

**Umweltwirkung eines Tempolimits auf  
Autobahnen und Außerortsstraßen  
Erläuterungen zum Forschungsvorhaben  
„Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“**

von:

Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich

Dr.-Ing. Matthias Schmaus

**Stand: 15.02.2023**



**Universität Stuttgart**

**Institut für Straßen- und Verkehrswesen**

**Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik**

## Umweltwirkung eines Tempolimits auf Autobahnen und Außerortsstraßen

Im Rahmen des im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Forschungsvorhabens „Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“<sup>1</sup> wurden die Wirkungen eines Tempolimits auf Autobahnen und Außerortsstraßen für Klimaschutz und Luftreinhaltung betrachtet. Untersucht wurden zwei Szenarien:

- Szenario T120: Ein Tempolimit von maximal 120 km/h auf Bundesautobahnen sowie auf autobahnähnlich ausgebauten Straßen (Kraftfahrstraßen) in Deutschland.
- Szenario T120/80: Ein Tempolimit von maximal 120 km/h auf Bundesautobahnen sowie auf autobahnähnlich ausgebauten Straßen (Kraftfahrstraßen) und zusätzlich ein Tempolimit von maximal 80 km/h auf allen anderen Außerortsstraßen in Deutschland .

## Wirkungszusammenhänge

Eine Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit auf Autobahnen und Außerortsstraßen hat folgende Wirkungen:

1. Energiebedarf: Der Energiebedarf eines Fahrzeuges hängt von der Geschwindigkeit ab. Der Energiebedarf von Verbrennungsmotoren zum Fahren mit konstanter Geschwindigkeit nimmt ab einer bestimmten Mindestgeschwindigkeit mit zunehmender Geschwindigkeit näherungsweise quadratisch zu. Dementsprechend verringert eine Geschwindigkeitsreduzierung der Fahrzeuge den Energiebedarf und damit die Treibhausgasemissionen.
2. Routenwahl: Eine Geschwindigkeitsreduktion durch ein Tempolimit erhöht die Reisezeit auf einer Route. Das kann in Bereichen mit Alternativrouten zu einer veränderten Routenwahl führen. Verkehrsteilnehmende werden dann verstärkt direktere Routen mit einer kürzeren Fahrstrecke wählen, was die Fahrleistung reduziert. Um unerwünschten Ausweichverkehr ins nachgeordnete Netz in großem Umfang zu vermeiden, ist es sinnvoll, die Geschwindigkeiten nicht nur auf Autobahnen, sondern zusätzlich auch auf Außerortsstraßen zu reduzieren. Das wurde im Szenario T120/80 gemacht.
3. Verkehrsmittelwahl: Reisezeiterhöhungen im Pkw-Verkehr können auf einigen Relationen zu Reisezeitvorteilen für den öffentlichen Verkehr führen, so dass ein Teil der Reisenden auf den öffentlichen Verkehr wechselt. Das wird u.a. auf Relationen mit großen Entfernungen und einem guten Bahnangebot der Fall sein. Dadurch reduziert sich die Fahrleistung im Pkw-Verkehr.

Die Emissionsreduktionen durch ein Tempolimit ergeben sich in den Szenarien aus der Kombination von Rückgängen beim Energiebedarf und bei der Fahrleistung.

## Verwendete Daten

Für die Berechnungen wurden folgende Datenquellen verwendet:

- Straßennetzdaten der Firma TomTom: Diese Daten enthalten Informationen zu Längen und zulässigen Geschwindigkeiten.
- Geschwindigkeiten aus Floating-Car-Daten (FCD) der Firma TomTom: Aus den FCD ermittelt TomTom eine Geschwindigkeitsverteilung mit 20 Perzentilen. Diese Daten standen in folgender Auflösung zur Verfügung:
  - Räumlich: Streckenabschnitte mit einer mittleren Länge von ca. 150 m. Allein für die Autobahnen umfassen die Daten rund 100.000 Streckenabschnitte.
  - 24 Tageszeiten: Jede Stunde des Tages
  - 3 Tagestypen: Werktage (Montag bis Freitag), Samstage, Sonn- und Feiertage

Für jeden Streckenabschnitt liegen somit 1.440 Geschwindigkeitswerte vor. Tabelle 1 zeigt die Geschwindigkeitsdaten beispielhaft für zwei Streckenabschnitte. Bild 2 stellt Pkw-Geschwindigkeiten auf Autobahnen für zwei Tageszeiten auf einer Karte dar.

<sup>1</sup> ReFoPlan-Forschungsvorhaben „Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“ (FKZ 3719 58 102 0). Das Vorhaben wurde gemeinsam durch den Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik der Universität Stuttgart, das Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz und die PTV Transport Consult GmbH bearbeitet. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden insgesamt sieben verkehrsplanerische Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen auf den Verkehrsfluss, die Treibhausgasemissionen und den Luftschadstoffausstoß quantitativ untersucht. Alle Ergebnisse des Forschungsvorhabens können dem Abschlussbericht (verfügbar online unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fluessiger-verkehr-fuer-klimaschutz-luftreinhaltung>) entnommen werden.

- Verkehrsstärken aus dem Verkehrsmodell PTV-Validate: Dieses Verkehrsmodell ermittelt aus Nachfragematrizen für den Pkw und für vier Lkw-Gewichtsklassen mit einem Routenwahlmodell (Verkehrsumlegung) die Verkehrsstärken für jedes Netzelement.
- Emissionsfaktoren aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA, genutzte Version 4.1): Für jede Verkehrssituation gibt es im HBEFA für jede Fahrzeugkategorie (z.B. Pkw, LNF, SNF), jede Schadstoffkomponente (hier betrachtet: CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und jede Steigungsklasse bezogen auf eine bestimmte Fahrzeugflottenzusammensetzung (hier verwendet: De, 2020) genau einen Emissionsfaktor.

Eine Verkehrssituation berücksichtigt den Straßentyp (z.B. BAB), die zulässige Geschwindigkeit (z.B. 120 km/h, 130 km/h oder >130 km/h) und den Verkehrszustand (flüssig, dicht, gesättigt, stop&go, stop&go 2). Der Emissionsfaktor der Verkehrssituation ergibt sich aus einem für die Verkehrssituation typischen Standardfahrzyklus. Ein solcher Fahrzyklus repräsentiert einen Fahrverlauf, der unterschiedliche Geschwindigkeiten, Brems- und Beschleunigungsvorgänge umfasst. Der Fahrzyklus wird für eine Verkehrssituation anhand des realen Fahrverhaltens entwickelt und versucht, das mittlere Fahrverhalten zu repräsentieren. Damit sind in den Fahrzyklen auch Überschreitungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit prinzipiell enthalten.

Bild 1 zeigt hierfür ein Beispiel: Bei flüssigem Verkehr auf einer Autobahn ohne Tempolimit ergibt sich mit dem Pkw ein Emissionsfaktor von rund 210 gCO<sub>2äq</sub>/km. Dieser Wert basiert auf einem Fahrzyklus, der das Fahrverhalten eines durchschnittlich genutzten Pkw abbildet. Im Mittel beträgt die Geschwindigkeit rund 142 km/h, der Zyklus deckt aber auch höhere und niedrigere Fahrgeschwindigkeiten ab.

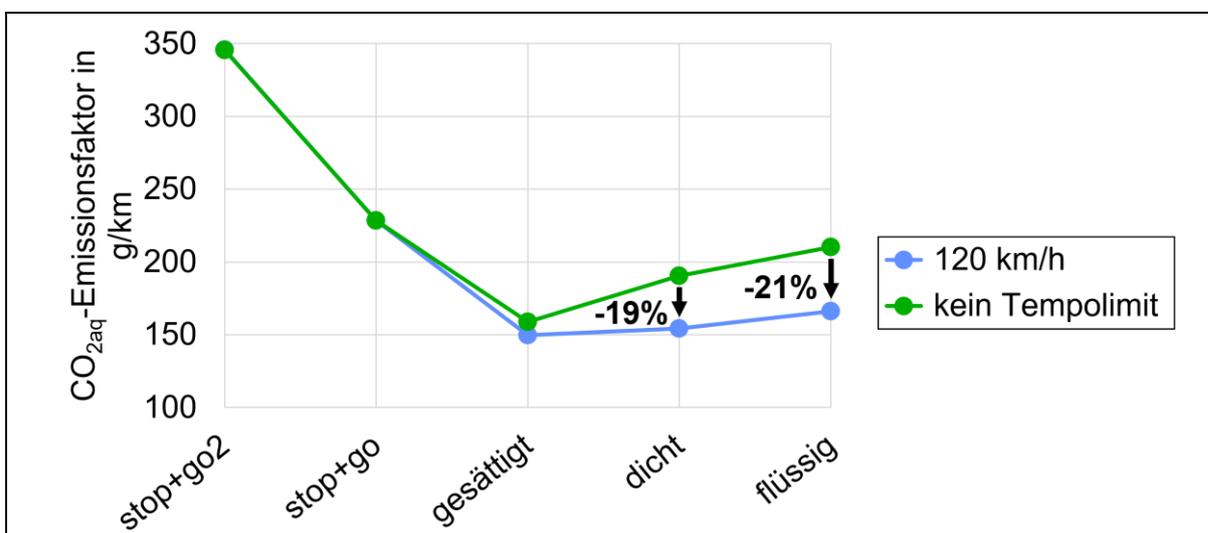


Bild 1: CO<sub>2äq</sub>-Emissionsfaktoren nach HBEFA 4.1 für fünf Verkehrszustände  
Straßentyp Autobahn, Gebietstyp ländlich, Steigung 0%, Pkw-Flotte 2020

Lage des Streckenabschnitts	Länge km	Perzentile der Geschwindigkeitsverteilung (Montag – Freitag 06:00 bis 07:00 Uhr)																			
		5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	
Autobahn A8 AS Zusmarshausen – AS Burgau	0,176	85	88	97	118	126	132	137	142	147	152	156	160	165	170	175	180	186	193	201	
Autobahn A9 AS Garching-Süd – AK München-Nord	0,688	37	49	59	69	78	83	86	89	92	95	97	100	102	104	107	110	113	117	122	
Erläuterung für den Streckenabschnitt der A8																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perzentil 5%: 5% der Fahrzeuge fahren langsamer als 85 km/h</li> <li>• Perzentil 10%: 5% der Fahrzeuge fahren zwischen 85 und 88 km/h</li> <li>• Perzentil 15%: 5% der Fahrzeuge fahren zwischen 88 und 97 km/h</li> <li>• ...</li> <li>• Perzentil 90%: 5% der Fahrzeuge fahren zwischen 186 und 193 km/h</li> <li>• Perzentil 95%: 5% der Fahrzeuge fahren zwischen 193 und 201 km/h und 5% der Fahrzeuge fahren schneller als 201 km/h</li> </ul>																					

Tabelle 1: Beispiel zu den TomTom-Geschwindigkeitsdaten (Pkw) für zwei Streckenabschnitte der Autobahn für den Tagtyp Werktag und die Tageszeit 06:00 bis 07:00 Uhr.

## Berechnungsmethode Emissionen

Die Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen eines Streckenabschnitts wurden im Projekt in folgenden Schritten ermittelt:

1. Aus den Geschwindigkeitsinformationen der Floating-Car-Daten werden die Fahrleistungsanteile der fünf Verkehrszustände bestimmt.
2. Aus dem Verkehrszustand, dem Straßentyp (z.B. BAB) und der zulässigen Geschwindigkeit ergibt sich die Verkehrssituation. Das HBEFA hat für jede Verkehrssituation einen Emissionsfaktor hinterlegt.
3. Die Fahrleistungen in den Verkehrssituationen werden mit den jeweiligen Emissionsfaktoren multipliziert. Es ergeben sich die Emissionen.

Bei dieser Vorgehensweise werden die FCD-Geschwindigkeitsinformationen nur genutzt, um den Verkehrszustand zu bestimmen. Die Verteilung der Geschwindigkeiten eines Verkehrszustands, auf dessen Grundlage die Emissionsfaktoren berechnet sind, kommt aus dem HBEFA-Fahrzyklus. Sehr hohe FCD-Geschwindigkeiten beeinflussen deshalb das Ergebnis nicht, solange der Verkehrszustand „flüssig“ ist.

## Berechnungsmethode Verkehrsnachfrage und Verkehrsstärke

In Verkehrsmodellen werden die Verkehrsstärken im Straßennetz mit einer sogenannten Umlegung ermittelt. Eingangsgrößen einer Umlegung sind

- das Verkehrsangebot: Straßennetz mit Geschwindigkeiten und Kapazitäten
- die Verkehrsnachfrage: Nachfragematrizen Pkw und Lkw

Eine Umlegung bildet die Routenwahlentscheidungen der Verkehrsteilnehmenden ab. Sie berücksichtigt den Zusammenhang zwischen Auslastung und Geschwindigkeit. Dadurch verteilen sich die Fahrzeuge so im Netz, dass sich ein Zustand ergibt, bei dem alle gewählten Routenalternativen die gleiche Reisezeit aufweisen. Umlegungsverfahren sind Stand der Technik und werden bei der Bewertung von Straßenbaumaßnahmen, z.B. im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung eingesetzt. Das Verkehrsmodell PTV-Validate ist ein prognosefähiges, überregionales und kalibriertes Verkehrsmodell, das Verkehrsstärken für Pkw und Lkw auf der Basis von 20.000 Verkehrszellen liefert.<sup>2</sup> Für die Maßnahmenuntersuchung von Tempolimits auf Autobahnen und im Außerortsbereich wurden die Geschwindigkeiten im Straßennetz gezielt verändert.

Für Deutschland gibt es bisher kein kalibriertes, allgemein zugängliches Verkehrsmodell, das zusätzlich zur Routenwahl auch die Wirkungen auf die Verkehrsmittelwahl abbilden kann. Hierzu wurde im Projekt ein Verkehrsmittelwahlmodell erstellt. Ausgangspunkt des Verkehrsmittelwahlmodells ist die bekannte Pkw-Nachfragematrix für den Ausgangszustand ohne Tempolimit. Diese Matrix berücksichtigt die Angebotsqualität im Pkw-Verkehr und im öffentlichen Verkehr. Diese Nachfragematrix wurden mit Zählwerten validiert. Im Zustand mit Tempolimit erhöht sich die Pkw-Reisezeit für jede Quelle-Ziel-Relation um einen spezifischen Wert. Mit einem Elastizitätenmodell wird dann die Nachfrageänderung bestimmt. Ein Elastizitätenmodell hat dabei folgenden Aufbau: Eine Änderung der Reisezeit von x% verändert die Nachfrage um y%. Für die Elastizität werden keine konstanten Werte genutzt, sondern entfernungsabhängige Werte, die aus der Literatur abgeleitet werden. Ein Elastizitätenmodell wird in der Verkehrsmodellierung häufig eingesetzt, wenn kein kalibriertes Verkehrsmittelwahlmodell verfügbar ist.

## Wirkungen – schrittweise Bilanzierung

Um die Effekte der Szenarien zu dokumentieren, wurde für die Bilanzierung der Wirkungen ein schrittweises Vorgehen gewählt. Dabei baute die jeweilige Berechnung immer auf dem vorhergehenden Schritt auf, um so final die gesamte Maßnahmenwirkung in sich geschlossen als Ergebnisgröße zu erhalten. Nach jedem Schritt wurden die Emissionen neu berechnet, um die Veränderung gegenüber dem vorhergehenden Stand quantifizieren zu können.

1. Schritt Geschwindigkeit: Es werden die zulässigen Geschwindigkeiten geändert. Die Routenwahl und die Verkehrsnachfrage werden nicht verändert, so dass die Fahrleistung auf jeder Strecke gleichbleibt.

<sup>2</sup> [https://www.myptv.com/sites/default/files/2022-09/PTV\\_Validate\\_Flyer.pdf](https://www.myptv.com/sites/default/files/2022-09/PTV_Validate_Flyer.pdf)  
[https://www.ptvgroup.com/fileadmin/user\\_upload/Legal\\_Documents/Framework-Agreement/Data\\_Description/PTV\\_Validate\\_Deutschland.pdf](https://www.ptvgroup.com/fileadmin/user_upload/Legal_Documents/Framework-Agreement/Data_Description/PTV_Validate_Deutschland.pdf)

2. Schritt Routenwahleffekte: Die unveränderten Nachfragematrizen für Pkw und Lkw werden auf das Netz mit den veränderten Geschwindigkeiten umgelegt. Die veränderten Geschwindigkeiten beeinflussen nur die Routenwahl, es gibt keine Nachfrageeffekte aus der Verkehrsmittelwahl. Die Fahrleistungen auf den Strecken verändern sich.
3. Schritt Nachfrageeffekte: Die Nachfragematrix für den Pkw wird neu berechnet, um Verlagerungen vom Pkw auf den öffentlichen Verkehr abzubilden. Die neue reduzierte Pkw-Nachfragematrix und die unveränderten Lkw-Matrizen werden auf das Netz mit den veränderten Geschwindigkeiten umgelegt.

Bei der Umsetzung der Maßnahmen werden die Wirkungen eintreten, die sich nach dem dritten Schritt ergeben. Die Darstellung der Zwischenergebnisse ermöglicht eine Interpretation der einzelnen Wirkungsbeiträge.

Tabelle 2 und Tabelle 3 zeigen die Maßnahmenwirkung für die Kenngrößen Fahrleistung und Treibhausgasemissionen für jeden Schritt. Weitere Kenngrößen der Luftreinhaltung finden sich im Bericht zum Forschungsvorhaben. Die dargestellten Werte beziehen sich auf den gesamten Straßenverkehr in Deutschland. Die Bezugsmenge (= 100%) enthält also neben dem Pkw-Verkehr auch den Lkw-Verkehr sowie die weiteren, jedoch weniger relevanten Fahrzeugkategorien (z.B. Motorräder) des motorisierten Straßenverkehrs im gesamten Straßennetz. Die Änderungsraten geben an, wie sich der gesamte modellierte Verkehr (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), schwere Nutzfahrzeuge (SNF), Reise- und Linienbusse sowie Krafträder) und dessen Emissionen im gesamten deutschen Straßennetz in den jeweiligen Szenarien der Maßnahme verändern (Basisjahr: 2018, basierend auf Energiebilanz).

Für die beiden untersuchten Szenarien ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Szenario T120 - Tempolimit 120 km/h auf Autobahnen:  
Die Treibhausgasemissionen gehen um 4,2% zurück, davon entfallen 2,9% auf geringere Fahrgeschwindigkeiten, 0,7% auf Routenwahleffekte und 0,6% auf Verkehrsmittelwahleffekte.
- Szenario T120/80 - Tempolimit 120 km/h auf Autobahnen, 80 km/h auf Außerortsstraßen:  
Die Treibhausgasemissionen gehen um 5,1% zurück, davon entfallen 3,4% auf geringere Fahrgeschwindigkeiten, 0,5% auf Routenwahleffekte und 1,2% auf Verkehrsmittelwahleffekte.

Kenngröße Fahrleistung	Szenario	
	Autobahn: 120 km/h Außerorts: unverändert	Autobahn: 120 km/h Außerorts: 80 km/h
nur Geschwindigkeitseffekte	± 0,0%	± 0,0%
+ Routenwahleffekte	- 1,0%	- 0,8%
+ Nachfrageeffekte	- 1,8%	- 2,5%

Tabelle 2: Wirkungen der Maßnahme Tempolimit auf die Fahrleistung (Bezugsjahr 2018)

Kenngröße Treibhausgasemission	Szenario			
	Autobahn: 120 km/h Außerorts: unverändert		Autobahn: 120 km/h Außerorts: 80 km/h	
	%	Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq <sup>3</sup>	%	Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq <sup>3</sup>
nur Geschwindigkeitseffekte	- 2,9%	4,5	- 3,4%	5,3
+ Routenwahleffekte	- 3,6%	5,8	- 3,9%	6,2
+ Nachfrageeffekte	- 4,2%	6,7	- 5,1%	8,0

Tabelle 3: Wirkungen der Maßnahme Tempolimit auf die Treibhausgasemissionen (Bezugsjahr 2018)

<sup>3</sup> Werte basieren auf dem Bezugswert von 157,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Emissionen des Straßenverkehrs im Jahr 2018 und sind mit nicht gerundeten Änderungsraten berechnet.

## Wirkungen auf die Reisezeit

Eine durchschnittliche Person in Deutschland legt etwa 11.000 km pro Jahr mit dem Pkw als Fahrer oder Mitfahrer zurück (Mobilität in Deutschland, 2017). Pro Tag sind das im Mittel rund 30 km, davon durchschnittlich etwa 10 km auf Autobahnen. Für die 30 km benötigt die Person einen Zeitaufwand von knapp 40 Minuten. Durch die Einführung eines Tempolimits 120/80 wird sich die tägliche Pkw-Reisezeit einer Person im Mittel um etwa 1,4 Minuten erhöhen. Bei einer Autobahnfahrt über 100 km, die mit einer mittleren Geschwindigkeit von 120 km/h statt 140 km/h durchgeführt wird, erhöht sich die Fahrtzeit um 7 Minuten bzw. 17%. Der Kraftstoffverbrauch sinkt durchschnittlich um etwa 20%.

## Fragen und Antworten

- Die wichtigsten Datengrundlagen für die Ermittlung der Wirkungen des Tempolimits auf Autobahnen waren PTV-Validate, die TomTom-FCD und das HBEFA. Weshalb wurden diese Grundlagen verwendet?

PTV-Validate ist ein prognosefähiges, überregionales und kalibriertes Verkehrsmodell, das Verkehrsstärken für Pkw und Lkw auf der Basis von 20.000 Verkehrszellen liefert. Das Modell ist für die Berechnung der Routenwahlentscheidung und die Veränderungen der Reisezeiten geeignet und entspricht dem Stand aktueller Verkehrsmodellierung. Die Verwendung von FCD für die Bestimmung der Verkehrszustände im deutschen Straßennetz war eine zentrale Aufgabe bei der Bearbeitung der Studie. FCD werden durch unterschiedliche Datenprovider kommerziell angeboten – letztendlich wurde die Entscheidung für einen Provider unter Berücksichtigung der Projekterfordernisse unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten getroffen. Die Emissionsfaktoren des HBEFA basieren u.a. auf umfangreichen Messdaten von über 6.000 Fahrzeugen. Aufgrund dieser einzigartigen Datengrundlage wird das HBEFA in sechs europäischen Ländern standardmäßig als Grundlage für Emissionsberechnungen im Straßenverkehr eingesetzt und es wurde daher auch in diesem Projekt verwendet.

- Wird berücksichtigt, dass sich die Menschen nicht an das Tempolimit halten?

Für die Berechnung der Emissionen wurden für die jeweiligen Geschwindigkeitsbegrenzungen die Fahrzyklen aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) herangezogen. Sie bilden das reale Fahrverhalten möglichst gut ab und beinhalten durch die Gestaltung der Fahrzyklen auch Geschwindigkeitsüberschreitungen. Für ein Tempolimit von 120 km/h beruht der zugrundeliegende Fahrzyklus beispielsweise auf einem Geschwindigkeitsverlauf um diese Geschwindigkeit herum; hier maßgeblich im Geschwindigkeitsintervall zwischen 110 und 130 km/h. In diesem Geschwindigkeitsverlauf liegt der größte Teil (rund 74%) der erfassten Geschwindigkeiten im Bereich 120 – 130 km/h. Die mittlere Geschwindigkeit des Fahrzyklus liegt daher leicht über der Geschwindigkeit des Tempolimits.

- Werden die Ergebnisse dadurch beeinflusst, dass in den TomTom-FCD höherpreisige Fahrzeuge, die schneller fahren, überproportional enthalten sind und die Daten deshalb nicht repräsentativ sind?

Eine genauere Differenzierung der Zusammensetzung der Stichprobe der Pkw-Flotte in den TomTom-Daten liegt als Datengrundlage nicht vor. Die Möglichkeit wurde bei der Methodik jedoch berücksichtigt, um evtl. Verzerrungen zu vermeiden. Bei der Berechnung der Emissionsdaten werden generell die Emissionsfaktoren der durchschnittlichen Fahrzeugflotte für Deutschland (nach HBEFA 4.1, Jahr 2020) angesetzt. Ein höherer Anteil von höherpreisigen und damit in der Regel stärker motorisierten Fahrzeugen in hohen Geschwindigkeitssegmenten wird nicht berücksichtigt. Sollte das der Fall sein, würde die Maßnahme Tempolimit tatsächlich jedoch eher zu einem höheren Rückgang der Emissionen führen als im Abschlussbericht dargestellt.

Die FCD werden im Projekt nur genutzt um den Verkehrszustand (flüssig, dicht, gesättigt, stop&go, stop&go 2) zu bestimmen. Der Verkehrszustand lässt sich auch mit einer verzerrten Stichprobe der Fahrzeuge in hohen Geschwindigkeitsbereichen ermitteln. Bei Stop-Go-Verkehr werden alle Fahrzeuge nur langsam fahren können. Wenn dagegen viele Fahrzeuge der Stichprobe schnell fahren, dann ist der Verkehrszustand für alle Fahrzeuge flüssig. Die Fahrzeugzusammensetzung (Mittelklasse, Oberklasse, ...) spielt bei der Ermittlung des Verkehrszustands deshalb keine oder nur eine vernachlässigbare Rolle.

- Wie wird die gestiegene Zahl von Elektrofahrzeugen berücksichtigt?

Die steigende Zahl der Elektrofahrzeuge wird die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Bilanzgrenze des Straßenverkehrs reduzieren, auf die die im Bericht zum Forschungsvorhabens dargestellten relativen

Änderungen der Treibhausgasemissionen – beispielsweise -5,1% für T120/80 – angewendet werden können. Auf diese Art und Weise können auch Aussagen über die Wirksamkeit eines Tempolimits für Pkw-Flotten mit deutlich größeren Anteilen von Elektrofahrzeugen getroffen werden. Aber auch bei Elektrofahrzeugen steigt der spezifische Energiebedarf mit der Geschwindigkeit. Solange Strom nicht zu 100% aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird, reduziert jede Energieeinsparung direkt die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

- Die Daten in der Studie sind fünf Jahre alt. Aufgrund der hohen Mineralölpreise kann sich das Geschwindigkeitsverhalten verändert haben. Weshalb wurden Daten aus dem Jahr 2018 verwendet und wie werden mögliche Veränderungen im Verkehrsverhalten berücksichtigt?

Die Studie wurde Ende 2019 konzipiert, die Bearbeitung begann Anfang 2020. Zu diesem Zeitpunkt waren die aktuellsten aufbereiteten FCD-Daten aus dem Jahr 2018. Die Aussagen der Studie gelten deshalb für das Jahr 2018. In den Ergebnissen des Forschungsvorhabens wurden die relativen Veränderungen der Emissionen durch ein Tempolimit in den Vordergrund gestellt. Diese relative Änderung lässt sich auch auf die aktuelle und zukünftige Verkehrssituation übertragen. Untersuchungen aus dem ersten Halbjahr 2022 zeigen zudem, dass auf Autobahnen trotz hoher Kraftstoffpreise nicht langsamer gefahren wird<sup>4</sup>.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Jahre 2020, 2021 und 2022 vor allem aufgrund von Corona nicht als repräsentativ für die verkehrliche Entwicklung der kommenden Jahre angesehen werden können. Auch eine Bezugnahme auf ein aktuelleres Jahr muss deshalb immer vor diesem Hintergrund bewertet werden.

- Es ist unrealistisch anzunehmen, dass Menschen in ländlichen Räumen auf den öffentlichen Verkehr umsteigen, nur weil auf der Autobahn Tempo 120 und auf der Landstraße Tempo 80 gilt, da der öffentliche Verkehr in diesen Räumen meist kein konkurrenzfähiges Angebot bietet. Weshalb wurden die Verkehrsmittelalternativen bei der Berechnung der Nachfrageeffekte nicht explizit berücksichtigt?

Es existiert derzeit kein öffentlich zugängliches Verkehrsnachfragemodell für Deutschland, das die Verkehrsmittelwahl integral, unter Berücksichtigung aller Alternativen, insbesondere des öffentlichen Verkehrs abbilden kann. Wenn ein solches Modell nicht vorliegt, wird in der Verkehrsplanung häufig auf einen sogenannten Elastizitätenansatz zurückgegriffen, so auch in der vorliegenden Studie. Die in einem solchen Ansatz zugrunde gelegten Verhaltensdaten basieren auf empirischen Untersuchungen. Damit wird versucht, implizit das reale Verhalten unter realen Bedingungen abzubilden. Die Ergebnisse dürfen also nicht auf eine einzelne Relation bezogen werden, sondern stellen einen Mittelwert dar, der nur als aggregierte Größe Gültigkeit besitzt. In diesem Wert steckt die Information, dass bei einem schlechten ÖV-Angebot keine Verkehrsmittelalternativen bestehen, während auf Relationen mit einem konkurrenzfähigen Angebot, ein häufigerer Umstieg zu erwarten ist.

- Warum weichen die Ergebnisse der Studie so stark von der bisherigen Berechnung der Klimawirkung eines Tempolimits ab?

Die Unterschiede liegen neben der Berücksichtigung der Nachfrageeffekte primär an Unterschieden bei der Herleitung der Treibhausgasemissionsfaktoren.

- Der erste primäre Unterschied zwischen den beiden Untersuchungen liegt in der methodischen Herleitung der Emissionsfaktoren. Während diese bei Lange et al. (2020)<sup>5</sup> auf Geschwindigkeitsverteilungen an Autobahnzählstellen und Emissionssimulationen von repräsentativen Fahrtypen (Euro-6-Pkw) für flüssigen Verkehr basieren, wurden in der vorliegenden Studie die Verkehrszustände im gesamten Autobahnnetz auf Grundlage aktueller FCD analysiert und die zugehörigen HBEFA-Emissionsfaktoren herangezogen. Dabei wurde außerdem zwischen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen unterschieden. Im Mittel liegen die Emissionsfaktoren auf Strecken ohne Geschwindigkeitsbeschränkung in der vorliegenden Studie höher als bei der zum Vergleich herangezogenen Untersuchung.
- Der zweite zentrale Unterschied liegt in der Berücksichtigung der Routenwahl- und Nachfrageeffekte, die in bisherigen Studien bei der Quantifizierung der Maßnahmeneffekte kaum und bei der Vergleichsstudie nicht in die Ergebnisse einfließen.

<sup>4</sup> <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/autobahnen-benzinpreise-tempo-101.html>

<sup>5</sup> Lange, M.; Hendzlik, M.; Schmied, M. (2020): Klimaschutz durch Tempolimit – Wirkung eines generellen Tempolimits auf Bundesautobahnen auf die Treibhausgasemissionen. TEXTE 38/2000. Herausgeber: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau

## Pkw-Geschwindigkeiten auf Autobahnen

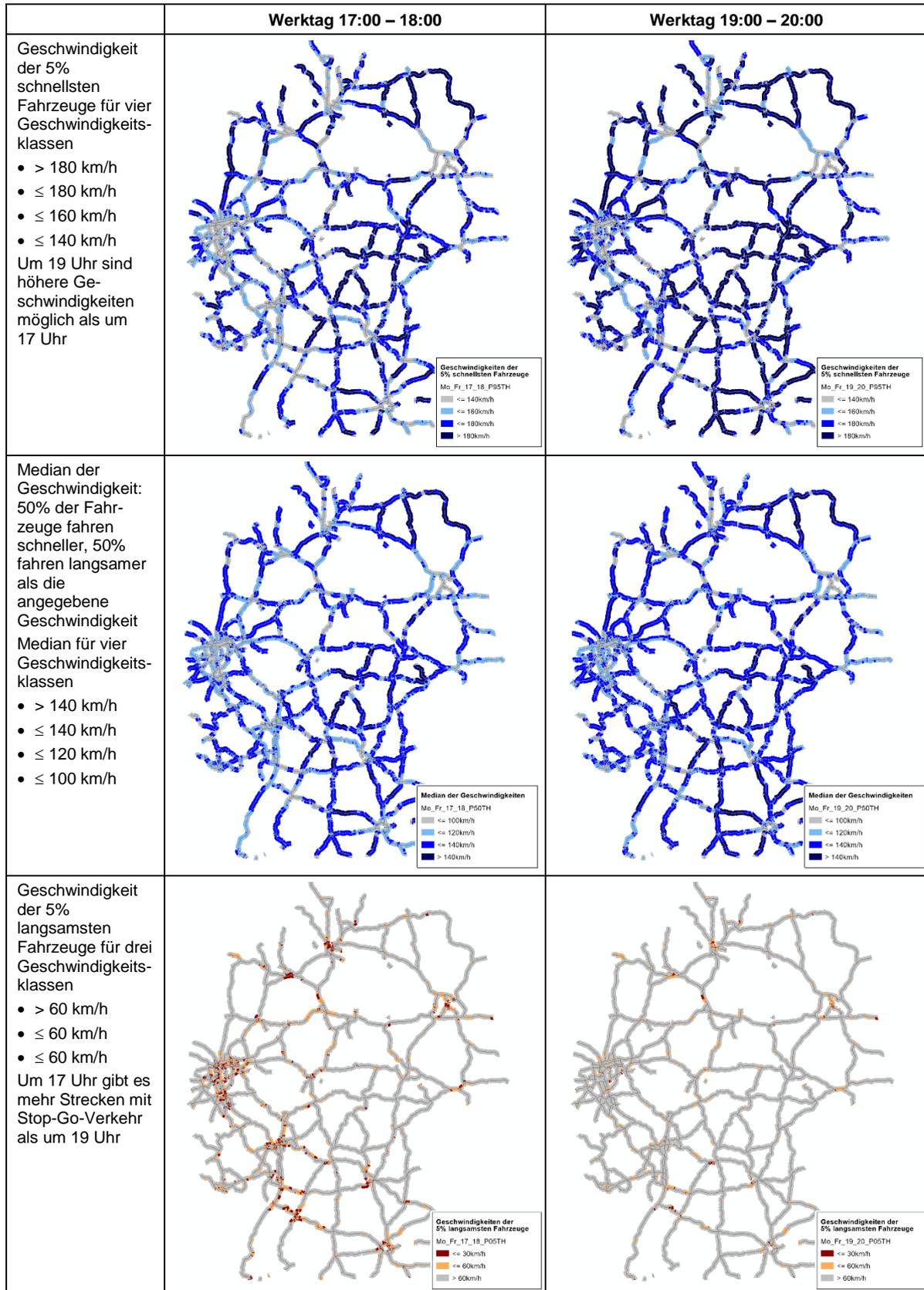


Bild 2: Pkw-Geschwindigkeiten auf Autobahnen im Jahr 2018 an Werktagen zur Tageszeit 17-18 Uhr und 19-20 Uhr. (Datenquelle: TomTom-Geschwindigkeitsdaten)