



FACT SHEET Weniger Kraftstoffverbrauch



Betonstraßen tragen maßgeblich dazu bei, die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs zu reduzieren



Der Kraftstoffverbrauch wird nicht nur durch das Fahrzeug (Motortyp, aerodynamisches Profil, Reifen, ...) beeinflusst, sondern auch durch den Fahrbahnbelag, auf dem es fährt. Die Faktoren, die mit der Oberfläche des Belags zusammenhängen, sind die Ebenheit, die Oberflächentextur und die Verformung.

Textur und Ebenheit können für Asphaltund Betonstraßen die gleiche Performance erreichen, dies gilt jedoch nicht für die Verformung. Mehrere Untersuchungen weisen auf eine **Kraftstoffersparnis von ca. 2** % für LKW hin, wenn sie auf Betonfahrbahnen fahren anstelle von Asphalt. Dies wurde sowohl in theoretischen Studien (des MIT) als auch in Feldversuchen gezeigt.

Die Unterschiede sind bei langsameren Verkehrsgeschwindigkeiten und bei höheren Außentemperaturen größer.

Bei der Erstellung einer Ökobilanz für eine Autobahn sollten diese – aufgrund des geringeren Kraftstoffverbrauchs – reduzierten Treibhausgasemissionen zusammen mit anderen Einflussfaktoren in der Nutzungsphase des Belags berücksichtigt werden. Basierend auf Daten des transeuropäischen Straßennetzes (TERN) erzeugt der Wechsel von flexiblem Asphalt zu hartem Beton über 50 Jahre einen Unterschied im GWP (Global Warming Potential) von ungefähr 78 kg CO₂/m² Belag, was den CO₂-Ausstoß für die gesamte Herstellung mehr als kompensiert.

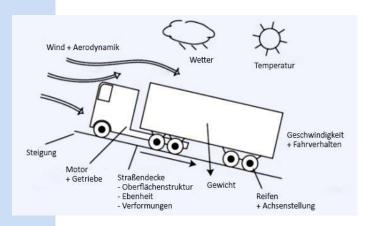
Betrachtet man das gesamte Autobahnnetz und den Straßengüterverkehr in Europa, ergibt sich ein Gesamteinsparungspotenzial von 2,5 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr.

Darüber hinaus bedeutet ein geringerer Kraftstoffverbrauch auch weniger Umweltverschmutzung und geringere Betriebskosten für LKW-Transportunternehmen.

MEHR INFORMATION

Elektrofahrzeuge, aber auch die gebaute Straßeninfrastruktur können zur Reduzierung der CO2-Emissionen im Straßengüterverkehr beitragen. Mehrere Studien und Forschungsprojekte haben gezeigt, dass der Kraftstoffverbrauch von schweren Fahrzeugen auf starren, betonierten Fahrbahnen im Vergleich zu flexiblen, asphaltierten Fahrbahnen geringer ist.

Es gibt viele Faktoren, die den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs beeinflussen. Einige von ihnen hängen mit dem Fahrzeug und seinem Motor zusammen oder mit dem Widerstand des Fahrzeugs aufgrund der Aerodynamik oder des Gefälles der Straße. Die Faktoren, die mit der Oberfläche des Belags zusammenhängen, sind die Ebenheit, die Oberflächentextur und die Verformung.



Ebenheit und Textur hängen von der Bauqualität und/oder den Sicherheitsanforderungen ab, sowohl bei Beton- als auch bei Asphaltstraßen. Dazu zählt die Freiheit von Mängeln wie Wellen, Unebenheiten, Spur-rillen, Schlaglöchern oder beschädigten Fugen.

Die Verformung hängt jedoch hauptsächlich von der Steifigkeit des Belags ab, und hierin liegt der große Unterschied zwischen Beton und Asphalt.



Die Verformung (nicht maßstabsgetreu) einer Asphaltstraße unter einer Radlast hat den gleichen Effekt wie das bergauf Fahren des Fahrzeugs und erfordert mehr Energie, Kraftstoff und CO₂.

Die Wirkung der Verformung des Belags unter einer Radlast ist die gleiche, als würde das Fahrzeug ständig bergauf fahren und folglich mehr Kraftstoff verbrauchen und mehr CO₂ ausstoßen. Betonbeläge sind starre Strukturen, die sich bei starkem Verkehr weniger verformen, somit weniger Kraftstoffverbrauch und weniger CO₂-Emissionen verursachen.

Nachfolgend sind Ergebnisse der wichtigsten Studien und Forschungsprojekte dargestellt:

FELDFORSCHUNG DES NATIONALEN FORSCHUNGSRATES VON KANADA

Eine Reihe von vier Untersuchungen wurde auf verschiedenen Straßen mit unterschiedlichen Fahrzeugtvoen, zu verschiedenen Jahreszeiten und unter Verwendung verschiedener statistischer Modelle durchgeführt. Bei der letzten und umfassendsten Untersuchung wurde der Kraftstoffverbrauch sowohl für eine leere als auch für eine volle Sattelkraftfahrzeugmaschine auf Beton- und Asphaltstraßen mit gleichem Rauigkeitsgrad (oder Unebenheiten) gemessen. Das bedeutet, dass nur die Auswirkungen der Oberflächentextur und der Fahrbahnverformung gemessen wurden. Die Ergebnisse reichten von 0,8 bis 3,9 % mit einer Zuverlässigkeit von 95 %.

FELDFORSCHUNG DES SCHWEDISCHEN NATIONALEN STRASSEN- UND TRANSPORTINSTITUTS (VTI)

Auch das VTI untersuchte den Einfluss des Belagstyps auf den Kraftstoffverbrauch durch Messungen auf einer Autobahn nördlich von Uppsala, Schweden, wo eine Autobahn sowohl Asphalt- als auch Betonbeläge umfasste. Für einen PKW - Volvo 940 - ergab die Messung einen um 1,1 % geringeren Kraftstoffverbrauch auf dem Betonbelag im Vergleich zum Asphaltbelag. Die Ergebnisse erwiesen sich als statistisch signifikant und können hauptsächlich auf Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit zurückgeführt werden (Splittmastixasphalt gegenüber Beton mit Besenstrich, beide mit einer Korngröße von 16 mm). Die Messungen mit einem Schwerlastfahrzeug – einem vierachsigen Scania R500 mit dreiachsigem Anhänger, Gesamtgewicht 60 Tonnen bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h – ergaben einen durchschnittlich 6,7 % geringeren Kraftstoffverbrauch auf der Betondecke im Vergleich zur Asphaltdecke. In diesem Fall beeinflussten sowohl die Textur als auch die Verformung die Ergebnisse der Feldtests.

FELDFORSCHUNG DER FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY

Statistische Ergebnisse zweier Feldstudien zeigen Kraftstoffeinsparungen auf starrem Belag im Vergleich zu flexiblem Belag unter den jeweils angegebenen Testbedingungen. Die aus einer ersten Phase abgeleiteten Einsparungen betrugen 2,50 % für einen PKW bei 112 km/h und 4,04 % für ein 18-rädriges Sattelkraftfahrzeug bei 93 km/h. Die aus einer zweiten Phase resultierenden Einsparungen betrugen 2,25 % und 2,22 % für den PKW bei 93 km/h bzw. 112 km/h und 3,57 % und 3,15 % für den 6-rädrigen mittelschweren LKW bei 89 km/h bzw. 105 km/h. Alle Einsparungen waren bei einer Zuverlässigkeit von 95 % statistisch signifikant und es wurde angenommen, dass sie von den Unterschieden in der Verformung und der Textur abhängen.

• THEORETISCHE MODELLIERUNG DES MIT (USA)

Diese Studien basierten auf einem theoretischen Modell der Interaktion zwischen Belag und Fahrzeug und zielten darauf ab, die Verformung des Belags zu quantifizieren, die dann zur Abschätzung der Auswirkungen auf den Kraftstoffverbrauch herangezogen wurde. In der zweiten Phase der Untersuchung wurden Effekte von Temperatur- und Geschwindigkeit einbezogen und ein "Desktop"-Experiment wurde eingerichtet, um die theoretischen Ergebnisse zu verifizieren. Der Kraftstoffverbrauch bewegte sich in großen Bandbreiten, wie die nebenstehende Tabelle zeigt.



Der Unterschied im durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch beträgt **0,8233 Liter/100 km oder rund 2,35** % (unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von 35 Liter/100 km). Diese Größenordnung entspricht den kanadischen Feldversuchen.

THEORETISCHE MODELLIERUNG VON IFSTTAR (Frankreich)

In diesem Modell wurden auch die Verformung durch das viskoelastische Verhalten eines Asphaltbelags und die Auswirkung auf den Kraftstoffverbrauch untersucht. Der Mehrverbrauch war bei hohen Temperaturen und langsamer Geschwindigkeit am höchsten und betrug bis zu 0,5 % des Gesamtenergiegehalts des Kraftstoffs.

	niedriger Wert	Mittel- Wert	hoher Wert
Asphalt	0,21	1,07	6,25
Beton	0,07	0,25	0,50
Delta	0,14	0,82	5,75

Kraftstoffverbrauch (Liter/100 km) aufgrund der Verformung der Fahrbahn durch den Schwerlastverkehr [Akbarian, M. (2015)]





RESÜMEE

Die Ergebnisse von Feldtests (National Research Council of Canada) wie auch von theoretischen Studien (MIT) zeigen Unterschiede im Kraftstoffverbrauch von schweren Fahrzeugen auf Betonstraßen im Vergleich zu Asphaltstraßen in einer Größenordnung von etwa 2 %. Bei hohen Temperaturen und niedrigen Geschwindigkeiten werden die Unterschiede größer. In städtischer Umgebung oder bei Staus auf Autobahnen, wo der Verkehr langsam ist, spielt die Verformung eine größere Rolle als der Einfluss von Unebenheiten.

Aber selbst bei geringen Unterschieden im Kraftstoffverbrauch sollte der Parameter Verformung nicht vernachlässigt werden, da er die Ergebnisse einer Ökobilanz eines Straßenbelags erheblich beeinflussen kann, insbesondere bei Straßen mit intensivem und starkem Verkehr.

Bei der Berechnung einer Ökobilanz für eine Autobahn sollten die reduzierten Treibhausgasemissionen aufgrund des geringeren Kraftstoffverbrauchs in der Nutzungsphase des Belags zusammen mit anderen Einflussfaktoren berücksichtigt werden.

Basierend auf Durchschnittsdaten des transeuropäisches Straßennetzes TERN (80.000 km Autobahn / jährlicher Güterverkehr von 1.804 Milliarden Tonnenkilometern / durchschnittliche Nutzlast von 16 Tonnen / Wechsel von einer flexiblen Asphalt- zu einer starren Betonstruktur von zwei rechten Fahrspuren und Pannenstreifen, mit einer Fahrbahnbreite von 10 m je Fahrtrichtung), kann der Unterschied im GWP (Global Warming Potential) über 50 Jahre auf 78 kg CO₂/m² Belag oder ein Gesamtpotenzial zur **Einsparung** 2,5 Millionen Tonnen CO2 pro Jahr geschätzt werden.

Darüber hinaus bedeutet ein geringerer Kraftstoffverbrauch auch weniger Umweltverschmutzung und geringere Betriebskosten für LKW-Transportunternehmen.



Weitere Umweltvorteile von Betonstraßen zeigt Ihnen die Infografik von EUPAVE "Concrete Pavements Make Roads More Sustainable" 2019, https://www.eupave.eu/resources-files/infographic

Akbarian, M. (2015) Quantitative sustainability assessment of pavement-vehicle interaction: from bench-top experiments to integrated road network analysis. Doctoral thesis at MIT, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

Akbarian, M., Ulm, F.-J., Xin-Xu, Kirchain, R., Gregory, J., Louhghalam, A., Mack, J. (2019) Overview of pavement life cycle assessment use phase research at the MIT Concrete Sustainability Hub.

Chupin, O., Piau, J.-M. & Chabot, A. (2013) Evaluation of the Structure-Induced Rolling Resistance (SRR) for Pavements Including Viscoelastic Material Layers. Materials and Structures, 6(4), p. Springer Netherlands.

EUPAVE (2011). Concrete pavements contribute to decarbonising of transport.

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/

 $Road_freight_transport_by_journey_characteristics \#Average_vehicle_loads$

Hultqvist, B.-A. (2010) Measurements of fuel consumption on an asphalt pavement and a concrete pavement in Sweden. Proceedings of the 11th International Symposium on Concrete Roads, Seville, Spain.

Jiao, X. (2015) Effect of pavement-vehicle interaction on highway fuel consumption and emission. Doctoral thesis at Florida International University, Miami, Florida, U.S.A., FIU Electronic Theses and Dissertations. 2251.

https://digitalcommons.fiu.edu/etd/2251

Mack, J., Akbarian, M., Ulm, F.J., Louhghalam, A. (2018) Proceedings of the 13th International Symposium on Concrete Roads 2018, Berlin, Germany.



Referenzen

