehmen setzen in den letzten Jahren als Ergänzung zum eigentlichen Homeoffice zudem verstärkt auf flexible zeit- und ortsunabhängige Formen der Zusammenarbeit. Insbesondere das Konzept des zonierten Arbeitens hat Einzug in Unternehmen genommen. Auch bekannt als „Activity Based Working“ oder nicht-territoriales Arbeiten stehen bei diesem Konzept innerhalb der Arbeitsstätte unterschiedliche Zonen zur Verfügung, die der jeweiligen Tätigkeit angepasst sind – beispielsweise ruhige Zonen für konzentriertes Arbeiten oder designierte Kreativräume. Zoniertes Arbeiten ist häufig mit der Nutzung

Definition Homeoffice

Der Begriff Homeoffice ist in Deutschland nicht gesetzlich definiert. Dem allgemeinen Sprachgebrauch nach wird hierunter das Arbeiten von zu Hause aus, das heißt in den privaten Räumlichkeiten des Arbeitnehmenden, verstanden. Der Anteil der Erwerbstätigen, die von zu Hause aus arbeiten, war während der Corona-Pandemie signifikant erhöht. Diverse Studien gehen zudem davon aus, dass die Nutzung von Homeoffice und anderen flexiblen Arbeitsformen auch mittel- und langfristig fortbestehen und, gegenüber der Zeit vor Corona, verstärkt Anwendung finden wird (Hofmann et al. 2020; Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2020).

von Homeoffice und Desksharing, das heißt der Aufgabe des persönlichen Arbeitsplatzes, verknüpft (Covarrubias Venegas et al. 2018).

Wie die oben genannten Studien eindrücklich zeigen, hat sich der Anteil der Erwerbstätigen, die von zu Hause aus arbeiten, während der Corona-Pandemie signifikant erhöht. Diverse Studien gehen zudem davon aus, dass die Nutzung von Homeoffice und anderen flexiblen Arbeitsformen auch mittel- und langfristig fortbestehen und, gegenüber der Zeit vor Corona, verstärkt Anwendung finden wird (Hofmann et al. 2020; Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2020). So geben in Befragungen bis zu 93 Prozent der Beschäftigten an, auch in Zukunft die Möglichkeit des Homeoffice nutzen zu wollen, wobei der Großteil ein Modell präferiert, bei dem alternierend das Homeoffice und der Arbeitsplatz im Betrieb genutzt werden (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) 2020).

Mit welchen Auswirkungen auf die Mobilität zu rechnen ist und welche weiteren sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Effekte hieraus resultieren können, wird im Folgenden genauer beleuchtet.

3.2 Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten

Spätestens die Pandemie hat deutlich gemacht, dass viele Arbeitnehmende in Deutschland und anderen Staaten ihrer beruflichen Tätigkeit auch von zu Hause aus nachkommen können. Dadurch ausbleibende Arbeitswege, die in Deutschland zumeist mit dem Pkw zurückgelegt werden, können einen signifikanten und auch kurzfristig realisierbaren Klimaschutzbeitrag leisten. Folgend wird anhand von ausgewählten Quantifizierungen und Szenarien das THG-Minderungspotenzial von Homeoffice in Deutschland quantifiziert. Beginnend mit einer kurzen Bestandsaufnahme der Pendelmobilität im Status quo vor der Pandemie, welche auf Basis der Mobilitätsdaten der deutschlandweit repräsentativ durchgeführten Mobilitätsbefragung

Mobilität in Deutschland (MiD)² 2017 abgeschätzt wird. Anschließend wird auf Basis literaturgestützter Annahmen die verkehrliche Situation, die mit einem veränderten Arbeits- und Mobilitätsverhalten einhergeht, während der Corona-Einschränkungen abgebildet. Darauf folgend werden ebenfalls mithilfe von literaturgestützter Annahmen eine Reihe möglicher Zukunftsszenarien hinsichtlich der Verstärkung von ausgedehntem Homeoffice berechnet und diskutiert (vergleiche 3.2.3).

- 2 Die MiD ist eine im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur durchgeführte Querschnittsstudie, die neben sozioökonomischen Haushaltsinformationen hauptsächlich zurückgelegte Wege als auch das gewählte Verkehrsmittel nach Stichtagprinzip erfasst. Die aktuelle Version wurde im Jahr 2017 durchgeführt und es wurden insgesamt 300.000 Personen in 155.000 Haushalten zu ihrem Verkehrsverhalten befragt. Weitere Informationen zur Erhebung Mobilität in Deutschland finden sich hier <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/>.

3.2.1 Quantifizierung der verkehrsbedingten Emissionseinsparung durch Homeoffice: Status quo vor der Corona-Pandemie

Berechnungen auf Basis der **MiD 2017** zufolge wurden vor der Pandemie jährlich rund 215 Milliarden Personenkilometer von Berufspendler:innen³ auf Arbeitswegen zurückgelegt⁴. Damit sind rund 19 Prozent der gesamten jährlich zurückgelegten Personenkilometer auf direkte Wege von und zur Arbeit zurückzuführen.

Um Abschätzungen zum Einsparungspotenzial von CO₂-Emissionen durch Homeoffice machen zu können, ist neben der Höhe der Personenkilometer aber auch entscheidend, mit welchem Verkehrsmittel sie zurückgelegt wurden. Ein Blick auf Abbildung 1 zeigt, dass der motorisierte Individualverkehr (MIV) – dieser umfasst in diesem Kontext überwiegend Pkw, aber unter anderem auch Motorräder – mit einem Anteil von 75 Prozent

- 3 In diesem Fall werden alle Erwerbstätigen mit einer Arbeitszeit von mehr als 11 Stunden pro Woche berücksichtigt.
- 4 Die Daten der MiD 2017 beruhen auf den Jahren 2016 und 2017. Folgend wird angenommen, dass sich das Mobilitätsverhalten der Personen bis 2019 nicht signifikant verändert hat.

Satellitenbüros und Coworking-Spaces

Eine Ausweitung von Homeoffice ist nicht die einzige Möglichkeit, Pendelwege von und zur Arbeit zu reduzieren. Personenkilometer können auch dann eingespart werden, wenn Unternehmen auf dezentrale Bürostrukturen wie Satellitenbüros und Coworking Spaces setzen.

Als Satellitenbüros werden (kleinere) Büroeinheiten abseits des Hauptsitzes eines Unternehmens verstanden. Coworking-Spaces bezeichnen hingegen ein Konzept, bei dem Arbeitsplätze und die dazugehörige Infrastruktur gegen Entgelt zur Verfügung gestellt werden. Es kann sich dabei um Einzelbüros oder Gemeinschaftsflächen handeln. Anders als für Betriebsstätten und Satellitenbüros üblich, kommen in Coworking-Spaces für gewöhnlich Personen unterschiedlicher Berufe und Unternehmen zusammen, die entweder unabhängig voneinander ihrer Arbeit nachgehen oder gezielt kollaborieren (Steinberg und Broockmann 2006; Robelski et al. 2019).

Die Zahl der Coworking-Spaces in Deutschland ist in den letzten Jahren signifikant gestiegen. In Großstädten wie Berlin und Frankfurt am Main machen Coworking-Spaces bis zu 5 Prozent des Büromarktes aus und stellen einen erheblichen Anteil an Neuvermietungen dar (Gauger et al. 2020). Auch außerhalb der Ballungsgebiete ist das Angebot in den letzten Jahren von wenigen auf über 140 Coworking-Spaces in Deutschland angewachsen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2021). Für Satellitenbüros liegen aktuell keine vergleichbaren Zahlen vor.

am **Modal Split** das dominierende Verkehrsmittel auf Wegen von und zur Arbeit ist. Interessant dabei ist auch, dass der Großteil der mit dem MIV zurückgelegten Personenkilometer dabei als Fahrer:in zurückgelegt werden: 72 Prozent der insgesamt zurückgelegten Personenkilometer sind Fahrer:innen von MIV zuzuschreiben. Anders ausgedrückt bedeutet das zugleich also auch, dass 96 Prozent der Autofahrten allein zurückgelegt werden, was den sehr geringen Besetzungsgrad der Pkw bei Pendelfahrten verdeutlicht.

An zweiter Stelle folgt mit größerem Abstand der öffentliche Personennahverkehr mit 15 Prozent. Der öffentliche Fernverkehr wie auch Fuß- und Fahrradwege werden mit jeweils circa 5 Prozent deutlich weniger für Wege von und zur Arbeit genutzt.

Berücksichtigt man nicht nur den Pendelverkehr, sondern das gesamte Verkehrsaufkommen, bleibt der MIV ebenfalls mit einem Anteil von 75 Prozent am **Modal Split** weiter das dominante Verkehrsmittel, jedoch mit einem deutlich höheren Anteil an Mitfahrenden und damit höherem Besetzungsgrad der Fahrzeuge. Der Besetzungsgrad eines Pkw auf Wegen zur Arbeit ist mit rund 1,1 Personen deutlich unterdurchschnittlich gegenüber 1,4 Personen im gesamten Verkehrsgeschehen. Der Anteil sonstiger Verkehrsmittel war zum Erhebungszeitpunkt 2016/17 im Pendelverkehr mit insgesamt 25 Prozent ebenso hoch wie im gesamten Verkehrsgeschehen. Darunter nahm der ÖPNV mit 15 Prozent beim Pendeln einen deutlich höheren Anteil ein als bei der gesamten Verkehrsleistung, während der Anteil von Rad- und Fußverkehr⁵ mit nur 4 Prozent unterdurchschnittlich war, ebenso wie der des öffentlichen Fernverkehrs.

Insbesondere als Folge des hohen MIV-Selbstfahrer:innenanteils bei Fahrten von und zur Arbeit weisen diese Wege im Vergleich zu anderen Wegezwecken besonders hohe Emissionen pro zurückgelegtem Personenkilometer auf.

Kalkuliert man entsprechend dem Modal Split auf Pendelwegen die dabei entstehenden Emissionen, wird der Einfluss des Pkw auf Emissionsminderungspotenziale durch Verkehrsvermeidung noch deutlicher. Hierfür werden die CO₂-Emissionen anhand der in der MiD 2017 berichteten Wege und der Emissionsdatenbank aus TREMOD berechnet. Diese weist verkehrsmittelspezifische Emissionen nach dem „Well-to-Well“ Prinzip aus, das heißt es werden nicht nur die Emissionen, die bei Nutzung des Verkehrsmittels anfallen, berücksichtigt, sondern ebenfalls die bei Herstellung und Bereitstellung von Strom und Treibstoff anfallenden Emissionen.

Pkw-Fahrten dominieren bei Wegen von und zur Arbeit

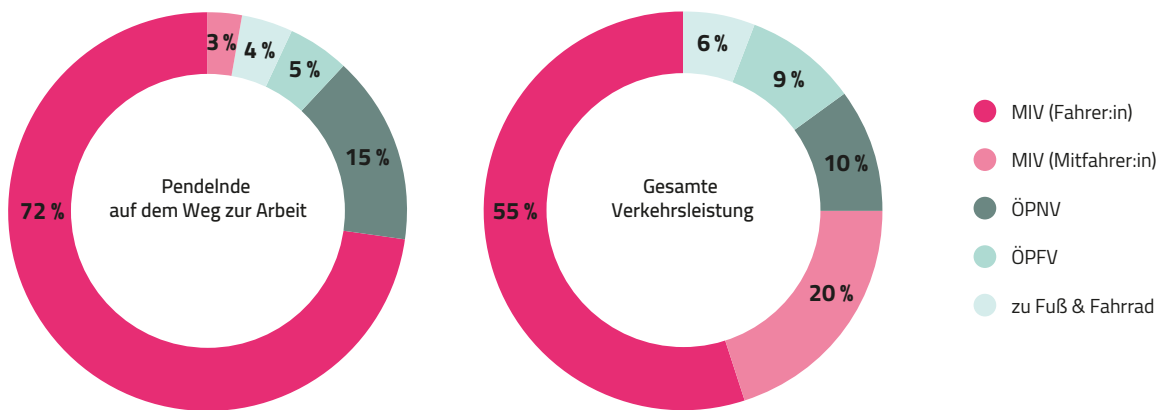
Der Pkw ist das dominierende Verkehrsmittel und ist für rund drei Viertel der Verkehrsleistung in Deutschland verantwortlich. Auffällig: Besonders auf Pendelwegen ist der Besetzungsgrad der Pkw besonders niedrig und die durchschnittlich ausgestoßenen Emissionen sind dementsprechend besonders hoch.

Unter Berücksichtigung der verkehrsmittelspezifischen Emissionsfaktoren je Personenkilometer (nachfolgend Pkm) (vergleiche Tabelle 2) sind etwa 93 Prozent der verkehrsbedingten Emissionen auf Wege mit dem Pkw von und zur Arbeit zurückzuführen. Obwohl rund 20 Prozent der zurückgelegten Personenkilometer auf den öffentlichen Personenverkehr (ÖPV) entfallen, werden nur rund 7 Prozent der entstehenden Gesamtemissionen durch den ÖPV verursacht. Die durchschnittlich deutlich niedrigeren Emissionen pro Personenkilometer des ÖPV werden hier ebenso deutlich wie auch die im Vergleich zum MIV geringere Nutzungshäufigkeit. Auf den Fuß- und Radverkehr entfallen annahmegemäß keine Emissionen. Der hohe Anteil des MIV am Modal Split, der niedrige Besetzungsgrad sowie die im Vergleich zu Alternativen höheren Emissionen je Personenkilometer führen dazu, dass auf diesen Pendelwegen anteilig überdurchschnittlich viele Emissionen freigesetzt werden.

5 Auswertungen erster Studien, welche die Mobilität während der Corona-Pandemie untersucht haben, zeigen einen zunehmenden Anteil des Fußverkehrs während der Corona-Pandemie. Der Radverkehr verbleibt jedoch auf einem vergleichbaren Niveau wie vor der Pandemie (infas 2020).

Modal Split (MiD 2017) nach zurückgelegten Personenkilometern

Abbildung 1



Öko-Institut | Stand: 02/2022; Quelle: MiD (2017)

Diese Emissionen summieren sich jährlich auf rund 35,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten⁶ (nachfolgend: t CO₂e). Dies entspricht den jährlichen CO₂-Emissionen Irlands oder der Slowakei (Joint Research Centre (JRC) 2021). Verlagern mehr Menschen ihre Arbeit ins Homeoffice, können hierüber die regelmäßigen Fahrten von und zur Arbeit, die wie dargestellt zum Großteil mit dem Pkw zurückgelegt werden, reduziert beziehungsweise gänzlich vermieden werden.

Ein steigender Anteil an Homeoffice-Tagen kann demnach einen aktiven Beitrag zur Vermeidung verkehrsbedingter Emissionen leisten. Vor der Pandemie wurde diese Arbeitsform jedoch nur sehr selten genutzt. Aktuelle Auswertungen des Statistischen Bundesamtes gehen für die Zeit vor Corona von lediglich 12,9 Prozent

der Erwerbstätigen in Deutschland aus, die zumindest teilweise im Homeoffice arbeiteten (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2020a). Ein Blick in die Daten der MiD 2017 bestätigt diesen Anteil an Erwerbstätigen im Homeoffice vor Corona.

3.2.2 Quantifizierung der verkehrsbedingten Emissionseinsparungen durch Homeoffice während der Corona-Pandemie

Wie vorangehend dargestellt, war die Quote derjenigen, die regelmäßig im Homeoffice arbeiteten, vor der Corona-Pandemie noch sehr gering. Bedingt durch harte

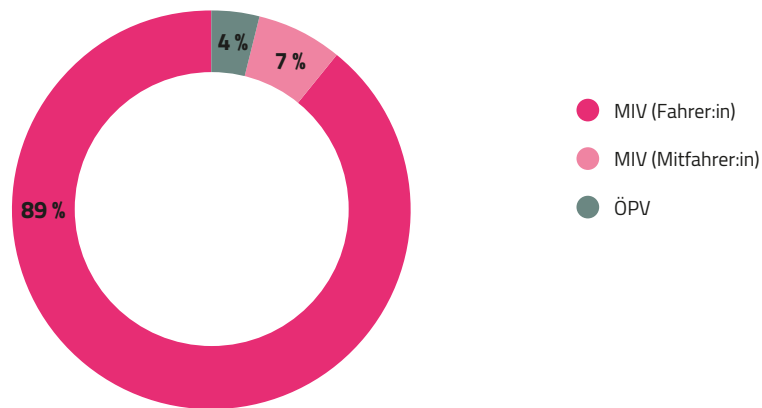
Emissionen auf Pendelwegen vor allem durch Pkw-Fahrten

Der Großteil (93 Prozent) der verkehrsbedingten Emissionen auf Pendelwegen sind auf Fahrten mit dem Pkw zurückzuführen. Zum einen ist dies mit dem hohen Anteil des MIV am Modal Split zu begründen, zum anderen aber auch mit den im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln höheren Emissionen pro Personenkilometer (202 Gramm CO₂-Äquivalente je Personenkilometer).

6 CO₂e dienen der Vereinheitlichung der Klimawirkung verschiedener Treibhausgase. Neben CO₂ als wichtigster Faktor werden darunter auch weitere Gase wie Lachgas oder Methan berücksichtigt. „Die verschiedenen Gase tragen nicht in gleichem Maße zum Treibhauseffekt bei und verbleiben über unterschiedlich lange Zeiträume in der Atmosphäre.“ Der CO₂e berücksichtigt in der kalkulatorischen Zusammensetzung der CO₂e diese Unterschiede (www.myclimate.org).

Emissionen auf Pendelwegen differenziert nach Verkehrsmitteln

Abbildung 2



Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: MiD (2017)

Lockdowns wie auch weitere Maßnahmen zur Kontaktvermeidung verhalf die Pandemie dem multilokalen Arbeiten in vielen Branchen zu einem Aufstieg. Schätzungen gehen davon aus, dass die Homeoffice-Quote für Deutschland aktuell bei 23 bis 36 Prozent aller Erwerbstätigen liegt und sich perspektivisch sogar noch auf 43 bis 56 Prozent steigern lässt (Alipour et al. 2020; Alipour et al. 2021). Zeitweise haben sogar bis zu 70 Prozent der Arbeitnehmer:innen ganz oder teilweise im Homeoffice gearbeitet (Corona Datenplattform 2021; Büttner und Breitzkreuz 2020; Möhring et al. 2020; Schröder et al. 2020; bitkom 2020; Hofmann et al. 2020; Alipour et al. 2020). Nachfolgende Quantifizierungen nehmen die durch Homeoffice induzierten, verkehrsbedingten Emissionseinsparungen in den Fokus. Konkret soll der Frage nachgegangen werden, wodurch und in welchem Ausmaß durch eine steigende Homeoffice-Quote und der damit einhergehenden Mobilitätsvermeidung CO₂-Emissionen reduziert werden können.

Tabelle 2 stellt die Emissionen je Pkm⁷ differenziert nach dem genutzten Verkehrsmittel vor und während der Corona-Pandemie vergleichend dar. Zunächst zeigt sich, dass der öffentliche Nahverkehr⁸ mit durchschnittlich 57 Gramm CO₂-Äquivalente je Personenkilometer (nachfolgend: g CO₂e / Pkm) vor der Pandemie beziehungsweise 80 g CO₂e / Pkm während der Pandemie deutlich weniger Emissionen ausstößt als der MIV mit

- 7 Ein Personenkilometer (Pkm) ist das Produkt der Anzahl transportierter Personen und der zurückgelegten Wegstrecke. So werden auf einer 10 Kilometer langen Fahrt mit dem Zug mit 10 Passagieren insgesamt 100 Personenkilometer zurückgelegt. Während die Emissionen, die durch die Zugfahrt anfallen, unabhängig der Auslastung die gleichen sind, sind die Emissionen pro Personenkilometer von der Auslastung abhängig. Bei einer höheren Auslastung werden mehr Personenkilometer zurückgelegt und die anfallenden Emissionen verteilen sich auf mehrere Köpfe, sodass die durchschnittlichen Emissionen sinken. Im Gegenzug bedeutet dies für den Fall sinkender Auslastung aber auch, dass die spezifischen Emissionen pro Personenkilometer steigen.
- 8 Darunter werden im Folgenden Straßen-, Stadt- und U-Bahn sowie Eisenbahn und Linienbus im Nahverkehr gefasst.

durchschnittlichen 202 g CO₂e / Pkm.⁹ Durch die geringere Auslastung des öffentlichen Verkehrs während der Corona-Pandemie steigen die CO₂-Emissionen je Pkm zwar an, bleiben aber dennoch noch deutlich unterhalb denen des MIV. Die durch Pkw-Fahrten induzierten CO₂-Emissionen sind bei Wegen von und zur Arbeit vor allem auch durch den sehr geringen Besetzungsgrad nochmals höher als bei Freizeitfahrten, bei denen sich häufig mehrere Personen ein Auto teilen.

Die Pandemie und die Maßnahmen zur Eindämmung der Verbreitung von Corona haben dazu geführt, dass viele Arbeitnehmende von heute auf morgen gezwungen waren, ihrer Tätigkeit von zu Hause aus nachzukommen. Insbesondere Arbeitnehmer:innen mit Bürojobs wurden dazu angehalten, so viel wie möglich von zu Hause aus zu arbeiten. In anderen Berufszweigen, wie vor allem dem Lebensmitteleinzelhandel und bei Arztpraxen beziehungsweise Kliniken, ist und war eine solche Umstellung nicht beziehungsweise nur sehr bedingt möglich.

9 Der öffentliche Fernverkehr liegt bezüglich der CO₂-Äq-Emissionen / Pkm im Durchschnitt sogar noch um circa 50 Prozent unterhalb dieser Werte.

Während einige Branchen noch über ungenutztes Potenzial verfügen, wie beispielsweise Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, haben andere Branchen, wie beispielsweise Bildung, während der Pandemie ihr Potenzial sogar schon überreizt, indem die Beschäftigten gezwungenermaßen ins Homeoffice mussten und ihrer Tätigkeit nur noch zu Teilen nachkommen konnten. Ein deutlicher Rückgang der Homeoffice-Quote in diesen Branchen ist mit dem Abklingen der Pandemie wahrscheinlich.

Die Möglichkeit auf Homeoffice auszuweichen, war und ist weiterhin stark durch die ausgeübten Berufe bestimmt. Insbesondere konnten Angestellte beziehungsweise Arbeitnehmer:innen mit überwiegend kognitiver Arbeit, häufiger mit höherem Einkommen und Bildungsgrad, die Möglichkeit von Homeoffice nutzen (Zehl und Weber 2020). Jüngere und in größeren Betrieben arbeitende Arbeitnehmer:innen haben in überdurchschnittlichem Umfang die Möglichkeit erhalten beziehungsweise wahrgenommen, im Homeoffice zu arbeiten (Ahlers et al. 2021). Ebenso nutzen vor allem Arbeitnehmer:innen mit überdurchschnittlich zeitintensivem Anfahrtsweg vermehrt Homeoffice.

Emissionen je Personenkilometer differenziert nach genutztem Verkehrsmittel vor und während der Corona-Pandemie

Tabelle 2

Verkehrsmittel	Treibhausgase in g / Pkm vor der Corona-Pandemie	Auslastung vor der Corona-Pandemie	Treibhausgase in g / Pkm während der Corona-Pandemie	Auslastung während der Corona-Pandemie
Pkw	202	1,1 Pers./Pkw	202	1,1 Pers./Pkw
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	54	19 %	77	12 %
Eisenbahn, Nahverkehr	54	28 %	64	17 %
Linienbus, Nahverkehr	83	18 %	103	14 %
Eisenbahn, Fernverkehr	29	56 %	30	30 %
Linienbus, Fernverkehr	29	54 %	91	16 %
sonstige Reisebusse	36	55 %	113	16 %
Flugzeug (Inland)	214	70 %	384	50 %

Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: UBA (2021a), Destatis (2021)

Nicht für alle der genannten Einflussfaktoren auf die Zielgruppe des mobilen Arbeitens und die Höhe der Homeoffice-Quote liegen umfassende und aussagekräftige Daten vor, die in die Quantifizierungen einfließen können. So fehlen etwa auch offizielle Zahlen zur Quote der Arbeitnehmenden im Homeoffice während der Corona-Maßnahmen. Es muss daher auf Schätzungen zurückgegriffen werden. Schätzungen für den Anteil der Arbeit-

nehmer:innen mit Homeoffice-Nutzung während der Corona-Hochphase reichen von 19 bis 44 Prozent. Diese Zahlen sind dabei abhängig vom Befragungszeitraum, den berücksichtigten Berufsgruppen (Zehl und Weber 2020; Emmeler und Kohlrausch 2021) sowie der Frage, wie viele Tage in der Woche tatsächlich von zu Hause aus gearbeitet wird. Für die nachfolgenden Quantifizierungen während der Hochphase der Coronapandemie

Erläuterung der Quantifizierungsmethodik

Zur Abschätzung des Treibhausgas-Minderungspotenzials einer steigenden Homeoffice-Quote wird zunächst berechnet, welche Auswirkungen es hat, wenn alle Beschäftigten, denen dies möglich ist, im Vergleich zu heute einen Tag mehr pro Woche im Homeoffice arbeiten. In einem ersten Schritt wird anhand der Daten der MiD 2017 die Anzahl an Erwerbstätigen bestimmt. In diesem Fall werden alle Erwerbstätigen berücksichtigt, die mindestens 11 Stunden pro Woche arbeiten. Auszubildende, Praktikant:innen oder Personen ohne Angaben zum Umfang ihrer Berufstätigkeit werden folgend nicht berücksichtigt. Anhand der Wegedaten aus der MiD werden im nächsten Schritt die zurückgelegte Distanz und das verwendete Verkehrsmittel pro Arbeitsweg ermittelt. Mithilfe der in Tabelle 1 ausgewiesenen Emissionsfaktoren werden für jeden Arbeitsweg die ausgestoßenen Emissionen berechnet.* Anschließend werden die Anzahl aller Wege, die zurückgelegten Personenkilometer und die dabei entstehenden Emissionen aufsummiert sowie die mittlere Pendeldistanz und die durchschnittlichen Emissionen pro Personenkilometer bestimmt, um spätere Einsparungen durch zusätzliches Homeoffice zu quantifizieren. Ferner wird berücksichtigt, dass auf Wegen von und zur Arbeit teilweise auch Zwischenstopps wie beispielsweise für Einkäufe eingelegt werden und diese Tätigkeiten auch bei fehlendem Arbeitsweg erledigt werden müssen. Daher wird angenommen, dass diese Distanzen, die auf Kombiwegen anfallen, trotzdem von zu Hause aus erledigt werden müssen. Daher wird das berechnete Minderungspotenzial eines Homeoffice-Tages im Folgenden um die durchschnittliche Distanz dieser Kombiwege (rund 3 Kilometer) gemindert.

Informationen zum Beschäftigungsumfang sind in der MiD nur kategoriell erfasst und lassen nur eingeschränkte Rückschlüsse auf die durchschnittlichen Arbeitstage der Arbeitnehmer:innen pro Woche zu. Daher wird folglich vereinfachend angenommen, dass alle Arbeitnehmer:innen 5 Tage pro Woche arbeiten. Die durchschnittliche Arbeitswoche beträgt nach Berücksichtigung von Urlaubs- und Krankentagen noch rund 4 Tage. Daraus ergeben sich pro Jahr durchschnittlich 208 Arbeitstage. Basierend auf einer durchschnittlichen Pendeldistanz von 30,7 Kilometern legen Arbeitnehmer:innen ohne Homeoffice so durchschnittlich rund 6.400 Kilometer pro Jahr auf Wegen von und zur Arbeit zurück. Zur Berechnung des jährlichen Minderungspotenzials eines zusätzlichen Homeoffice-Tages pro Woche wird die durchschnittliche Pendeldistanz mit der Anzahl an zusätzlichen Tagen im Homeoffice pro Jahr multipliziert. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass die oben beschriebenen Kombiwege auch im Homeoffice erfolgen. Daher wird das Minderungspotenzial eines Homeoffice-Tages, um die mittlere zurückgelegte Distanz dieser kombinierten Wege (rund 3 Kilometer) verringert.

Durchschnittlich verringert so ein zusätzlicher Tag Homeoffice pro Woche im Jahr die zurückgelegten Personenkilometer pro Person um rund 1.150 Kilometer und folglich die Emissionen um rund 0,19 Tonnen CO₂e. Dies entspricht den CO₂-Emissionen, die pro Person monatlich für die eigene Mobilität verursacht werden (Umweltbundesamt (UBA) 2021b).

* Die TREMOD-Emissionsfaktoren berücksichtigen nach dem Well-to-Wheel-Prinzip sowohl die Emissionen, die bei der Bereitstellung der Kraftstoffe beziehungsweise des Stroms anfallen, als auch die Emissionen, die bei der Umwandlung der Kraftstoffe in kinetische Energie, ergo während der Fahrt entstehen (UBA 2021).

in 2020 wird daher eine gemittelte Homeoffice-Quote von 35 Prozent festgelegt und die Verteilung nach Arbeitstagen so angenommen, dass im Homeoffice arbeitende Arbeitnehmer:innen durchschnittlich 3,3 Tage pro Woche im Homeoffice arbeiten wie in Zehl und Weber (2020) beschrieben.

Nachfolgende Abbildung 3 vergleicht die Verteilung der Arbeitszeit nach Tagen im Homeoffice pro Woche vor und während der Pandemie. Im Vergleich wird – zunächst wenig überraschend – deutlich, dass der auf Annahmen basierende Anteil an Homeoffice-Tagen bei allen berechneten Varianten (2 bis 5 Arbeitstage pro Woche) während der Corona-Pandemie deutlich steigt. Die Verteilung der Tage ist demnach so kalibriert, dass durchschnittlich 3,3 Tage pro Woche im Homeoffice verbracht werden. Aufgrund von Schulschließungen und der Verpflichtung der Arbeitgeber:innen, Homeoffice in geeigneten Fällen zu ermöglichen, wird davon ausgegangen, dass insbesondere der Anteil von Beschäftigten, die fünf Tage pro Woche, also vollständig, im Homeoffice arbeiten, stark zugenommen hat (+385 Prozent beziehungsweise 4,5 Millionen Arbeitnehmende).

Die Pandemie hat neben dem Zuwachs an Homeoffice aber auch zu einer angepassten Verkehrsmittelwahl auf Arbeitswegen geführt. So hat der Individualverkehr weiter

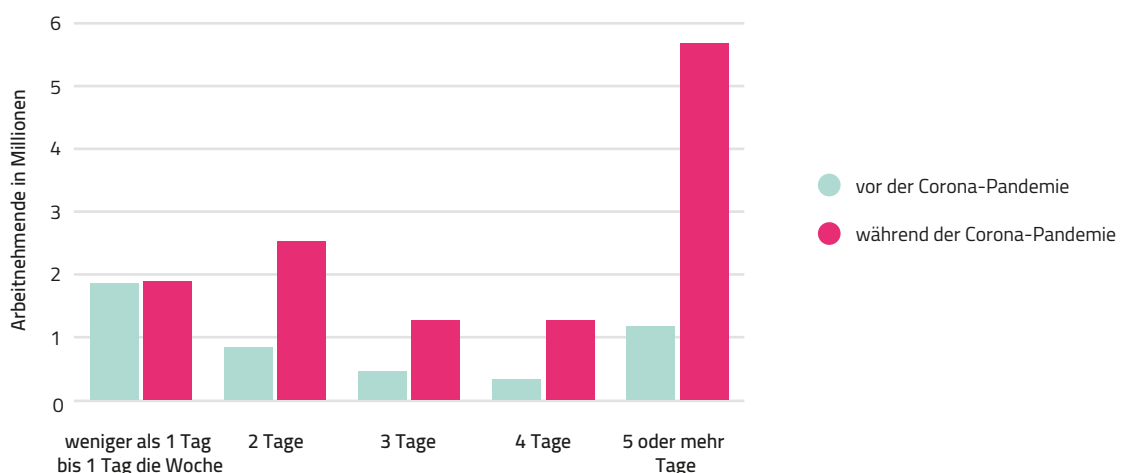
deutlich zugelegt, während der öffentliche Verkehr Anteil am **Modal Split**¹⁰ eingebüßt hat. Als Hauptgrund wird angeführt, dass viele Beschäftigte besonders in der Hochphase der Pandemie aus Unbehagen vor einem erhöhten Ansteckungsrisiko den öffentlichen Verkehr gemieden haben. Die damit einhergehende verringerte Auslastung des ÖPV bei einem nahezu gleichbleibenden Angebot führt zu einem weiteren sich negativ auf die Umweltbilanz auswirkenden Effekt während der Corona-Pandemie: Die Emissionen je Personenkilometer im ÖPV steigen an (siehe Tabelle 2).¹¹

Ausgehend von der in Abbildung 3 dargestellten Verteilung der Arbeitstage, die durchschnittlich für jeden Arbeitnehmenden etwa 3,3 Tage pro Woche im Homeoffice entsprechen, zeigen die Quantifizierungen, dass die durch Corona-Maßnahmen eingeschränkte Mobilität (weniger

- 10 Der angepasste **Modal Split** für die Berechnungen während der Corona-Pandemie beruht auf Auswertungen der MOBILCOR-Befragung von Schelewsky 2020b, 2020a und eigenen Berechnungen.
- 11 Zur Berechnung der angepassten Emissionsfaktoren des ÖPV wurden die bestehenden TREMOD Emissionsfaktoren um die verringerte Beförderungsleistung der einzelnen Verkehrsmittel im Jahr 2020 bereinigt. Ferner wird von einem gleichbleibenden Angebot des ÖPV ausgegangen (Die Verkehrsunternehmen (VDV) 2021).

Verteilung der Arbeitszeit nach Tagen im Homeoffice pro Woche vor und während der Corona-Pandemie

Abbildung 3



Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: MiD (2017)

Wege von und zur Arbeit) bei gleichzeitig erhöhter Quote an Arbeitnehmer:innen im Homeoffice (+22 Prozent) eine Reduktion der Arbeitswege von 214 Milliarden auf rund 180 Milliarden Personenkilometer (-16 Prozent) zur Folge hatte und damit rund 3,7 Millionen Tonnen CO₂e auf Pendelwegen in Deutschland im Jahr 2020 eingespart wurden. Dies entspricht (beinahe) dem doppelten, jährlichen THG-Ausstoß der Inlandsflüge Deutschlands (2,1 Millionen Tonnen) (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021).

Zunahme der Arbeit im Homeoffice während der Pandemie

Während der Pandemie hat die Anzahl der Personen, die im Homeoffice arbeiten, stark zugenommen. Insbesondere trifft dieser starke Anstieg an Homeoffice-Tagen auf den Anteil an Personen zu, die Vollzeit im Homeoffice arbeiten.

3.2.3 Quantifizierung der verkehrsbedingten Emissionseinsparungen nach der Corona-Pandemie (mittelfristiger Trend)

Wenngleich die Mobilitätssituation während der Corona-Pandemie einen Extremfall darstellt, die Pendelmobilität sich diametral zu den Infektionszahlen verhält und sich langsam wieder dem Status quo vor Pandemiebeginn annähert (Knie et al. 2021), hat diese Zeit das Potenzial von Homeoffice verdeutlicht. Maßnahmen wie das Recht auf Homeoffice sowie das Umdenken in den Unternehmensorganisation können auch in Zukunft zu einer erhöhten Homeoffice-Quote und so zur Einsparung von verkehrsbedingten Emissionen führen.

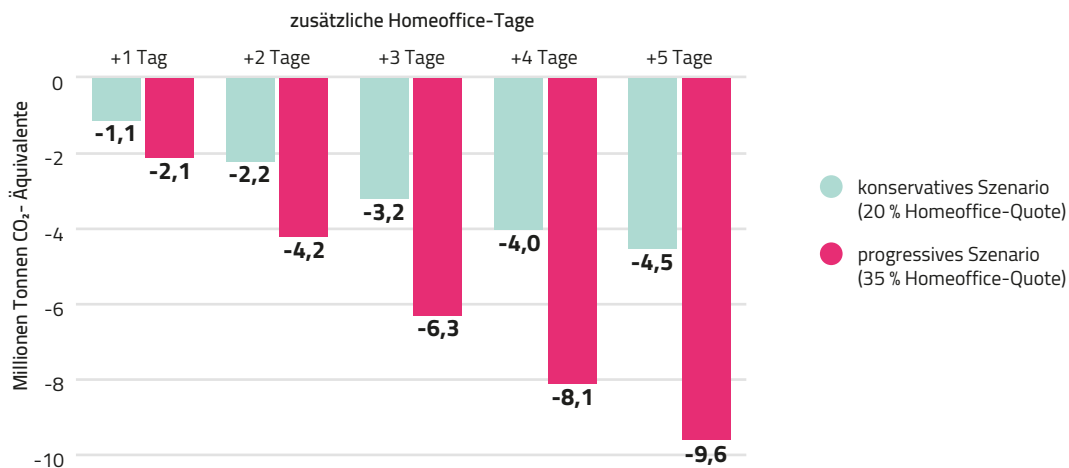
Inwiefern sich Homeoffice als Ergänzung oder Alternative zur Präsenzkultur auch in Zukunft durchsetzen wird, ist ungewiss. Im Folgenden werden daher mehrere Szenarien aufgezeigt und diskutiert, um eine realistische Spannweite für das Minderungspotenzial der Verstetigung einer höheren Homeoffice-Quote abzudecken.

Im **konservativen Szenario** wird zunächst eine Homeoffice-Quote von 20 Prozent angenommen. Dies entspricht einer Steigerung des Anteils an mobil arbeitenden Arbeitnehmenden von +7 Prozent gegenüber vor Corona

(rund 13 Prozent). Die Steigerung der Homeoffice-Quote erfolgt dabei durch eine Anhebung der durchschnittlichen Arbeitstage im Homeoffice. Im Rahmen des konservativen Szenarios nutzen rund 2,6 Millionen Arbeitnehmer:innen zusätzlich die Möglichkeit, im Homeoffice zu arbeiten. Unter Berücksichtigung, dass im Status quo vor der Corona-Pandemie bereits 4,6 Millionen Erwerbstätige zumindest teilweise im Homeoffice gearbeitet haben, ergibt sich in diesem Szenario eine Gesamtanzahl von 7,2 Millionen Arbeitnehmer:innen im Homeoffice. Da bereits rund 1,2 Millionen Arbeitnehmer:innen in Vollzeit im Homeoffice arbeiten, können nur rund 6 Millionen einen zusätzlichen Tag Homeoffice pro Woche realisieren. Im Fall, dass alle der rund 6 Millionen Arbeitnehmer:innen einen zusätzlichen Arbeitstag ins Homeoffice verlegen, verringern sich die jährlich zurückgelegten Personenkilometer um rund 7 Milliarden und damit auch die Emissionen um 1,1 Millionen Tonnen CO₂e. Wie aus Abbildung 4 ersichtlich wird, steigt mit der Anzahl der Tage im Homeoffice erwartungsgemäß auch der Emissionsminderungseffekt an. Es ergibt sich im konservativen Szenario ein Minderungspotenzial von 1,1 Millionen Tonnen CO₂e für einen zusätzlichen Homeoffice-Tag. Für den Fall, dass alle Arbeitnehmer:innen mit Möglichkeit auf Homeoffice auch Vollzeit im Homeoffice arbeiten, ergibt sich maximal ein jährliches Minderungspotenzial von 4,5 Millionen Tonnen CO₂e. Dies entspricht den jährlichen CO₂-Emissionen Islands (Joint Research Centre (JRC) 2021).

Corona-Maßnahmen führen zu sprunghaftem Anstieg von Homeoffice

Die Maßnahmen zur Eindämmung des Infektionsgeschehens haben zu einem sprunghaften Ansteigen des Anteils der Arbeitnehmer:innen mit Arbeitszeit im Homeoffice geführt. Zusätzlich wurde häufiger auf den Pkw als Verkehrsmittel für den Arbeitsweg und weniger auf den ÖPV zurückgegriffen. Beide Verhaltensweisen haben einen diametralen Einfluss auf die freigesetzten Emissionen auf Wegen von und zur Arbeit. Der Minderungseffekt der vermiedenen Arbeitswege übersteigt jedoch die Zunahme des Pkws als Verkehrsmittel auf Arbeitswegen und beläuft sich auf rund 3,7 Millionen Tonnen CO₂e pro Jahr.

Minderungspotenzial von zusätzlichen Tagen im Homeoffice**Abbildung 4**

Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: MiD (2017)

Das **progressive Szenario** sieht dagegen einen deutlich höheren Homeoffice-Anteil von 35 Prozent¹² aller Arbeitstage (+22 Prozent gegenüber Vor-Corona) beziehungsweise bei 12,9 Millionen Arbeitnehmenden vor. Durch eine vollständige Verlagerung ins Homeoffice können im progressiven Szenario dabei maximal 9,6 Millionen Tonnen CO₂e bei den betrachteten Arbeitnehmenden eingespart werden. Im Vergleich zum konservativen Szenario fällt die maximale Einsparung von CO₂ im progressiven Szenario mit -9,6 Millionen Tonnen CO₂e folglich mehr als doppelt so hoch aus. Dies verdeutlicht unter anderem auch die Bedeutung hinter dem definierten Homeoffice-Anteil für das Minderungspotenzial. Die Einsparung entspricht dabei den jährlichen THG-Emissionen Kölns im Jahr 2015 (10 Millionen Tonnen CO₂) beziehungsweise dem damals prognostizierten CO₂-Sollwert von 9,6 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2020 (Stadt Köln 2019).

Abbildung 4 fasst das CO₂-Minderungspotenzial je zusätzlichem Tag im Homeoffice im Rahmen des konservativen und des progressiven Szenarios

12 Beide angenommenen Quoten liegen dabei eher unterhalb des für Deutschland geschätzten Homeoffice-Potenzials. Dadurch wird indirekt auch den Arbeitnehmer:innen ohne Möglichkeit auf Homeoffice Rechnung getragen.

zusammen.¹³ Mit der Anzahl der Tage im Homeoffice steigt erwartungsgemäß der Emissionsminderungseffekt an. Der marginale Minderungseffekt eines zusätzlichen Homeoffice-Tages nimmt mit jedem zusätzlichen Tag ab. Grund ist der steigende Anteil der Arbeitnehmer:innen, die bereits in Vollzeit im Homeoffice arbeiten.¹⁴

Ein derart großes Einsparungspotenzial wäre aus Umweltsicht erstrebenswert, sofern **Rebound-Effekte** durch zum Beispiel zusätzlichen Energiebedarf und Ressourcenverbrauch (zusätzliche Hardware) beim Homeoffice nicht

13 Die Arbeitnehmer:innen, die bereits vor der Corona-Pandemie zumindest zum Teil im Homeoffice gearbeitet haben, setzen dies im Rahmen beider Szenarien fort. Ferner wird berücksichtigt, dass Arbeitnehmer:innen, die bereits vor der Pandemie Vollzeit im Homeoffice arbeiteten, keinen zusätzlichen Tag Homeoffice in ihrer Arbeitswoche realisieren können.

14 Büttner und Breitzkreuz 2020 ermitteln vergleichbare Einsparungspotenziale für erweitertes Homeoffice in ihren Szenarien. So werden ihren Berechnungen zufolge im Szenario mit 25 % Homeoffice Anteil bei einem zusätzlichen Tag beispielsweise 1,5 Millionen Tonnen CO₂e eingespart (vgl. gegenüber 1,1 Millionen Tonnen CO₂e Einsparungen bei 20 % Homeoffice-Quote im konservativen Szenario, siehe Abbildung 4).

Überhand nehmen. Zumindest mittelfristig scheint es jedoch wenig plausibel, dass alle Arbeitnehmer:innen mit der Möglichkeit auf Homeoffice während der Corona-Pandemie diese auch künftig im vollen Umfang ausnutzen werden beziehungsweise diese Möglichkeit uneingeschränkt weiter bestehen bleibt. Wahrscheinlicher scheint jedoch ein Szenario, in dem die Arbeitnehmer:innen einen Mix aus Homeoffice und Büropräsenz anstreben, um beispielsweise den Kontakt zu den Kolleg:innen zu pflegen oder aber an physischen Events und Gruppenmeetings teilzunehmen. Diese Mischform wird im Folgenden als **multilokales Arbeiten** betitelt. Entsprechend wird hierfür angenommen, dass sich durchschnittlich die Tage im Homeoffice und im Unternehmen vor Ort die Waage halten, ähnlich dem Status quo vor der Corona-Pandemie. Insgesamt wird jedoch eine erhöhte Homeoffice-Quote berücksichtigt, bei der durchschnittlich die Hälfte der Arbeitszeit im Homeoffice verbracht wird. Wie Abbildung 5 verdeutlicht, beträgt das im Bereich „multilokalen Arbeitens“ berechnete Minderungspotenzial im konservativen Szenario rund 1,0 Millionen Tonnen CO₂e und circa 3,7 Millionen Tonnen CO₂e im progressiven Szenario.¹⁵

15 Fernpendler:innen, das heißt Personen mit einem Arbeitsweg von über 20 Kilometern, machen in Deutschland rund ein Viertel aller Arbeitnehmer:innen aus. Für den Fall, dass insbesondere diese Teilgruppe verstärkt Homeoffice nutzt,

Das ungenutzte Minderungspotenzial des Szenarien beziffert die Differenz zwischen dem maximal möglichen Minderungspotenzial (siehe Abbildung 4) und dem angenommenen realisierbaren Minderungspotenzial des jeweiligen Szenarios.

3.2.4 Weitere Auswirkungen gesunkener Mobilität während der Corona-Pandemie

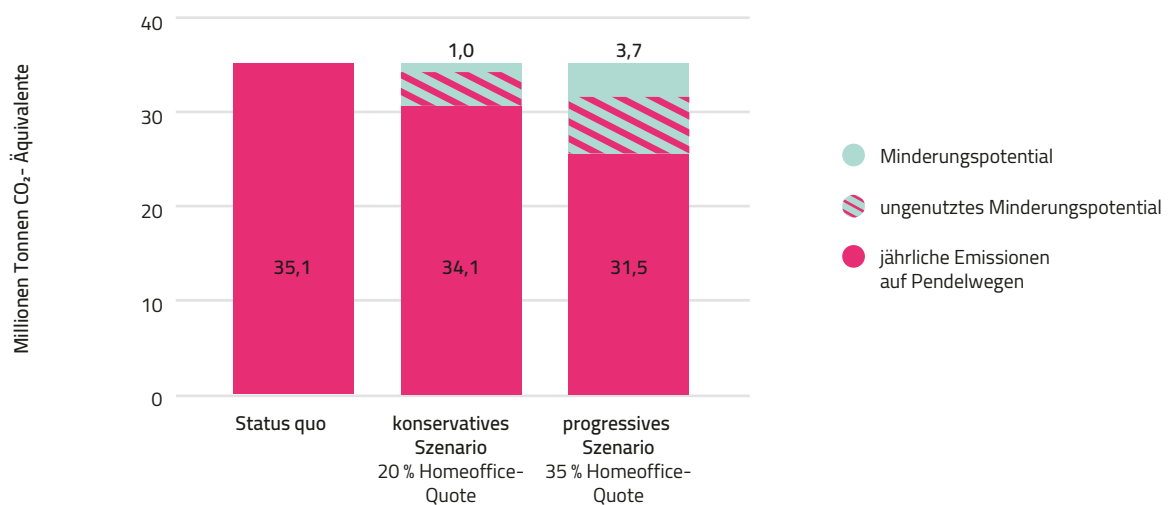
In den vorangehenden Kapiteln (3.2.1 bis 3.2.3) wurden die Verlagerungseffekten der THG-Reduzierung durch Homeoffice umfassend analysiert. Daneben konnten weitere Auswirkungen einer geringeren Mobilität vor allem während der Corona-Pandemie identifiziert werden. Diese beziehen sich dabei auf ein allgemein niedrigeres Niveau von Außerhaus-Aktivitäten während dieser Zeit und sind dahingehend nicht explizit nur auf Verlagerungseffekte ins Homeoffice zurückzuführen.

Die Berliner Senatsverwaltung für Umwelt und Verkehr und Klimaschutz konnte für 2020 beispielsweise einen Rückgang von Stickstoffoxid im gesamten Berliner Stadtgebiet feststellen (Senatsverwaltung für Umwelt,

würde sich das Minderungspotenzial im konservativen Szenario auf 1,4 und im progressiven Szenario auf 4,5 Millionen t CO₂e erhöhen.

Minderungspotenzial von zusätzlichen Homeoffice-Tagen im multilokalen Arbeitsalltag nach der Corona-Pandemie

Abbildung 5



Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: MiD (2017)

Homeoffice auch in Zukunft ein fester Bestandteil des Arbeitsalltags

Die Corona-Pandemie hat für viele Arbeitnehmende die Vorzüge von Homeoffice deutlich gemacht. Das Arbeiten von zu Hause aus wird daher wahrscheinlich auch in Zukunft Einzug in den Arbeitsalltag vieler Arbeitnehmer:innen halten. Auf der anderen Seite zeigten sich durch das teils vollständige Verlagern der Arbeit ins Homeoffice auch die Qualität und die Vorteile des Arbeitens im Büro. In vielen Fällen kann daher angenommen werden, dass sich mittelfristig ein Modell des multilokalen Arbeitens durchsetzen wird. Im progressiven Szenario wäre bei einer Homeoffice-Quote von 35 Prozent ein maximales Minderungspotenzial von 9,6 Millionen Tonnen CO₂e pro Jahr bei einer vollständigen Nutzung zu erwarten. Jedoch scheint es realistischer, dass Arbeitnehmer:innen nicht vollständig von zu Hause aus arbeiten, sondern häufiger eine multilokale Arbeitsweise pflegen und so ein Minderungspotenzial von rund 3,7 Millionen Tonnen CO₂e pro Jahr realisiert werden könnte. Im Rahmen des konservativen Szenarios (20 Prozent Homeoffice-Quote) sinkt das Minderungspotenzial erwartungsgemäß. Multilokales Arbeiten kann dennoch zu einer Minderung von rund 1 Millionen Tonnen CO₂e pro Jahr beitragen.

Verkehr und Klimaschutz Berlin (SenUVK) 2020). Die Differenz fällt dabei in der Innenstadt gegenüber den Einsparungen in Wohngebieten und der Stadtrandlage mit einem Minus von 12 Mikrogramm pro Kubikmeter (nachfolgend: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (25 statt $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gegenüber -2 bis $-6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ besonders hoch aus. Ein Grund hierfür könnte auch in der Reduzierung von Wegen von und zur Arbeit gesehen werden, da sich gerade in der Berliner Innenstadt auch viele Bürogebäude befinden, die durch Homeoffice weniger häufig genutzt wurden. Eine Studie des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie kommt für Städte in Hessen mit einer Minderung von 43 auf $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2020 auf ein ähnliches Ergebnis, verweist dabei aber auch auf saisonale Schwankungen mit niedrigeren Werten im Sommer (Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) 2020).¹⁶ In Sachsen konnte bezüglich der Stickstoffoxide ebenfalls ein Rückgang von 30 Prozent NO₂ während der Corona-Pandemie verzeichnet werden (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen (LfULG) 2021).

Der Rückgang des Verkehrs, gerade in Städten, macht sich auch hinsichtlich der Lärmbelastung bemerkbar. Hornberg et al. (2021) stellten in ihrer Studie einen Rückgang von 51,9 bis 61,0 Dezibel (nachfolgend: dB) vor der Pandemie zu nur noch 44,6 bis 56,7 dB während des

Corona-Lockdowns fest. Dies entspricht einer durchschnittlichen Lärminderung von 5,1 dB. Die Autor:innen verweisen darauf, dass eine ähnlich hohe Reduktion des Lärms auch in weiteren europäischen Städten wie Madrid, Dublin, Lyon und London zu erkennen war.

Erfreulich gestaltet sich auch die statistische Entwicklung von verkehrsbedingten Unfällen. Während im Jahr 2019, also vor der Corona-Pandemie, noch 28.000 Kinder unter 15 Jahren bei Straßenunfällen verunglückten, konnte diese Zahl im Jahr 2020 um 15 Prozent auf 25.000 gesenkt werden (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021). Auch die Anzahl von Verkehrstoten reduzierte sich von 1.069 Personen im Jahr 2019 auf 880 Personen 2020. Zuletzt zeichnete sich 2020 auch ein Rückgang von Verletzten bei Verkehrsunfällen ab: Der Rückgang liegt dabei bei durchschnittlich 26 Prozent, bei Personenschaden auf der Autobahn sogar bei 39 Prozent (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2020b). Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass diese Minderungseffekte neben weniger Freizeitfahrten auch auf eine reduzierte Mobilität im beruflichen Kontext (Wege von und zur Arbeit, aber auch dienstliche Wege und Dienstreisen) zurückzuführen sein könnten.

16 Beide Studien verweisen in Bezug auf Feinstaub darauf, dass dieser nur zu circa 20 Prozent durch den lokalen Verkehr verursacht wird und zudem stark wetterabhängig ist. Dahingehende Effekte durch die Corona-Pandemie werden daher im Nachfolgenden nicht näher erläutert.

3.3 Sonstige soziale, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen

Auswirkungen auf Beschäftigte

Beschäftigte sehen in der Arbeit von zu Hause aus vor allem Vorteile der Zeitersparnis: durch Wegfall der Pendelwege, der Flexibilisierung von Arbeitszeiten und der besseren Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben, worunter auch die Kinderbetreuung fällt (Kunze et al. 2021; Süddeutsche Krankenversicherung (SDK) 2020; Storm et al. 2020; Sonneberg 2020). Einige Befragungen kommen zudem zu dem Ergebnis, dass sich die Beschäftigten im Homeoffice weniger gestresst und ungestörter fühlen und eine gesteigerte Produktivität wahrnehmen (Storm et al. 2020; Süddeutsche Krankenversicherung (SDK) 2020; Sonneberg 2020).

Diesen Vorteilen stehen jedoch auch bestimmte Risiken beziehungsweise wahrgenommene Nachteile gegenüber. Diverse Studien zeigen, dass Beschäftigte im Homeoffice eine Auflösung der Grenze zwischen Beruf und Privatleben beschreiben und zu mehr Überstunden bei weniger Ruhezeiten neigen (Arntz et al. 2020; Lott 2019; Rupietta und Beckmann 2016). Ebenso neigen sie dazu, trotz Krankheit zu arbeiten, mit negativen Folgen für die Gesundheit (Messenger et al. 2017). Das Risiko einer erhöhten Belastung besteht zudem besonders für Mütter, die einer noch stärkeren Vermischung von Berufs- und Privatleben ausgesetzt sind und mehr Zeit für die Kindererziehung und andere familiäre Aufgaben aufbringen (Demmelhuber et al. 2020; Samtleben et al. 2020).

Einige Beschäftigte geben zudem an, in ihrer Arbeitsleistung negativ beeinträchtigt zu sein, da ihnen zu Hause kein geeigneter Arbeitsplatz mit entsprechender technischer Ausstattung zur Verfügung steht (Demmelhuber et al. 2020; Grunau et al. 2019). Weiterhin sind deutliche Ungleichheiten beim Zugang zu Homeoffice zu konstatieren. Für beide Geschlechter gilt, dass höher qualifizierte Beschäftigte mit höheren Verdiensten deutlich häufiger im Homeoffice arbeiten (Mergener 2020; Samtleben et al. 2020; Alipour et al. 2020). Zudem ist die Nutzung von Homeoffice nicht gleichermaßen für alle Branchen und Tätigkeiten möglich. Welches Homeoffice-Potenzial einzelne Branchen konkret bieten, wird dabei unterschiedlich bewertet. Alipour et al. (2020) weisen schließlich darauf hin, dass in Deutschland ein starkes Gefälle im Zugang zu Homeoffice zwischen den West- und Ostbundesländern

sowie zwischen städtischen und ländlichen Landkreisen besteht.

Der Großteil der wissenschaftlichen Studien, die sich mit flexiblen Arbeitsformen und deren Auswirkungen im Allgemeinen auseinandersetzen, beforschen Fragen der Mitarbeiter:innen-Zufriedenheit und -Produktivität und kommen dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen: Einige Studien deuten darauf hin, dass flexible Arbeitsformen einen positiven Einfluss beispielsweise auf konzentriertes Arbeiten und Erholungsmöglichkeiten haben und zu einer größeren Zufriedenheit der Beschäftigten beitragen (Covarrubias Venegas et al. 2018; Fuzi et al. 2014; Kim et al. 2016). Viele dieser Konzepte setzen jedoch gleichzeitig ein erhöhtes Maß an Selbstorganisation voraus. Raumklimatische Mängel wie fehlende Schallisolierung können zudem negative Auswirkungen auf die psychosoziale Gesundheit der Beschäftigten haben und zu höheren krankheitsbedingten Ausfällen führen (Fincke et al. 2018; Gaedke et al. 2015).

Rückgang auch bei Luftschadstoffen, Lärmbelastung und verkehrsbedingten Unfällen

Neben der Reduzierung verkehrsbedingter CO₂-Emissionen durch die Umstellung beziehungsweise häufigere Nutzung von Homeoffice zeigte sich ein positiver Umwelteffekt während der Coronapandemie auch in anderen Bereichen. Vor allem im Innenstadtbereich war der Stickstoffdioxid-Ausstoß stark rückläufig und auch die Lärmbelastung konnte Studien zufolge in vielen europäischen Großstädten um bis zu 5 dB reduziert werden. Zuletzt sei der erfreuliche Rückgang verkehrsbedingter Unfälle in Deutschland von 15 bis 39 Prozent je nach Betrachtungsfokus genannt.

Die räumliche Distanz zu Vorgesetzten und Kolleg:innen kann zudem die (informelle) Kommunikation und den Zugang zu Informationen erschweren, dem Gemeinschaftsgefühl entgegenwirken und Gefühle der Isolation und mangelnden Anerkennung hervorrufen (Bonin et al. 2020; Herrmann und Frey Cordes 2020). Unternehmen geben in diesem Zusammenhang an, dass die mangelnde Kommunikation insbesondere für neue Kolleg:innen und Berufseinsteiger:innen von Nachteil ist beziehungsweise deren Einstieg in die Arbeit und ins Team erschwert.

Gewinnung und Bindung von Mitarbeiter:innen

Standen deutsche Unternehmen der Nutzung von Homeoffice vor der Corona-Pandemie noch weitestgehend ablehnend oder zumindest skeptisch gegenüber – unter anderem aus Sorge vor mangelnder Kontrolle und einer vorherrschenden Anwesenheitskultur – werden inzwischen hauptsächlich Vorteile in der Flexibilisierung gesehen (Grunau et al. 2019; Hofmann et al. 2020; bitkom 2020).

Einen positiven Effekt stellt die Gewinnung von Mitarbeiter:innen dar. Da inzwischen viele Arbeitnehmende die Option Homeoffice wünschen, können Unternehmen über ein entsprechendes Angebot ihre Arbeitgeberattraktivität erhöhen. Die Möglichkeit des ortsunabhängigen Arbeitens kann zudem eine Chance darstellen, den Pool an Bewerber:innen zu erhöhen und einem möglichen Fachkräftemangel zu begegnen. Bereits vor der Corona-Pandemie deuteten Erhebungen daraufhin, dass das Angebot von Homeoffice einen Wettbewerbsvorteil für Unternehmen darstellen kann (Alipour et al. 2020). Zum anderen werden Vorteile in einer erhöhten Zufriedenheit, Motivation und Produktivität der Arbeitnehmenden gesehen, mit positiven Effekten für die Mitarbeiter:innen-Bindung (Grunau et al. 2019; Bonin et al. 2020).

Reduktion von Büroflächen

Wenn weniger dauerhafte Arbeitsplätze bereitgestellt und somit Büroflächen reduziert werden, können zudem Kostenersparnisse für die Unternehmen entstehen. Einige Studien gehen perspektivisch von einem Rückgang in der Büronachfrage und damit dem Verbrauch von Strom und Wärme aus (Voigtländer 2020), wobei kaum belastbare wissenschaftliche Studien hierzu vorliegen (Bonin et al. 2020). Eine aktuelle Umfrage des IW zeigt, dass zumindest bislang kein Nachfrageeinbruch bei Büroflächen zu verzeichnen ist (Stettes und Voigtländer 2021). Diverse Studien deuten zudem daraufhin, dass Beschäftigte und Unternehmen eine alternierende Nutzung von Homeoffice und Büroarbeitsplatz präferieren, sodass für die Arbeitszeit im Betrieb Büroflächen vorgehalten werden müssen. Gleichwohl planen viele Unternehmen eine Umwidmung der Flächennutzung, indem sie etwa Gruppenbüros auflösen oder zusätzliche Kommunikationsflächen schaffen (Stettes und Voigtländer 2021).

Insbesondere wenn Homeoffice mit anderen flexiblen Arbeitsformen wie dem Desksharing kombiniert wird, können Sitzplätze in Büros in ihrer Gesamtzahl reduziert werden. Unternehmen können demnach ihre Büroflächen reduzieren, wenn stets ein bestimmter Anteil an Beschäftigten außerhalb der Betriebsstätte arbeitet (Klaffke 2016; Fincke et al. 2018).

Attraktivität von Stadt und Land

Reduzieren sich die Wege, die mit dem motorisierten Pkw zurückgelegt werden, und die Nutzung von Büroflächen, kann dies positive Auswirkungen auf den zur Verfügung stehenden Wohnraum haben. So ist etwa denkbar, dass sich die Lage der städtischen Wohnungsmärkte entspannt, wenn die Notwendigkeit entfällt, in unmittelbarer Nähe zur Arbeitsstätte zu wohnen. Davon könnten wiederum Beschäftigte profitieren, die nicht im Homeoffice arbeiten können, zum Beispiel Beschäftigte im Gesundheitswesen. Kommerzielle Standorte und Finanzzentren könnten erneut eine größere Durchmischung aus Arbeiten und Wohnen erfahren und ländliche Regionen zum Leben wieder attraktiver werden, da die räumliche Entfernung als limitierender Faktor entfällt (Alipour et al. 2020).

Negative Effekte könnten wiederum auftreten, wenn sich der private Flächenbrauch insgesamt erhöht oder der Wohnungsmarkt im suburbanen Raum unter Druck gerät. Weiterhin könnte die erhöhte Nutzung von Homeoffice, ähnlich wie unter Corona, zu einer Zunahme an Onlinebestellungen führen, mit entsprechenden ökologischen sowie ökonomischen Auswirkungen unter anderem auf den Einzelhandel und die Gastronomie.

Mehrverbräuche durch Rebound- und Verlagerungseffekte

In Bezug auf die Nutzung von Homeoffice sind Rebound- und Verlagerungseffekte¹⁷ beim Energieverbrauch und im Mobilitätsverhalten denkbar. Entfallen beispielsweise Pendelwege, ist zunächst von einer Reduktion der Personenkilometer auszugehen. So fällt zwar vielleicht der Pendelweg zur Arbeit weg, aber Strecken, die zuvor kombiniert auf dem Weg von und zur Arbeit erledigt wurden,

17 Rebound-Effekte bezeichnen die vollständige oder teilweise Aufhebung von Einsparungen beispielsweise durch die alternative Verwendung eingesparten Geldes. Eine Verlagerung findet statt, wenn zum Beispiel vom ÖPNV auf den Pkw als Verkehrsträger gewechselt wird.

Homeoffice bietet eine Reihe von Chancen für Mensch und Umwelt, kann aber auch negative ökonomische, soziale und ökologische Folgen haben

Beschäftigte sehen im Homeoffice sowohl Vor- als auch Nachteile. Sie geben unter anderem an, zeitlich flexibler und produktiver arbeiten zu können. Als nachteilig wird etwa gesehen, dass sich die Grenze zwischen Beruf und Privatleben auflöst und nicht alle Personen über einen geeigneten Arbeitsplatz zu Hause verfügen. Der Großteil der Beschäftigten wünscht sich inzwischen jedoch, mindestens über die Option Homeoffice verfügen zu können. Unternehmen sehen hierin entsprechend eine Möglichkeit, ihre Attraktivität als Arbeitgeber steigern zu können. Ein weiterer Vorteil für Unternehmen kann die Reduktion von (häufig kostspieligen) Büroflächen sein.

Wenn Menschen vermehrt im Homeoffice arbeiten, kann dies auch Auswirkungen auf die Attraktivität von Städten und ländlichen Räumen haben: So ist etwa denkbar, dass sich die Lage der städtischen Wohnungsmärkte entspannt, wenn die Notwendigkeit entfällt, in unmittelbarer Nähe zur Arbeitsstätte zu wohnen. Ländliche Regionen könnten zudem wieder attraktiver zum Leben werden, da die räumliche Entfernung als limitierender Faktor entfällt.

Weiterhin sind in Bezug auf die Nutzung von Homeoffice Rebound- und Verlagerungseffekte beim Energieverbrauch und im Mobilitätsverhalten denkbar. So fällt möglicherweise der Pendelweg zur Arbeit weg, aber Strecken die zuvor kombiniert auf dem Weg von und zur Arbeit erledigt wurden, werden nun nur für diesen speziellen Zweck gefahren. Werden arbeitsplatzferne Wohnorte attraktiver, kann dies ebenfalls mit höheren Emissionen verbunden sein.

beispielsweise für die Kinderbetreuung oder Einkäufe, werden nun nur für diesen speziellen Zweck gefahren. Mittel- bis langfristig könnten zudem siedlungsstrukturelle Effekte wirken: Arbeitsplatzferne Wohnorte im suburbanen Raum dürften attraktiver werden und diese sind zumindest heute mit höheren Emissionen verbunden. Gründe sind ineffizientere Infrastrukturen, größere Wohnflächen und ein emissionsintensiveres Mobilitätsverhalten bei den privaten sowie den trotz Homeoffice verbleibenden Arbeitswegen, weil eher das eigene Auto als der ÖPNV genutzt wird. Bisher liegen zu diesen Effekten jedoch keine aussagekräftigen quantitativen Studien vor. Erste qualitative Auswertungen gehen jedoch davon aus, dass die Einsparpotenziale überwiegen (Büttner und Breitzkreuz 2020; Hofmann et al. 2020).

3.4 Zusätzliche Emissionen durch Homeoffice

Die Herstellung, Nutzung und Entsorgung digitaler Technologien ist mit zum Teil erheblichen negativen Umweltauswirkungen verbunden. Besonders problematisch sind der Abbau von Rohstoffen wie Kobalt, Tantal, Silber oder Gold; die unsachgemäße Entsorgung von Hardware sowie

Rohstoffverluste beim Recycling von Materialien. Darüber hinaus verbrauchen die Herstellung von Hardware und die Nutzung der digitalen Infrastruktur, darunter mobile und stationäre Endgeräte, Rechenzentren oder auch Software-Lösungen, große Mengen an Energie (Köhler et al. 2018).

Zumindest ein Teil der Arbeitnehmer:innen kann zwar vergleichsweise einfach die IT-Ausstattung aus dem Büro mit ins Homeoffice nehmen und von dort arbeiten. In nicht seltenen Fällen müssen dagegen neue Geräte angeschafft werden wie beispielsweise ein zusätzlicher Monitor. Die Herstellung dieser Geräte verursacht neben dem genannten Ressourcenverbrauch zusätzliche Emissionen, die den Einsparungen durch die verminderten Arbeitswege entgegenstehen. Folgend werden die zusätzlichen Emissionen durch die neu angeschafften Geräte in zwei Szenarien abgeschätzt. Ziel der Gegenüberstellung soll es sein, mögliche Entwicklungen der Einsparungspotenziale durch Homeoffice ganzheitlich abzubilden.¹⁸

¹⁸ Einige der hier getroffenen Annahmen sind Vorgängerstudien entnommen. Vertiefte Annahmen und zugrundeliegende Berechnungen werden in Gensch et al. 2021 und Gröger et al. 2021 diskutiert.

Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt die unterschiedlichen Annahmen hinter dem Szenario „Firmenlaptop“ sowie dem Szenario „neuer Desktop-Rechner“ beziehungsweise der Geräteausstattung am Heimarbeitsplatz, dem Umfang der Gerätenutzung sowie dem angenommenen zusätzlichen Energiebedarf für Beleuchtung und Beheizung.

Tabelle 4 fasst die zusätzlich in den beiden Szenarien anfallenden Emissionen in Kilogramm CO₂e pro Jahr zusammen. Im Szenario „Firmenlaptop“ ist es für die Beschäftigten möglich, den firmeneigenen Laptop auch mit nach Hause zu nehmen und es wird lediglich ein zusätzlicher Monitor für das Homeoffice angeschafft. Im zweiten Szenario „Neuer Desktoprechner“ werden neben einem Monitor auch ein zusätzlicher Desktop-PC und ein Drucker angeschafft. Für die Nutzung der Computer fallen in der Rechnung keine zusätzlichen Emissionen an, da angenommen wird, dass die Nutzung im Homeoffice sich bezüglich des Verbrauchs von der Nutzung im Büro nicht unterscheidet. Hinsichtlich der zusätzlichen Beleuchtung und des Wärmeverbrauchs werden ebenfalls unterschiedliche Annahmen für die Szenarien getroffen. Im Szenario „Firmenlaptop“ wird angenommen, dass die Beleuchtung und der Wärmeverbrauch im Büro und im Homeoffice identisch sind: Es werden also dafür keine zusätzlichen Emissionen angerechnet. Für das Szenario „Neuer Desktop-Rechner“ wird dagegen angenommen, dass trotz Homeoffice der Raum im Büro weiter

beleuchtet und geheizt wird. Diese Annahme kann etwa damit begründet werden, dass mehrere Arbeitsplätze vor Ort in einem Raum zu finden sind und damit im Homeoffice zusätzliche Emissionen entstehen. Daneben wird in beiden Szenarien davon ausgegangen, dass ein Router samt Internetvertrag zur Ausstattung des Haushaltes gehört und nicht für den Homeoffice-Platz zusätzlich angeschafft werden muss.

Im Szenario „Firmenlaptop“ wird somit lediglich ein neuer Monitor für den Homeoffice-Arbeitsplatz angeschafft für dessen Herstellung rund 88 Kilogramm CO₂e anfallen. Ausgehend von einer fünfjährigen Nutzungsdauer ergeben sich durch die Nutzung zusätzliche Emissionen von rund 18 Kilogramm pro Jahr. Im Szenario „Neuer Desktop-Rechner“ kommen hingegen noch die Emissionen aus der Herstellung des neuen Computers und Druckers hinzu, ebenso die Emissionen aus der Nutzung des Druckers sowie aus der zusätzlichen Beleuchtung und Beheizung des Arbeitszimmers. Die in diesem zweiten Szenario anfallenden Emissionen belaufen sich in Summe dadurch auf 307 Kilogramm CO₂e und sind damit um ein Vielfaches höher als im Szenario „Firmenlaptop“.

Die folgenden Berechnungen beziehen sowohl die verkehrsbedingten als auch die ergänzenden CO₂-Emissionen ein und setzt diese in Beziehung zueinander. Konkret soll der Frage nachgegangen werden, unter welchen Voraussetzungen, in Bezug auf die Homeoffice-

Definition der Szenarien zur Abschätzung der zusätzlichen Emissionen durch die Nutzung von Homeoffice

Tabelle 3

	Szenario „Firmenlaptop“	Szenario „Neuer Desktop-Rechner“
Geräteausstattung am Homeoffice-Platz	Nutzung des firmeneigenen Laptops, neuer Monitor, Nutzung des heimischen Routers	neuer Desktop-PC, neuer Monitor, Nutzung des heimischen Routers, neuer Drucker
Umfang der Gerätenutzung	208 Arbeitstage pro Jahr, 8 Stunden pro Arbeitstag	
zusätzlicher Energiebedarf für Beleuchtung und Beheizung	entfällt	Arbeitsraum mit 12 m ² Fläche, Beleuchtung: 50 Watt à 8 Stunden, Heizwärmebedarf 105 kWh/m ² *a) – hälftig angerechnet auf die berufliche Nutzung

Zusätzliche Emissionen der Szenarien in Kilogramm CO₂e pro Jahr

Tabelle 4

	Szenario „Firmenlaptop“	Szenario „Neuer Desktop-Rechner“
Herstellung Monitor	18	18
Herstellung Computer	–	87
Herstellung Drucker	–	13
Nutzung Drucker	–	29
Beleuchtung Homeoffice	–	39
Beheizung Homeoffice	–	121
Summe	18	307

Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: Gensch et al. (2021), Groger et al. (2021)

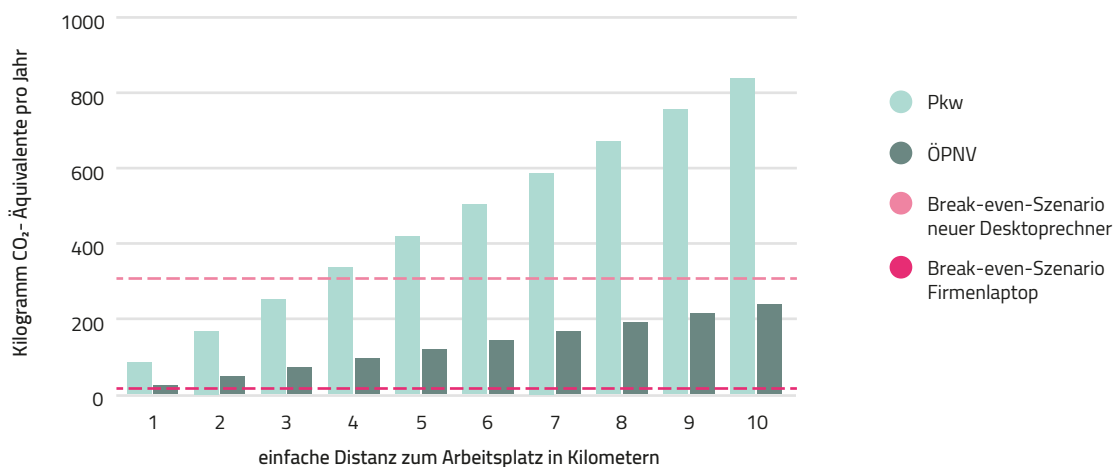
Ausstattung, aber auch die Pendeldistanz und die Verkehrsmittelwahl, die Arbeit von zu Hause beziehungsweise im Büro hinsichtlich der CO₂-Emissionen vorteilhafter ist.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft die anfallenden Emissionen differenziert nach genutztem Verkehrsmittel in Abhängigkeit von der Pendeldistanz. Zudem werden diese verkehrsbedingten Emissionen in Bezug zu den zusätzlich

anfallenden Emissionen der beiden Szenarien gesetzt für den Fall, dass die Arbeitnehmer:innen Vollzeit im Homeoffice arbeiten. Die gestrichelte Linie in der Abbildung 6 verdeutlicht den Schwellwert, an dem sich die anfallenden CO₂-Emissionen durch Homeoffice einerseits und das Pendeln zum Büro andererseits die Waage halten (sogenannter **Break-even-Point**).

Vergleich der Pendelemissionen mit den zusätzlichen Emissionen bei Vollzeit Homeoffice

Abbildung 6



Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: MiD (2017)

Der Schwellenwert ist beispielsweise für das Szenario „Firmenlaptop“ bei 18 Kilogramm CO₂e pro Jahr und für das Szenario „neuer Desktoprechner“ bei 307 Kilogramm CO₂e pro Jahr erreicht; das heißt, sobald die CO₂-Emissionen des Pendelns oberhalb dieser Schwelle liegt, ist der Homeoffice-Arbeitsplatz im Sinne einer CO₂-Einsparung dem Pendeln zur Arbeit vorzuziehen. Wie in Abbildung 7 zu sehen, ist dieser Punkt im Szenario „Firmenlaptop“ sogar schon erreicht, wenn Arbeitnehmer:innen lediglich eine einfache Pendeldistanz von einem Kilometer zur Arbeit zurücklegen müssen und das unabhängig vom Verkehrsmittel. Anders ausgedrückt bedeutet das, dass die Nutzung eines Firmenlaptops am Heimarbeitsplatz dem Pendeln zum Büro-Arbeitsplatz unabhängig von der Pendelstrecke und der Verkehrsmittelwahl im Sinne einer CO₂-Einsparung immer vorzuziehen wäre. Im Falle des zweiten Szenarios „Neuer Desktoprechner“ ist der Schwellenwert dagegen erst bei einer einfachen Pendeldistanz von 4 Kilometern mit dem Auto oder 13 Kilometern mit dem ÖPNV erreicht. Erst wenn diese Pendeldistanz überschritten wird, lohnt sich aus Perspektive einer CO₂-Einsparung die Fahrt ins Büro gegenüber der Nutzung eines Heimarbeitsplatzes nicht mehr.

Die folgende Abbildung 7 zeigt ebenfalls den zuvor beschriebenen Zusammenhang, nun jedoch für den Fall, dass ein multilokales Arbeitsmodell gewählt wird und nur

Zusätzliche Emissionen stark von Homeoffice-Ausstattung und Energiebedarf abhängig

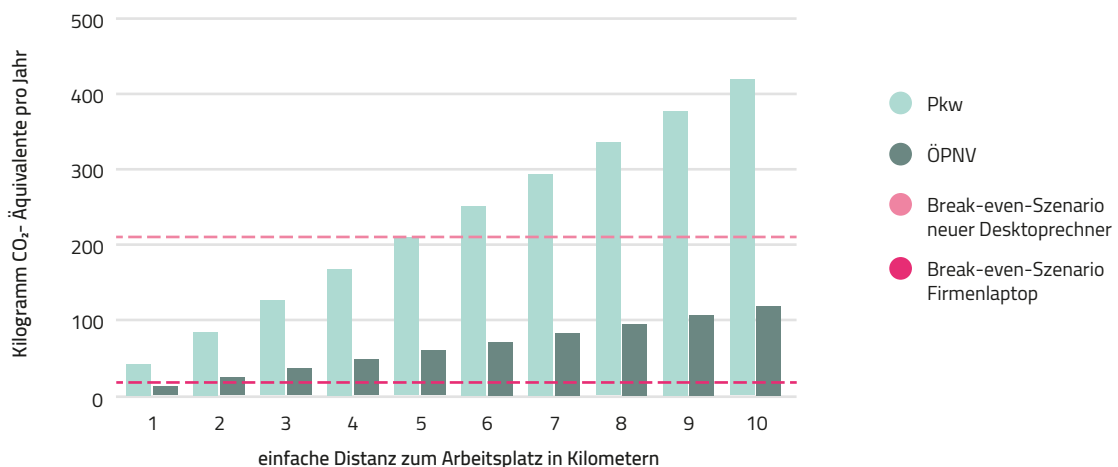
Je nach Ausgestaltung des Szenarios fallen die durch den zusätzlichen Hardware- und Energiebedarf im Homeoffice induzierten CO₂-Emissionen sehr unterschiedlich aus. Wird von einer Nutzung des Firmenlaptops ausgegangen, so sind die CO₂-Emissionen mit 18 Kilogramm pro Jahr vergleichsweise gering. Wird der Heimarbeitsplatz jedoch komplett neu ausgestattet und zudem energetisch zusätzlich zum Büroplatz beleuchtet und beheizt, steigen die damit verbundenen jährlichen CO₂-Emissionen auf 307 Kilogramm.

50 Prozent der Arbeitswoche (durchschnittlich 2,5 Tage) im Homeoffice verbracht werden. Der Break-even-Point liegt hier für das Szenario „Firmenlaptop“ unverändert bei 18 Kilogramm CO₂e pro Jahr, da für die Herstellung des Monitors gleich hohe Emissionen anfallen. Für das Szenario „neuer Desktop-Rechner“ reduziert sich dieser auf 212 Kilogramm CO₂e pro Jahr, da die zusätzlichen Beleuchtungs- und Beheizungskosten als auch die Nutzung des Druckers entsprechend nur anteilig anfallen.

Der Schwellenwert ist hier für das Szenario „Firmenlaptop“ ab einer einfachen Pendeldistanz von zwei

Vergleich der Pendelemissionen mit den zusätzlichen Emissionen bei Homeoffice, wenn 50 Prozent der Arbeitswoche im Homeoffice verbracht werden

Abbildung 7



Öko-Institut (2022): *Arbeiten im Homeoffice* | Quelle: MiD (2017)

CO₂-Emissionen durch Homeoffice und Pendeln im Vergleich

Bei der Entscheidung, wann aus ökologischen Gründen der Heimarbeitsplatz dem Pendeln ins Büro vorzuziehen ist, gilt es nicht nur, die Verkehrsmittelwahl und die Länge der Arbeitsstrecke zu berücksichtigen. Daneben ist die gewählte beziehungsweise seitens des Arbeitsgebers zur Verfügung gestellte Ausstattung des Homeoffice-Platzes entscheidend. Kann der Firmenlaptop genutzt werden und ist nur die Anschaffung eines zusätzlichen Monitors notwendig, ist das Arbeiten im Homeoffice bezüglich der CO₂-Emissionseinsparungen klar im Vorteil. Wird der Homeoffice-Platz nur zeitweise (zu 50 Prozent) genutzt und es muss zudem eine komplett neue Hardware für den Heimarbeitsplatz angeschafft und zusätzlich betrieben werden, lohnt sich das Arbeiten von zu Hause aus Sicht einer Emissionseinsparung erst ab einem einfachen Pendelweg von mehr als 6 Kilometern mit dem Pkw beziehungsweise 18 Kilometern mit dem ÖPNV.

Im Durchschnitt beträgt die einfache Pendeldistanz von Arbeitnehmer:innen in Deutschland jedoch rund 15 Kilometer und liegt damit deutlich über den in beiden Szenarien identifizierten Schwellwerten. In beiden Fällen gilt, dass Homeoffice aus Sicht einer CO₂-Emissionsminderung dem Arbeiten im Büro für einen Großteil der Arbeitnehmer:innen unabhängig von der Verkehrsmittelwahl vorzuziehen ist. Diese Aussage trifft selbst dann zu, wenn für den Heimarbeitsplatz neue Geräte angeschafft und sowohl Büro- als auch Heimarbeitsplatz beheizt und beleuchtet werden müssen.

Kilometern bei Nutzung des ÖPNV beziehungsweise bei einem Kilometer bei Nutzung des Pkws erreicht; das heißt, erst wenn die Pendeldistanz größer als die genannten Werte ist, ist die Fahrt ins Büro aus CO₂-Einsparungssicht unattraktiver. Für das Erreichen des Schwellenwerts im Szenario „Neuer Desktop-Rechner“ müssen hingegen mindestens 6 Kilometer einfache Pendeldistanz mit dem Pkw oder 18 Kilometer mit dem ÖPNV zurückgelegt werden, bevor sich die Fahrt ins Büro hinsichtlich der dabei entstehenden CO₂-Emissionen als weniger attraktiv erweist.

4 Fazit und Ausblick

Während der Corona-Pandemie hat sich die Arbeitswelt grundlegend verändert. Aufgrund der Notwendigkeit, Kontakte zu reduzieren, haben bis zu 70 Prozent der Arbeitnehmer:innen ganz oder teilweise im Homeoffice gearbeitet. Die Zwänge der Corona-Pandemie haben dabei gleichermaßen die Schaffung technischer Voraussetzungen im Homeoffice vorangetrieben, einen Kulturwandel eingeleitet und dem Arbeiten von zu Hause aus zu neuer Akzeptanz verholfen.

Die Vermeidung von Wegen durch Homeoffice stellt jedoch nur einen wichtigen Ansatz zu nachhaltiger betrieblicher Mobilität dar. Im Rahmen des Forschungsprojekts *compan-e* wurden deshalb bereits die Themen Ausbau von Elektromobilität im Fuhrpark (unter anderem *Agora Verkehrswende (2020)*, *Agora Verkehrswende und Öko-Institut (2020)*, *Agora Verkehrswende (2021)*) und die Novellierung der Dienstwagenbesteuerung (*Agora Verkehrswende und Öko-Institut 2021*) in den Fokus der bisherigen Forschungsarbeit gestellt. An Nachhaltigkeitskriterien orientierte *Car Policies* und *Mobilitätsbudgets* als Alternativen zum Dienstwagen wurden als weitere Interessensfelder für zukünftige Veröffentlichungen identifiziert. Weiteres CO_2 -Einsparungspotenzial ist daneben auch durch die Vermeidung dienstlicher Wege und insbesondere von Dienstreisen zu erwarten. Die Wissensbasis hierzu ist sowohl seitens der Wissenschaft als auch wirtschaftlicher Akteure noch vergleichsweise gering. Forschung und Praxis müssen daher auch bezüglich der Flexibilisierung und Vermeidung von Dienstreisen zusammenarbeiten mit dem Ziel, nähere Einblicke in den Istzustand und die zukünftigen Potenziale einer (digitalen) Transformation im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu erlangen.

Das vorliegende Arbeitspapier untersuchte die Option Homeoffice zur Reduzierung der Wege von und zur Arbeit und analysiert Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten sowie weitere mögliche soziale, ökologische und wirtschaftliche Effekte. Auf Basis einer Auswertung bestehender Literatur, Expert:inneninterviews, eines *Stakeholder-Workshops* mit Fachexpert:innen verschiedener Branchen sowie einer ergänzenden Auswertung von Mobilitätsdaten zur Quantifizierung von Emissionsminderungspotenzialen konnten die folgenden Kernkenntnisse identifiziert werden: Der Begriff Homeoffice ist in Deutschland nicht gesetzlich definiert, wird dem allgemeinen Sprachgebrauch nach jedoch als Arbeiten

von zu Hause aus verstanden. Der Anteil an Homeoffice-Arbeit war während der Corona-Pandemie signifikant erhöht. Weitgehend unabhängig von pandemiebedingten Effekten zeigt sich der Besetzungsgrad des Pkw auf Pendelwegen zum Arbeitsplatz als besonders niedrig. Der Großteil (93 Prozent) der verkehrsbedingten Emissionen auf Pendelwegen ist demnach auf Fahrten mit dem Pkw zurückzuführen.

Während der Pandemie ist sowohl die Anzahl an Homeoffice-Tagen gestiegen als auch die Häufigkeit der Pkw-Nutzung anstelle des ÖPV. Der Minderungseffekt der vermiedenen Arbeitswege übersteigt jedoch die Auswirkungen der erhöhten Nutzung des Pkw als Verkehrsmittel auf Arbeitswegen und beläuft sich auf rund 3,7 Millionen Tonnen CO_2e pro Jahr. Mit einer multilokalen Arbeitsweise, als Mischform aus Homeoffice und der Arbeit im Büro, kann je nach Annahmen ein Minderungspotenzial von rund 3,7 bis zu rund 1 Millionen Tonnen CO_2e pro Jahr realisiert werden. Neben der Reduzierung verkehrsbedingter CO_2 -Emissionen durch die Umstellung beziehungsweise häufigere Nutzung von Homeoffice zeigte sich auch ein pandemiebedingter Rückgang bei Luftschadstoffen, Lärmbelastung und verkehrsbedingten Unfällen.

Mit der Arbeit im Homeoffice gehen weitere soziale, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen einher. Vorteile der Zeitersparnis, der Flexibilisierung von Arbeitszeiten oder der besseren Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben stehen dabei Risiken wie der Auflösung der Grenze zwischen Beruf und Privatleben gegenüber. Die Option für Homeoffice kann dabei nicht nur die Attraktivität des Arbeitgebers steigern, sondern als weitere Auswirkung auf eine Kostenersparnis durch eine geringere Nachfrage nach Büroflächen sowie eine Verlagerung der Wohnungsnachfrage in suburbane und ländliche Regionen bewirken. Als *Rebound-* und *Verlagerungseffekte* gilt es bei der Reduktion der täglichen Wege zur Arbeit zu berücksichtigen, dass diese durch längere motorisierte Wege im Privaten (über-)kompensiert werden können.

Ein mobilitätsunabhängiger, zusätzlicher Ausstoß von CO_2 ist zuletzt stark von der Homeoffice-Ausstattung und dem Energiebedarf am Homeoffice-Arbeitsplatz abhängig.

Die durch den zusätzlichen Hardware- und Energiebedarf im Homeoffice induzierten CO₂-Emissionen fallen somit sehr unterschiedlich aus. Gerade unter Berücksichtigung der durchschnittlich rund 15 Kilometer langen Pendeldistanzen deutscher Arbeitnehmer:innen gilt aber, dass Homeoffice aus Sicht einer CO₂-Emissionsminderung dem Arbeiten im Büro für einen Großteil der Arbeitnehmer:innen unabhängig von der Verkehrsmittelwahl vorzuziehen ist.

Die Kernergebnisse des vorliegenden Papiers verdeutlichen den Fokus der Analysen auf Nachhaltigkeitseffekte, die aus der Arbeit im Homeoffice resultieren. Es wurde das Minderungspotenzial durch Reduzierung verkehrsbedingter Emissionen sowie darüber hinausgehende Emissionen durch die Bereitstellung technischer Infrastrukturen am Heimarbeitsplatz analysiert sowie weitere soziale und ökonomische Folgen des Arbeitens von Zuhause aus erörtert.

Die Corona-Pandemie hat ein Gelegenheitsfenster eröffnet, in dem eine Transformation der Arbeitswelt hin zu einer reduzierten Mobilität möglich ist. Für die Zukunft wird es darauf ankommen, sowohl in den Unternehmen als auch politisch die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass die Chancen für Umwelt und Gesellschaft realisiert und gleichzeitig die negativen Auswirkungen möglichst minimiert werden.

5 Literaturverzeichnis

Agora Verkehrswende (Hg.) (2020): Elektromobilität hoch im Kurs? Stand der Flottenelektrifizierung in den DAX Unternehmen. Online verfügbar unter https://www.compan-e.de/pdf/50_Factsheet_DAX_20-11-18.pdf, zuletzt geprüft am 30.11.2021.

Agora Verkehrswende (Hg.) (2021): Unternehmens-Ladesäulen für alle Fälle. Wie Bund und Länder den Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität an Unternehmens- und Wohnstandorten voranbringen können. Online verfügbar unter https://www.compan-e.de/pdf/compane_Unternehmens_Ladesaeulen_fuer_alle.pdf, zuletzt geprüft am 30.11.2021.

Agora Verkehrswende; Öko-Institut (2020): Unternehmen als Wegbereiter für Elektromobilität. Die Rolle gewerblicher Fahrzeugflotten bei der Elektrifizierung des Straßenverkehrs in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.compan-e.de/pdf/Agora-Verkehrswende_Unternehmen_als_Wegbereiter.pdf, zuletzt geprüft am 30.11.2021.

Agora Verkehrswende; Öko-Institut (2021): Dienstwagen auf Abwegen. Warum die aktuellen steuerlichen Regelungen einen sozial gerechten Klimaschutz im Pkw-Verkehr ausbremsen. Unter Mitarbeit von B. Fischer, L. Karcher, K. Kreye und F. Hacker. Online verfügbar unter https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Agora-Verkehrswende-Dienstwagen_auf_Abwegen.pdf.

Ahlers, Elke; Mierich, Sandra; Zucco, Aline (2021): Homeoffice. Was wir aus der Zeit der Pandemie für die zukünftige Gestaltung von Homeoffice lernen können. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI). Düsseldorf (WSI Report, 65). Online verfügbar unter https://www.boeckler.de/pdf/p_wsi_report_65_2021.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Alipour, Jean-Victor; Falck, Oliver; Peichl, Andreas; Sauer, Stefan (2021): ifo Schnelldienst – Homeoffice-Potenzial weiterhin nicht ausgeschöpft. ifo Institut.

Alipour, Jean-Victor; Falck, Oliver; Schüller, Simone (2020): Homeoffice während der Pandemie und die Implikationen für eine Zeit nach der Krise, ifo Schnelldienst 07/2020, 73. Jg., S. 30 - 36. In: ifo Schnelldienst 73 (7), S. 30–36.

Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/342919122_Homeoffice_waehrend_der_Pandemie_und_die_Implikationen_fur_eine_Zeit_nach_der_Krise_ifo_Schnelldienst_072020_73_Jg_S_30_-_36, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

Arntz, Melanie; Ben Yahmed, Sarra; Berlingieri, Francesco (2020): Working from home and Covid 19: The chances and risks for gender gaps. eibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (ZEW expert brief, 20-09). Online verfügbar unter https://www.zew.de/fileadmin/FTP/ZEWKurzexpertisen/EN/ZEW_Shortreport2009.pdf?v=1591101407, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Bieber, Thierry (2021): Maschinen einfach und sicher warten. In: J Oberfl Techn 61 (5), S. 64–65. DOI: 10.1007/s35144-021-1141-6.

bitkom (2020): Corona-Pandemie: Arbeit im Homeoffice nimmt deutlich zu. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Corona-Pandemie-Arbeit-im-Homeoffice-nimmt-deutlich-zu>, zuletzt aktualisiert am 18.03.2020, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Bonin, Holger; Eichhorst, Werner; Kaczynska, Jennifer; Kümmerling, Angelika; Rinne, Ulf; Scholten, Annika; Steffes, Susanne (2020): Verbreitung und Auswirkungen von mobiler Arbeit und Homeoffice: Kurzexpertise. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Universität Duisburg-Essen Campus (Uni Duisburg); Institut Arbeit und Qualifikation (IAQ); Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW); Institute of Labor Economics (IZA). Berlin. Online verfügbar unter https://www.iwd.de/fileadmin/iwd_Archiv/2020_Archiv/iwd152020.pdf, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2020): Homeoffice. Gesetzesinitiative für eine gesetzliche Regelung zur mobilen Arbeit. Online verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Arbeitsrecht/Teilzeitflexible-Arbeitszeit/homeoffice.html#doc387a1a0e-79c3-4c4b-a284-ac58a04d62bcbodyText2>, zuletzt aktualisiert am 02.11.2021, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hg.) (2021): Coworking auf dem Land. Wie es gelingt und was es dafür braucht. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), CoWorkLand eG, Netzwerk Zukunftsorte e. V., neues handeln AG. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Broschueren/coworking-land-bule.pdf?__blob=publicationFile&v=7, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hg.) (2021): Digitalisierung in Deutschland – Lehren aus der Corona-Krise. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-digitalisierung-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Büttner, Lisa; Breitzkreuz, Anna (2020): Arbeiten nach Corona. Warum Homeoffice gut fürs Klima ist. Greenpeace e. V; Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT). Hamburg.

Corona Datenplattform (2021): Homeoffice im Verlauf der Corona-Pandemie. Bonn (Themenreport, 02). Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/1/infas-corona-datenplattform-homeoffice.pdf?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Covarrubias Venegas, Barbara; Thury, Sonja; Worek, Maija (2018): Committed or not? Das ist hier die Frage! Thesen zur Wechselwirkung zwischen Desk Sharing Umgebungen und Commitment. In: Fachhochschule Salzburg (Hg.): Tagungsband des 12. Forschungsforum der österreichischen Fachhochschulen. Salzburg.

Demmelhuber, Katrin; Englmaier, Florian; Leiss, Felix; Möhrle, Sascha; Peichl, Andreas; Schröter, Theresa (2020): Homeoffice vor und nach Corona: Auswirkungen und Geschlechterbetroffenheit. ifo Schnelldienst digital. Hg. v. ifo Institut. München (14). Online verfügbar unter <https://www.total-e-quality.de/media/uploads/sd-2020-digital-14-demmelhuber-et-al-homeoffice-vor-nach-corona.pdf>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Die Verkehrsunternehmen (VDV) (2021): Die ÖPNV-Bilanz des Corona-Jahres 2020. Berlin. Wagner, Lars; Arnold, Eike. Online verfügbar unter <https://www.vdv.de/210204-pm-oepnv-bilanz-des-corona-jahres-2020.pdf>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Emmler, Helge; Kohlrausch, Bettina (2021): Home-office: Potenziale und Nutzung. Aktuelle Zahlen aus der HBS-Erwerbspersonenbefragung, Welle 1 bis 4. Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI). Düsseldorf (Policy Brief WSI, 52). Online verfügbar unter https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-007979/p_wsi_pb_52_2021.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Fincke, I.; Harth, V.; Mache, S. (2018): Arbeitsbedingungen in innovativen Bürokonzepten unter gesundheitsrelevanten und arbeitswissenschaftlichen Aspekten. In: Zbl Arbeitsmed 68 (3), S. 168–176. DOI: 10.1007/s40664-017-0236-7.

Fuzi, Anita; Clifton, Nick; Loudon, Gareth (Hg.) (2014): New in-house organizational spaces that support creativity and innovation: the co-working space. R & D Management Conference. Stuttgart, 3. - 6. Juni. Online verfügbar unter <https://repository.cardiffmet.ac.uk/handle/10369/7725>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

Gaedke, Gudrun; Grobschlegg, Sabine; Covarrubias Venegas, Barbara (2015): DNA Das Neue Arbeiten | Die neue Arbeitswelt aus der Sicht der Führung. Online verfügbar unter <https://www.hrweb.at/2015/08/das-neue-arbeiten-new-work-neue-arbeitswelten-frithjof-bergmann/>, zuletzt aktualisiert am 28.09.2021, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

Gauger, Felix; Pfnür, Andreas; Skarabi, Jan (2020): Arbeitswelten im Wandel: Coworking Spaces Eine empirische Befragung der Eigenschaften und Nutzerpräferenzen von Coworking Spaces. In: Andreas Pfnür (Hg.): Arbeitspapiere zur immobilienwirtschaftlichen Forschung, Bd. 39. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/340284814_Arbeitswelten_im_Wandel_Coworking_Spaces_Eine_empirische_Befragung_der_Eigenschaften_und_Nutzerpraerenzen_von_Coworking_Spaces.

GBTA (2020): Coronavirus Poll May 20.

Gensch, Carl Otto; Behrens, Felix; Braungardt, Sibylle; Gailhofer, Peter; Gröger, Jens; Sutter, Jürgen et al. (2021): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität: Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch die Digitalisierung? Abschlussbericht zum Vorhaben 1000333379 der KfW. Öko-Institut (ÖI); Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT). Freiburg / Berlin. Online verfügbar unter https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/KfW_Digitalisierung_Klimaschutz.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2021.

Gröger, Jens; Liu, Ran; Stobbe, Lutz; Druschke, Jan; Richter, Nikolai (2021): Green Cloud Computing: Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud Computing. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Öko-Institut (ÖI); Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM). Dessau-Roßlau (Texte, 94/2021). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17_texte_94-2021_green-cloud-computing.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2021.

Grunau, Philipp; Ruf, Kevin; Steffes, Susanne; Wolter, Stefanie (2019): Mobile Arbeitsformen aus Sicht von Betrieben und Beschäftigten: Homeoffice bietet Vorteile, hat aber auch Tücken. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (IAB-Kurzbericht, 11/2019). Online verfügbar unter <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/216702/1/kb201911.pdf>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Hans-Peter Klös (2020): Nach dem Corona-Schock. Digitalisierungspotenziale für Deutschland. IW-Policy Paper. Köln (14/2020). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/219033>.

Herrmann, Mario; Frey Cordes, Regina (2020): Homeoffice im Zeichen der Pandemie: Neue Perspektiven für Wissenschaft und Praxis? IUBH Internationale Hochschule. Erfurt (IUBH Discussion Papers - Human ResourcesUR - <https://www.econstor.eu/handle/10419/217267>, 2/2020).

Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) (Hg.) (2020): Sauberere Luft durch Corona. Online verfügbar unter <https://www.hlnug.de/dossiers/saubere-luft-durch-corona>, zuletzt aktualisiert am 02.11.2021, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Hofmann, Josephine; Piele, Alexander; Piele, Christian (2020): Arbeiten in der Corona-Pandemie – Auf dem Weg zum New Normal. Hg. v. Wilhelm Bauer, Oliver Riedel und Stefan Rief. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Fraunhofer IAO); Deutsche Gesellschaft für Personalführung (DGFP). Stuttgart. Online verfügbar unter https://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5934454.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Hornberg, Claudia; Kemfert, Claudia; Dornack, Christina; Köck, Wolfgang; Lucht, Wolfgang; Settele, Josef; Töller, Annette Elisabeth (2021): Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse. Stellungnahme. Hg. v. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU). SRU. Berlin.

infas (2020): Verkehrt gewendet? Mobilitätsreport Nr. 2, zuletzt geprüft am 05.11.2020.

input consulting (2017): Digitalisierung und Technisierung der Pflege in Deutschland. Aktuelle Trends und ihre Folgewirkungen auf Aktuelle Trends und ihre Folgewirkungen auf Arbeitsorganisation, Beschäftigung und Qualifizierung. Online verfügbar unter https://www.input-consulting.de/files/inpcon-data/download/20170215_digitalisierung%20und%20technisierung%20der%20pflege%20in%20deutschland_input.pdf.

Joint Research Centre (JRC) (Hg.) (2021): EDGAR – The Emissions Database for Global Atmospheric Research. European Commission (EC). Online verfügbar unter <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>, zuletzt aktualisiert am 02.11.2021, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Kim, Jungsoo; Candido, Christhina; Thomas, Leena; Dear, Richard de (2016): Desk ownership in the workplace: The effect of non-territorial working on employee workplace satisfaction, perceived productivity

and health. In: *Building and Environment* 103, S. 203–214. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.04.015.

Klauffke, Martin (2016): Arbeitsplatz der Zukunft. Gestaltungsansätze und Good-Practice-Beispiele. Wiesbaden: Springer Gabler.

Knie, Andreas; Zehl, Franziska; Schelewsky, Marc (2021): Mobilitätsreport 05, Ergebnisse aus Beobachtungen per repräsentativer Befragung und ergänzendem Mobilitätstracking bis Ende Juli. Bleibt alles anders? Alltagsmobilität im zweiten Corona-Jahr. Institut für angewandte Sozialwissenschaft (Infas); Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB); MOTIONTAG. Bonn, Berlin. Online verfügbar unter https://www.infas.de/fileadmin/user_upload/PDF/infas_Mobilit%C3%A4tsreport_05_WZB_7331_20210824.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Köhler, Andreas; Gröger, Jens; Liu, Ran (2018): Energie- und Ressourcenverbräuche der Digitalisierung. Expertise für das WBGU-Hauptgutachten „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“. Öko-Institut (ÖI). Berlin. Online verfügbar unter https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/Expertise_Oekoinstitut.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2021.

Kunze, Florian; Hampel, Kilian; Zimmermann, Sophia (2021): Homeoffice und mobiles Arbeiten? Frag doch einfach! Klare Antworten aus erster Hand. Konstanz: UTB; UVK (UTB, 5664). Online verfügbar unter <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838556642>.

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen (LfULG) (2021): Weniger Luftschadstoffe während des ersten Corona-Lockdowns. Online verfügbar unter <https://www.medien-service.sachsen.de/medien/news/332044>, zuletzt aktualisiert am 04.03.2021, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (2020): Pressemitteilung: Unternehmen wollen auch nach der Krise an Homeoffice festhalten. Unter Mitarbeit von Daniel Erdsiek und Sabine Elbert. Online verfügbar unter <https://www.zew.de/presse/pressearchiv/unternehmen-wollen-auch-nach-der->

[krise-an-homeoffice-festhalten](https://www.zew.de/presse/pressearchiv/unternehmen-wollen-auch-nach-der-krise-an-homeoffice-festhalten), zuletzt aktualisiert am 07.09.2020, zuletzt geprüft am 18.11.2021.

Lott, Yvonne (2019): Weniger Arbeit, mehr Freizeit? Wofür Mütter und Väter flexible Arbeitsarrangements nutzen. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI) (WSI Report, 47). Online verfügbar unter https://www.boeckler.de/pdf/p_wsi_report_47_2019.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Mergener, Alexandra (2020): Berufliche Zugänge zum Homeoffice. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 72 (S1), S. 511–534. DOI: 10.1007/s11577-020-00669-0.

Messenger, Jon; Llave Vargas, Oscar; Gschwind, Lutz; Böhmer, Simon; Vermeulen, Greet; Wilkens, Mathijn (2017): Working anytime, anywhere. The effects on the world of work. Luxembourg: Publications Office of the European Union (Research report / Eurofound, 16/58/EN). Online verfügbar unter https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1658en.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021. Möhring, Katja; Naumann, Elias; Reifenscheid, Maximiliane; Blom, Annelies G.; Wenz, Alexander; Rettig, Tobias et al. (2020): Die Mannheimer Corona-Studie: Schwerpunktbericht zu Erwerbstätigkeit und Kinderbetreuung. Online verfügbar unter https://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5934454.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Robelski, Swantje; Keller, Helena; Harth, Volker; Mache, Stefanie (2019): Coworking Spaces: The Better Home Office? A Psychosocial and Health-Related Perspective on an Emerging Work Environment. In: *IJERPH* 16 (13), S. 2379. DOI: 10.3390/ijerph16132379.

Rupietta, Kira; Beckmann, Michael (2016): Arbeit im Homeoffice: Förderung der Arbeitsbereitschaft oder Einladung zum Faulenzen? In: *Personal Quarterly* 68 (03), S. 14–19. Online verfügbar unter <https://www.haufe.de/download/personalquarterly-32016-entgrenztes-arbeiten-personalquarterly-373932.pdf>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Samtleben, Claire; Lott, Yvonne; Müller, Kai-Uwe (2020): Auswirkungen der Ort-Zeit-Flexibilisierung von Erwerbsarbeit auf informelle Sorgearbeit im Zuge der

Digitalisierung. Expertise für den Dritten Gleichstellungsbericht der Bundesregierung. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW); Hans-Böckler-Stiftung. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.dritter-gleichstellungsbericht.de/de/article/204.auswirkungen-der-ort-zeit-flexibilisierung-von-erwerbsarbeit-auf-informelle-sorgearbeit-im-zuge-der-digitalisierung.html>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Schelewsky, Marc (2020a): Mobilitätsreport Baden-Württemberg. Krise als Dauerzustand? Mobilität in Baden-Württemberg vor dem zweiten Lockdown „light“. Institut für angewandte Sozialwissenschaft (Infas).

Schelewsky, Marc (2020b): Mobilitätsreport Bayern. Krise als Dauerzustand? Mobilität in Bayern vor dem zweiten Lockdown. Institut für angewandte Sozialwissenschaft (Infas). Bonn (02).

Schröder, Carsten; Entringer, Theresa; Göbel, Jan; Grabka, Markus; Graeber, Daniel; Kröger, Hannes et al. (2020): Vor dem Covid-19-Virus sind nicht alle Erwerbstätigen gleich. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) (DIW aktuell, 41). Online verfügbar unter https://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5934454.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin (SenUVK) (2020): Ist die Luft wegen der Corona-Beschränkungen besser geworden? Berlin. Online verfügbar unter <https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/weitere-meldungen/2020/ist-die-luft-wegen-der-corona-beschaenkungen-besser-geworden-929793.php>, zuletzt aktualisiert am 14.07.2020, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Sonneberg, Anne-Kathrin (2020): Corona-Krise: Mehr als jeder sechste Berufstätige arbeitet noch im Homeoffice. YouGov. Online verfügbar unter <https://yougov.de/news/2020/07/02/corona-krise-mehr-als-jeder-sechste-berufstatige-a/>, zuletzt aktualisiert am 02.07.2020, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

SPD; Bündnis 90/Die Grünen; FDP (Hg.) (2021): Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag 2021 zwischen SPD, Bündnis 90/ Die Grünen und FDP.

Online verfügbar unter https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf, zuletzt geprüft am 30.11.2021.

Stadt Köln (Hg.) (2019): Treibhausgasbilanz für Köln. Online verfügbar unter <https://www.stadt-koeln.de/artikel/68713/index.html>, zuletzt aktualisiert am 14.11.2019, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2020a): Erwerbstätige, die von zu Hause aus arbeiten. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Qualitaet-Arbeit/Dimension-3/home-office.html>, zuletzt aktualisiert am 02.10.2020, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020b): Weniger Verkehrsunfälle in der Corona-Krise: Rückgang von 26 % von März bis Juni 2020 im Vergleich zum Vorjahreszeitraum. Pressemitteilung Nr. 422 vom 27. Oktober 2020. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/10/PD20_422_46241.html, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021): Historischer Tiefststand: Deutlich weniger Kinder-Verkehrsunfälle im Corona-Jahr 2020. Pressemitteilung Nr. N 055 vom 20. September 2021. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21_N055_462.html, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (08.04.2021): Fahrgastzahl im Linienfernverkehr mit Bahnen und Bussen im Jahr 2020 halbiert. Pressemitteilung Nr. 172 vom 8. April 2021. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/04/PD21_172_461.html#Fussnote1, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Steinberg, Mario; Broockmann, Jan Hinrich (2006): Ausarbeitung zum Thema Telearbeit. Ausarbeitung. Hochschule Bremen, Bremen. Sozialwissenschaften. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/19412236-Ausarbeitung-zum-thema-telearbeit.html>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Steinmeyer, Imke (2007): Definition und Bedeutung des Personenwirtschaftsverkehrs. Ein Sachstandsbericht aus dem Jahr 2006. In: Schriftenreihe A des Instituts für Land- und Seeverkehr 44, S. 23–44. Online verfügbar unter <https://trid.trb.org/view/938132>.

Stettes, Oliver; Voigtländer, Michael (2021): Büroflächenabbau bleibt die Ausnahme. Institut der deutschen Wirtschaft (IW). Köln (IW-Kurzbericht, 6/2021). Online verfügbar unter https://www.iwd.de/fileadmin/iwd_Archiv/2020_Archiv/iwd152020.pdf, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

Storm, Andreas; Marschall, Jörg; Hildebrandt-Heene, Susanne; Kleinlercher, Kai-Michael; Nolting, Hans-Dieter (Hg.) (2020): Stress in der modernen Arbeitswelt. Sonderanalyse: Digitalisierung und Homeoffice in der Corona-Krise. DAK. Heidelberg: medhochzwei (Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung, Band 33). Online verfügbar unter <https://www.dak.de/dak/download/dak-gesundheits-report-2020-pdf-2366094.pdf>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Stürz, Roland A.; Stumpf, Christian; Mendel, Ulrike; Harhoff, Dietmar (2020): Digitalisierung durch Corona? Verbreitung und Akzeptanz von Homeoffice in Deutschland: Ergebnisse zweier bidt-Kurzbefragungen. Hg. v. Bayerisches Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bidt) (bidt Analysen und Studien, 3). Online verfügbar unter https://www.bidt.digital/wp-content/uploads/2020/09/bidt_Studie-Homeoffice-II.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Süddeutsche Krankenversicherung (SDK) (2020): Homeoffice-Studie: Zwei von drei Angestellten arbeiten lieber zuhause als im Büro. Online verfügbar unter <https://www.sdk.de/presse/detail/artikel/homeoffice-studie-zwei-von-drei-angestellten-arbeiten-lieber-zuhause-als-im-buero/>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Tiemann, Heinrich (2016): Digitalisierung der Arbeit. Hg. v. Managerkreis der Friedrich-Ebert-Stiftung. Friedrich-Ebert-Stiftung (FES). Berlin (Impulse). Online verfügbar unter <https://library.fes.de/pdf-files/managerkreis/12348.pdf>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

UBA (2021): Emissionstabelle Personenverkehr 2019, TREMOD 6.16. UBA. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/uba_emissionstabelle_personenverkehr_2019.pdf, zuletzt geprüft am 20.08.2021.

Umweltbundesamt (UBA) (Hg.) (2021a): Emissionsdaten. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#HBEFA>, zuletzt aktualisiert am 02.11.2021, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Umweltbundesamt (UBA) (Hg.) (2021b): Treibhausgas-Ausstoß pro Kopf in Deutschland nach Konsumbereichen (2017). Online verfügbar unter https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/201223_infas_Mobilit%C3%A4tsreport_BaW%C3%BC.pdf, zuletzt aktualisiert am 02.11.2021, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

Voigtländer, Michael (2020): Der Büroturm hat womöglich ausgedient. Institut der deutschen Wirtschaft (IW) (Informationen aus dem Institut der deutsche Wirtschaft, G 4120).

Zehl, Franziska; Weber, Patric (2020): Ergebnisse aus Beobachtungen per repräsentativer Befragung und ergänzendem Mobilitätstracking bis Ende Oktober. Die Vermessung der Mobilität in der Pandemie. Gedämpfte Hoffnung auf die Verkehrswende. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB); Institut für angewandte Sozialwissenschaft (Infas). Bonn, Berlin (Mobilitätsreport, 03). Online verfügbar unter https://www.infas.de/fileadmin/pdf-geschuetzt/infas_Mobilit%C3%A4tsreport_WZB_7331_20201217.pdf, zuletzt geprüft am 02.11.2021.

ÜBER DAS PROJEKT COMPAN-E

Das Projekt compan-e wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert und vom Öko-Institut, der Agora Verkehrswende und der Stiftung KlimaWirtschaft in Kooperation mit Unternehmen eines breiten Branchenspektrums durchgeführt. Zu den Partnerunternehmen zählen die Deutsche Bahn, EnBW, Gegenbauer, R+V, sowie die Telekom Mobility Solutions. Ziel des Projektes ist es, Wege zu einer elektrischen und nachhaltigen Unternehmensmobilität aufzuzeigen.

Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter:

www.compan-e.de

Öko-Institut e.V.

Borkumstraße 2 | 13189 Berlin
T +49 (0)30 40 50 850 | F +49 (0)30 40 50 85-388
www.oeko.de | info@oeko.de



Stiftung KlimaWirtschaft

Linienstraße 139/140 | 10115 Berlin
T +49 (0)30 204 53 734
www.klimawirtschaft.org | office@klimawirtschaft.org



Agora Verkehrswende

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 | 10178 Berlin
T +49 (0)30 700 14 35-000 | F +49 (0)30 700 14 35-129
www.agora-verkehrswende.de | info@agora-verkehrswende.de



Agora Verkehrswende ist eine gemeinsame Initiative der Stiftung Mercator und der European Climate Foundation.