

Umweltwirkung eines Tempolimits auf Autobahnen und Außerortsstraßen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben „Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“

Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die Wirkungen eines Tempolimits auf Autobahnen und Außerortsstraßen für Klimaschutz und Luftreinhaltung betrachtet. Effekte eines Tempolimits auf andere Aspekte, wie z.B. die Verkehrssicherheit, wurden nicht explizit untersucht. Bisherige Studien untersuchten die Auswirkungen eines Tempolimits häufig mit gröberen Abschätzungen, welche nicht alle verkehrlichen Wirkungen erfassen. Im Gegensatz dazu wurde in der vorliegenden Untersuchung ein Ansatz gewählt, welcher nicht nur die Minderung der Emissionen durch eine Reduktion der Geschwindigkeit, sondern auch die Auswirkungen durch Änderungen der Routenwahl sowie der Verkehrsnachfrage (z.B. durch Verlagerungen auf andere Verkehrsträger) berücksichtigt.

Untersucht wurden zwei Szenarien: Ein Tempolimit von maximal 120 km/h auf Bundesautobahnen sowie auf autobahnähnlich ausgebauten Straßen (Kraftfahrstraßen) in Deutschland (Szenario a) und 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 (Szenario b).

Die Studie zeigt, dass das Herabsetzen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit sowohl auf die Fahrleistung als auch auf die Treibhausgasemissionen ($\text{CO}_{2\text{eq}}$), Stickstoffoxiden (NO_x) und Feinstaub (PM) mindernd wirkt. Im Szenario a konnte eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 4,2 % bzw. im Szenario b um 5,1 % ermittelt werden. Bei den Luftschadstoffen zeigt sich eine Minderung um 9,6 % NO_x und 6,6 % PM im Szenario a bzw. um 11,1 % NO_x und 7,3 % PM im Szenario b.

Die jährliche Minderung der Treibhausgasemissionen entspricht in Szenario a 6,7 Mio. Tonnen $\text{CO}_{2\text{eq}}$ und in Szenario b 8,0 Mio. Tonnen $\text{CO}_{2\text{eq}}$ (bezogen auf das Untersuchungsjahr 2018).

Gegenüber einer früheren Studie des Umweltbundesamtes, in der Treibhausgaseinsparungen durch ein Tempolimit auf Autobahnen berechnet wurden¹, sind die hier berechneten Werte mehr als doppelt so hoch. Dies liegt an der zusätzlichen Berücksichtigung der Nachfrageeffekte und an einer differenzierteren Herleitung der CO_2 -Emissionsfaktoren.

¹ Lange, M.; Hendzlik, M.; Schmied, M. (2020): Klimaschutz durch Tempolimit – Wirkung eines generellen Tempolimits auf Bundesautobahnen auf die Treibhausgasemissionen. TEXTE 38/2020. Herausgeber: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Was wurde untersucht?

In den vergangenen Jahrzehnten wurde in Deutschland in verschiedenem Kontext über ein Tempolimit auf Autobahnen diskutiert. Das Für und Wider einer solchen Maßnahme scheint bekannt – unter anderem, weil es bereits diverse Studien zu diesem Thema gibt². Über den Rahmen der vorliegenden Studien hinaus ist es das Ziel dieser Untersuchung, die Auswirkungen eines Tempolimits auf Klimaschutz und Luftreinhaltung auch unter Berücksichtigung einer veränderten Routenwahl sowie einer möglichen Verlagerung der Verkehrsnachfrage auf andere Verkehrsträger zu beurteilen.

Die vorliegende Studie fokussiert speziell auf eine flächendeckende Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Bundesautobahnen und Außerortsstraßen. Es wurden die folgenden Szenarien betrachtet:

- ▶ Szenario a:
Ein Tempolimit von maximal 120 km/h auf Bundesautobahnen sowie auf autobahnähnlich ausgebauten Straßen (Kraftfahrstraßen) in Deutschland.
- ▶ Szenario b:
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.

Im Mittelpunkt des Forschungsprojekts stand die Wirkung eines veränderten Verkehrsflusses (Verkehrszustandes) auf die CO₂- und Luftschadstoff-Emissionen. Der Verkehrszustand steht jedoch immer in Wechselwirkung mit der Verkehrsnachfrage. Einerseits wirkt sich die Menge der Fahrzeuge im Verkehrsnetz über die Auslastung auf den Verkehrszustand aus, andererseits wirkt die Regelung des Verkehrs (durch Geschwindigkeitsbeschränkungen, Knotenpunktsteuerung etc.) in aller Regel nicht nur auf den Verkehrszustand, sondern auch auf die Reisezeiten und damit auf die Verkehrsnachfrage.

Durch die Einführung eines Tempolimits auf Bundesautobahnen und Außerortsstraßen kommt es nicht nur durch die niedrigen Geschwindigkeiten zu geringeren Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen. Ein Tempolimit wirkt sich auch auf die Verkehrszustände auf den betroffenen Straßen aus und bedingt hier niedrigere Emissionsfaktoren. Durch veränderte Reisezeiten wird zudem die Routenwahl der Verkehrsteilnehmer beeinflusst. Dies führt teilweise auch zu Verkehrsverlagerungen auf andere Verkehrsmittel wie z.B. die Bahn. Dieser Effekt führt zu einer Reduzierung der Verkehrsleistung und damit zu einer Minderung der CO₂- und Luftschadstoff-Emissionen.

Ein wichtiges Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, beide Maßnahmenwirkungen zu betrachten, um so die Gesamtwirkung bestmöglich abzubilden und zu quantifizieren. Als Datengrundlagen wurden Floating Car Daten (FCD) für das gesamte Autobahnnetz in Deutschland (Be-

² Gohlisch, G.; Malow, M. (1999): Umweltwirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen. TEXTE 40/99. Herausgeber: Umweltbundesamt. Berlin.

Schlag, B.; Lacroix, J.; Müller, D.; Richter, F.; Schuh, K. (2018): Wirkungen eines Tempolimits von 130 km/h auf Autobahnen. Faktensammlung. Im Auftrag des DVR-Vorstandsausschusses Verkehrstechnik an den Deutschen Verkehrssicherheitsrat.

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

Schmidt, U.; Schrader, K. (2020): Generelles Tempolimit auf Autobahnen: Hohe volkswirtschaftliche Kosten sind zu berücksichtigen. In: Kiel Policy Brief Nr. 145. Herausgeber: Institut für Weltwirtschaft (IfW).

zugsjahr 2018), das deutschlandweite Verkehrsmodell Validate der PTV GmbH und die Emissionsfaktoren aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA, Version 4.1) genutzt.

Was bringt ein Tempolimit?

Wirkungen auf CO₂- und Luftschadstoffemissionen

Allgemein kann festgehalten werden, dass beide Szenarien sowohl auf die Fahrleistung als auch auf die Emissionsfaktoren von Kohlenstoffdioxid (CO₂), Stickstoffoxiden (NO_x) und Feinstaub (*Particulate Matter* / PM) im Mittel mindernd wirken. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Maßnahmenwirkung. Die dargestellten Werte beziehen sich auf den gesamten Verkehr in Deutschland. Die Bezugsmenge (= 100 %) enthält also neben dem Pkw-Verkehr auch den Lkw-Verkehr sowie die weiteren, jedoch weniger relevanten Fahrzeugkategorien des motorisierten Straßenverkehrs (z. B. Motorräder) im gesamten Straßennetz.

Tabelle 1: Übersicht über die Maßnahmenwirkungen

| Szenario | Fahrleistung | Fahrgeschwindigkeit | CO ₂ eq | | NO _x | | PM | |
|--|--------------|---------------------|--------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|
| | | | Emissionsfaktor | Gesamt | Emissionsfaktor | Gesamt | Emissionsfaktor | Gesamt |
| a) Tempo 120 auf Autobahnen | -1,8 % | -2,8 % | -3,8 % | -4,2 % | -10,3 % | -9,6 % | -9,3 % | -6,6 % |
| b) Tempo 120 auf Autobahnen & Tempo 80 auf Außerortsstraßen | -2,5 % | -6,0 % | -4,3 % | -5,1 % | -11,9 % | -11,1 % | -10,2 % | -7,3 % |

Die Änderungsraten geben an, wie sich der gesamte modellierte Verkehr (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), schwere Nutzfahrzeuge (SNF)) und dessen Emissionen im Untersuchungsraum in den jeweiligen Szenarien der Maßnahme verändern.

Im Folgenden werden diese Wirkungen beschrieben und eingeordnet. Im Szenario a „Tempo 120 auf Autobahnen“ ergeben sich folgende Ergebnisse:

- ▶ In Summe wird die Fahrleistung, also die im gesamten deutschen Straßennetz zurückgelegte Strecke, um ca. 1,8 % reduziert.
- ▶ Die CO₂-Emissionen nehmen um ca. 4,2 % ab, die NO_x- und PM-Emissionen mit -9,6 % bzw. -6,6 % sogar noch deutlicher. Bezogen auf die CO₂-Emissionen im Straßenverkehr im Jahr 2018 (Bilanzgrenze: Energiebilanz; siehe Lange et al. ¹) ist das ein Rückgang von rund 6,7 Mio. t jährlich emittiertem CO₂.
- ▶ Aufgrund von Verkehrsverlagerungen kann es im übrigen Straßennetz an einzelnen Stellen zu Mehrbelastungen kommen. Dies ist zwar in Bezug auf die Klimawirkungen der Maßnahme unerheblich, kann jedoch lokal Auswirkungen auf die Luftschadstoffbelastung haben. Durch örtliche Maßnahmen lässt sich dem jedoch entgegenwirken.
- ▶ Die positiven Effekte im Bereich des Klimaschutzes und der Luftreinhaltung gehen mit einer Fahrzeiterhöhung einher. Insgesamt sinkt die Fahrgeschwindigkeit (ohne Zugangs-, Abgangs- und Parksuchzeiten) im deutschen Straßennetz durch die Temporeduzierung jedoch um lediglich 2,8 %.

Die Ergebnisse im Szenario b „Tempo 120 auf Autobahnen & Tempo 80 auf Außerortsstraßen“ gestalten sich folgendermaßen:

- ▶ In Summe entsteht ein Rückgang der Fahrleistung im deutschen Straßennetz um 2,5 %.
- ▶ Aufgrund der Temporeduzierung ergeben sich sowohl auf den betroffenen Autobahnen als auch den betroffenen Außerortsstrecken geringere Emissionsfaktoren. Die CO₂-Emissionen nehmen in Summe um 5,1 % ab, die Einsparungen bei NO_x und PM sind deutlich höher.
- ▶ Die Fahrzeit nimmt verglichen mit den für das Szenario a ermittelten Effekten stärker zu. Es stellt sich ein Rückgang der Fahrgeschwindigkeit (ohne Zugangs-, Abgangs- und Parksuchzeiten) um immer noch moderate 6 % ein.

Aus den Ergebnissen der Szenarien lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- ▶ Obwohl in Szenario b die durchschnittliche Geschwindigkeit durch ein zusätzliches Herabsetzen der Außerorts-Regelgeschwindigkeit auf 80 km/h deutlicher sinkt (6 % Rückgang anstatt 2,8 % in Szenario a), fällt der zusätzliche Fahrleistungsrückgang hier vergleichsweise geringer aus (2,5 % anstatt 1,8 % in Szenario a). Dies ist darauf zurückzuführen, dass es im Szenario b ein geringeres Verlagerungspotential gibt.
- ▶ Abgesehen von der Gesamtwirkung unterscheiden sich die Szenarien a und b bei den Routenwahleffekten deutlich. Wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit ausschließlich auf Autobahnen reduziert, verringert sich der Zeitvorteil für Verbindungen über die Autobahn und es werden andere Straßen verstärkt genutzt. Bei einer zusätzlichen Senkung der Geschwindigkeiten im Außerortsbereich ergibt sich wieder ein größerer Geschwindigkeitsunterschied und die Bündelungswirkung der Autobahnen erhöht sich. In Summe nimmt die Fahrleistung in Szenario b daher auch im Nicht-Autobahn-Netz ab. An vereinzelt Stellen im Netz muss dennoch (wie im Szenario a) mit Mehrbelastungen gerechnet werden.

Einordnung der Ergebnisse

Im Vergleich mit der bestehenden Studienlage zeigt sich, dass die berechneten Minderungen der CO₂-Emissionen (4,2 % der Emissionen des Straßenverkehrs in Deutschland in Szenario a und 5,1 % in Szenario b) deutlich höher ausfallen und der Effekt für den Klimaschutz damit größer ist, als dies in vorangegangenen Studien ermittelt wurde. Bezogen auf die Emissionen des Straßenverkehrs aus dem Jahr 2018 in Höhe von 157,7 Mio. t CO₂-Äquivalenten (Bilanzgrenze: Energiebilanz; siehe Lange et al. (2020)¹⁾ entsprechen die relativen Einsparungen einer Absolutmenge von 6,7 Mio. t CO₂ im Szenario a und 8,0 Mio. t CO₂ im Szenario b. Beispielsweise ermitteln Lange et al. (2020) eine jährliche Minderung von 2,6 Mio. Tonnen CO₂ durch ein Tempolimit von 120 km/h auf Autobahnen, was weniger als halb so hoch wie der Wert aus Szenario a ist. Der erste Unterschied zwischen den beiden Untersuchungen liegt in der methodischen Herleitung der Emissionsfaktoren. Bei Lange et al. (2020) basieren diese auf bestehenden Geschwindigkeitsverteilungen an Autobahnzählstellen und Emissionssimulationen von repräsentativen Fahrtypen (Euro-6-Pkw). In der vorliegenden Studie wurden die veränderten Verkehrszustände im gesamten Autobahnnetz auf Grundlage aktueller FCD analysiert und die zugehörigen HBEFA-Emissionsfaktoren herangezogen. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Wirkung einer veränderten zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf den Verkehrsfluss im Gesamten berücksichtigt werden kann. So wirkt ein Tempolimit von 120 km/h beispielsweise auch auf Fahrzeuge im gesättigten Verkehr, obwohl die mittlere Geschwindigkeit für diesen Verkehrszustand bereits unter 120 km/h liegt. Grund dafür ist, dass es dennoch Fahrzeuge gibt, die kurzzeitig auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigen, was einerseits höhere Emissionen durch diese Fahrzeuge selbst,

andererseits jedoch auch eine Störung des gesamten Verkehrsflusses bewirkt. Im Mittel ergibt sich in der vorliegenden Studie durch die Berücksichtigung dieser Effekte eine höhere Differenz zwischen den Emissionsfaktoren auf Strecken mit und ohne Geschwindigkeitsbeschränkung als bei der zum Vergleich herangezogenen Untersuchung. Der zweite zentrale Unterschied liegt in der Berücksichtigung der Nachfrageeffekte, die in bisherigen Studien bei der Quantifizierung der Maßnahmeneffekte kaum und bei der Vergleichsstudie nicht in die Ergebnisse einfließen.

Nicht im Fokus der Studie standen Effekte auf weitere Ziele der Verkehrsplanung, die, wie die derzeitige Studienlage nahelegt, ebenfalls von einem Tempolimit profitieren würden. Hierbei sind vor allem eine geringere Lärmbelastung, eine höhere Verkehrssicherheit sowie ein geringerer Verschleiß von Infrastruktur und Fahrzeugen zu nennen. Andere Effekte wie volkswirtschaftliche und raumstrukturelle Wirkungen wurden ebenfalls nicht berücksichtigt.

Dennoch sind die Ergebnisse der Untersuchung deutlich. Es zeigt sich, dass ein Tempolimit auf Autobahnen (und Außerortsstraßen) ein wirkungsvolles Instrument zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung ist.

Hintergrund

Die dargestellten Ergebnisse stammen aus dem 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.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
<mailto:buergerservice@uba.de>
Internet:
www.umweltbundesamt.de
[f/umweltbundesamt](https://www.facebook.com/umweltbundesamt)
[t/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Eric Pestel, Ralf Lohse, Jörg Uhlig
PTV Transport Consult GmbH

Matthias Schmaus
Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik,
Institut für Straßen- und Verkehrswesen,
Universität Stuttgart

Michael Haberl
Institut für Straßen- und Verkehrswesen
TU Graz

Stand: 05/2023