

# CO<sub>2</sub>- und Kraftstoffverbrauchsreduktion in der Flotte

Wie innovative Trailer-Technologien  
Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß senken

# Einleitung

**Nutzfahrzeuge bilden das Rückgrat der Wirtschaft. Das Gros der Güter kommt auf der Straße ans Ziel. Tendenz weiter steigend. Die inländische Güterverkehrsleistung stieg von 1991 bis 2019 um 75 Prozent. Die größten Zuwächse erzielte in diesem Zeitraum der Straßengüterverkehr mit einem Plus von fast 103 Prozent, was einer Verdopplung der Verkehrsleistung entspricht. Bahn und Schiff zusammengenommen verzeichneten im Jahr 2020 einen Anteil am Modal Split von 24,9 Prozent.<sup>1</sup>**

Der Erfolg des Nutzfahrzeugs hat Folgen für das Klima. Nutzfahrzeuge machen mehr als ein Viertel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs und knapp fünf Prozent der gesamten Treibhausgas-Emissionen in der EU aus.<sup>2</sup> Das stetig wachsende Güteraufkommen auf der Straße überkompensiert bislang alle technologischen Bemühungen, den Kraftstoffverbrauch von Lkw und damit deren klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern. So sanken die verkehrsleistungsbezogenen Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> bei Lkw zwar um mehr als 32 Prozent. Weil aber immer mehr Lkw auf den Straßen unterwegs sind, liegen die absoluten direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Straßen-

güterverkehr heute um 17 Prozent höher als noch im Jahr 1995.<sup>3</sup> Aus diesem Zusammenhang ergibt sich für Transportflotten eine Verpflichtung gegenüber der Gesellschaft, CO<sub>2</sub>-senkende Maßnahmen zu ergreifen.

Nicht nur dadurch wächst der Druck auf die Branche, den Fuhrpark umfassend zu erneuern und vermehrt besonders nachhaltige Transportlösungen einzusetzen. Mit der Verordnung (EU) 2019/1242 reagierte die EU im Jahr 2019 und führte erstmals CO<sub>2</sub>-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge der Fahrzeugklassen N2 (Nfz von 3,5 bis 12 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht) und N3 (Nfz ab 12 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht) ein. Die Verordnung sieht vor, dass die durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilometer ab 2025 um mindestens 15 Prozent niedriger sein müssen als im Basisjahr 2019/2020. Ab 2030 gilt als Richtwert eine Verringerung um mindestens 30 Prozent im Vergleich zu 2019/20.<sup>4</sup> Um die Bezugsbasis zu ermitteln, nutzt die EU das Simulationswerkzeug VECTO (Vehicle Energy Consumption Calculation Tool).

**VECTO (Vehicle Energy Consumption Calculation Tool) ist eine über das Internet öffentlich zugängliche Software.<sup>5</sup> Sie wurde von der EU-Kommission gemeinsam mit den Experten der TU Graz entwickelt. Auch die Anmerkungen der Fahrzeugindustrie und verschiedener anderer Institutionen sind darin eingeflossen.**

**Der Zweck von VECTO ist es, realitätsnahe Flottenverbräuche für die gängigsten Nutzfahrzeugtypen der Klassen N2 und N3 auszugeben und diese an einem im Programm hinterlegten Standardfahrzeug zu referenzieren. Wobei VECTO die unterschiedliche Fahrzyklen Stadt-, Regional- und Fernverkehr sowie**

**unterschiedliche Nutzlastklassen unterscheidet und entsprechend die Wirksamkeit unterschiedlicher Kraftstoff-Sparmaßnahmen gewichtet.**

**In einem ersten Schritt diente VECTO dazu, die Flottenverbräuche für das Basisjahr 2019/2020 zu ermitteln, so dass im zweiten Schritt die obligatorischen Verbrauchsverbesserungen von 15 beziehungsweise 30 Prozent daran gemessen werden können. Weiterhin muss jedem Neufahrzeug ein VECTO-Zertifikat beigelegt werden, das den für diesen exakten Typ ermittelten Verbrauch ausweist. Damit soll die Transparenz beim Fahrzeugkauf entscheidend verbessert werden.**

<sup>1</sup> [www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split#guterverkehr](http://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split#guterverkehr)

<sup>2</sup> [www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12)

<sup>3</sup> [www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#pkw-fahren-heute-klima-und-umweltvertraglicher](http://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#pkw-fahren-heute-klima-und-umweltvertraglicher)

<sup>4</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1242>

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/vehicle-energy-consumption-calculation-tool-veccto\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/vehicle-energy-consumption-calculation-tool-veccto_en)

## Declaration Results

Note: this presentation of the report does not show all details!

### Vehicle Configuration

Manufacturer: Example  
 Manufacturer Address: Example  
 Street 1, Example City XY, Example Country  
 Commercial Name: Example  
 Trailer SuperEco  
 VIN: ExampleVIN1234567890  
 Date: 2021-07-28T12:52:07.7148405Z  
 Legislative Category: O4  
 Axle Count: 3  
 Trailer Type: DA  
 Manufacturer: dry box  
 Manufacturer: n/a

#### Masses:

Mass In Running Order: 7700 kg  
 TPMLM Total Trailer: 39000 kg  
 TPMLM Axle Assembly: 24000 kg  
 Vehicle Group Annex I: 131  
 Vehicle Group Tool Internal: 31101

Dimensions:  
 External length of the body: 13.685  
 External width of the body: 2.550  
 External height of the body: 2.850  
 Total height of the trailer: 4.000  
 Length from trailer front end to center of first axle: 8.075  
 Length between centers of axles: 2.620  
 Internal height of the body: 2.600  
 Cargo Volume: 91.000

#### Aero Features:

#### Input Data Hash

Y42OAm72MJk6Zxg8jHUTO/KFgRL0...

VECTO Version: 0,8.0.2366-DEV !!NOT FOR CERTIFICATION!!

Date: 2021-07-28T12:56:49.9126986Z

Towing Vehicle: Generic group 5 (4x2 tractor), MY2019/20, 325kW

### Long Haul

Loading: 19300 kg  
 CdxAyawAngle0: 5.630  
 CdxAyawAngle3: 5.821  
 CdxAyawAngle6: 6.494  
 CdxAyawAngle9: 7.340  
 Average Speed: 78.56 km/h

Fuel Consumption: 31.7 l/100km  
 Fuel Consumption: 0.0164 l/t-km  
 Fuel Consumption: 0.00349 l/m<sup>3</sup>-km  
 CO2: 829.89 g/km  
 CO2: 43.00 g/t-km  
 CO2: 9.12 g/m<sup>3</sup>-km  
 Efficiency Ratio: 1.0000 g/km  
 Efficiency Ratio: 1.0000 g/t-km  
 Efficiency Ratio: 1.0000 g/m<sup>3</sup>-km

### Long Haul

Loading: 2600 kg  
 CdxAyawAngle0: 5.630  
 CdxAyawAngle3: 5.821  
 CdxAyawAngle6: 6.494  
 CdxAyawAngle9: 7.340  
 Average Speed: 79.68 km/h

Fuel Consumption: 23.7 l/100km  
 Fuel Consumption: 0.0913 l/t-km  
 Fuel Consumption: 0.00261 l/m<sup>3</sup>-km  
 CO2: 621.17 g/km  
 CO2: 238.91 g/t-km  
 CO2: 6.83 g/m<sup>3</sup>-km  
 Efficiency Ratio: 1.0000 g/km  
 Efficiency Ratio: 1.0000 g/t-km  
 Efficiency Ratio: 1.0000 g/m<sup>3</sup>-km

### Regional Delivery

Loading: 2600 kg  
 CdxAyawAngle0: 5.630  
 CdxAyawAngle3: 5.821  
 CdxAyawAngle6: 6.494  
 CdxAyawAngle9: 7.340  
 Average Speed: 60.57 km/h

Fuel Consumption: 24.3 l/100km  
 Fuel Consumption: 0.0935 l/t-km  
 Fuel Consumption: 0.00267 l/m<sup>3</sup>-km  
 CO2: 636.35 g/km  
 CO2: 244.75 g/t-km  
 CO2: 6.99 g/m<sup>3</sup>-km  
 Efficiency Ratio: 0.9700 g/km  
 Efficiency Ratio: 0.9700 g/t-km  
 Efficiency Ratio: 0.9700 g/m<sup>3</sup>-km

### Regional Delivery

Loading: 12900 kg  
 CdxAyawAngle0: 5.630  
 CdxAyawAngle3: 5.821  
 CdxAyawAngle6: 6.494  
 CdxAyawAngle9: 7.340  
 Average Speed: 60.10 km/h

Fuel Consumption: 30.7 l/100km  
 Fuel Consumption: 0.0238 l/t-km  
 Fuel Consumption: 0.00338 l/m<sup>3</sup>-km  
 CO2: 803.86 g/km  
 CO2: 62.31 g/t-km  
 CO2: 8.83 g/m<sup>3</sup>-km  
 Efficiency Ratio: 0.9700 g/km  
 Efficiency Ratio: 0.9700 g/t-km  
 Efficiency Ratio: 0.9700 g/m<sup>3</sup>-km

Berechnungstests VECTO,

3-Achs-Standard-Curtainsider mit Lenkachse

Die Revision der CO<sub>2</sub>-Flottenziele steht im kommenden Jahr an, eine Verschärfung der Zielwerte gilt als wahrscheinlich angesichts des nahezu ungebremst fortschreitenden Klimawandels. Gesichert ist indes, dass voraussichtlich ab Januar 2024 mit einer Übergangsfrist von sechs Monaten der gesamte Lastzug und damit auch der Trailer in die VECTO-Berechnungen eingeht. Eine entsprechende Richtlinie (EU) 2019/1242 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue und schwere Nutzfahrzeuge liegt bereits vor.<sup>6</sup> Sollten die Fahrzeughersteller die Flottenziele verfehlen, erwarten sie Strafzahlungen. Diese dürften zu einer Verteuerung der Nutzfahrzeuge führen und würden Transportflotten finanziell zusätzlich belasten.

Die Betreiber von Nutzfahrzeugflotten stehen aber nicht nur deswegen vor großen Herausforderungen. Das Transport- und Logistikgewerbe leidet ohnehin schon seit Jahren unter einem enormen Kostendruck, den die aktuellen Kostensteigerungen noch verschärfen. Die Ursachen dafür sind vornehmlich die zuletzt dramatisch gestiegenen Ausgaben für Energie und Kraftstoff sowie für Personal und Material.

Hoher Kostendruck, politische Auflagen und gesellschaftliche Verpflichtung bilden einerseits einen starken Ansporn für die Flottenerneuerung. Andererseits müssen sich die Investitionen in moderne CO<sub>2</sub>-senkende Maßnahmen über die verringerten Ausgaben für Kraftstoff auch bezahlt machen, damit Nutzfahrzeuge effizient und damit wettbewerbsfähig bleiben, um ihre tragende Rolle als Rückgrat der Volkswirtschaft weiter wahrnehmen zu können.

Während unter anderem die verschiedenen [elektrischen und anderen alternativen Antriebslösungen für Lkw](#) mit hohen Investitionskosten einhergehen, bietet gerade der Trailer noch Potenziale. Die gegenwärtigen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bilden den Anreiz, diese sogenannten „low hanging fruits“ zu ernten. Sie bieten ein deutliches Potenzial, CO<sub>2</sub> einzusparen, und versprechen gleichzeitig ein attraktives Verhältnis von Kosten zu Nutzen, so dass der Return-on-Invest für Flottenbetreiber in kurzer Zeit möglich ist. Teilweise dauert es keine zwölf Monate, bis der Lastzug die Ausgaben wieder eingefahren hat. Daher sollten sich alle Flottenbetreiber mit den relevanten Trailer-Ausstattungsmerkmalen auseinandersetzen, um für Investitionen optimal gerüstet zu sein.

**Das Whitepaper „CO<sub>2</sub> - und Kraftstoffverbrauchsreduktion in der Flotte - wie innovative Trailer-Technologien Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß senken“ dient dabei als leicht verständliche Orientierungshilfe bei der Auswahl.**

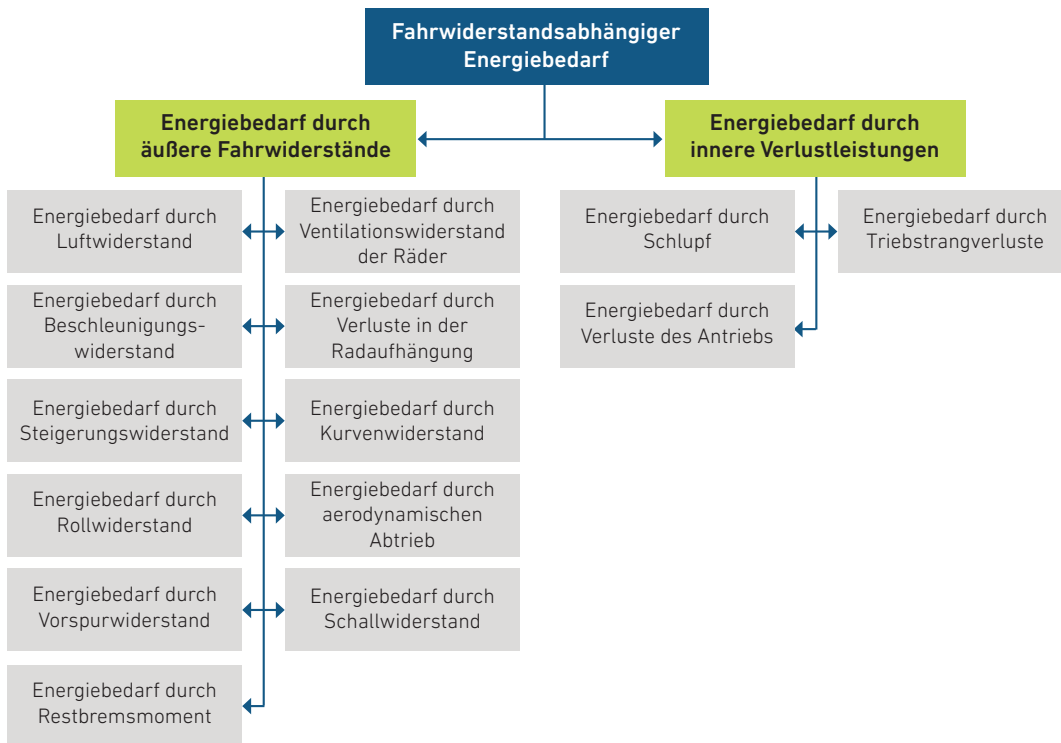
<sup>6</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1242>

# Fahrwiderstände

Die sogenannten Fahrwiderstände stehen dem Vortrieb jedes Fahrzeugs entgegen. Luft-, Steigungs-, Rollwiderstand und einige mehr bremsen den Vorwärtsdrang des Lkw. Der Lkw benötigt die Energie aus einem Energieträger wie Dieselkraftstoff, um sie zu überwinden. Je größer die Widerstände, desto mehr muss der Lkw-Antrieb leisten und desto mehr Energie verbraucht er. Verlustleistungen beispielsweise im Antrieb, dem weiteren Triebstrang und im Fahrwerk vergrößern den Energiehunger.

Ziel von Fahrzeugherstellern und von Know-how-Trägern wie der Zulieferindustrie ist also, Fahrwiderstände und Verlustleistungen so gering wie nur möglich zu halten. Das können sie durch verschiedene Maßnahmen erreichen. VECTO berücksichtigt alle hierfür relevanten Technologien – in der neuesten Version für Zugmaschinen und Lkw sowie für Anhänger und Auflieger. Als besondere Trailer-Ausstattungen werden aerodynamische Vorrichtungen, rollwiderstandsoptimierte Reifen sowie Lenk- und Liftachsen berücksichtigt.

Über die in VECTO enthaltenen Technologien hinaus ist es für alle Flottenbetreiber sinnvoll, sich auch mit Ausstattungsmerkmalen für Anhänger und Auflieger zu befassen, die noch nicht im Simulationswerkzeug enthalten sind, aber ebenfalls CO<sub>2</sub>-Reduktionen liefern und damit Kraftstoffersparnisse ermöglichen, die sich in barer Münze auszahlen.



## Energiebedarf eines Fahrzeugs

(Quelle: FAT Schrift 300, Berlin 2017)

## Aerodynamik am Trailer

Je weniger Ecken und Kanten ein Sattelaufleger besitzt, an denen sich die Luft verwirbeln kann, desto mehr trägt er dazu bei, dass die Zugmaschine weniger Kraftstoff verbraucht. Und je höher die gefahrene Geschwindigkeit ist, desto mehr macht sich der Luftwiderstand für den Verbrauch nachteilig bemerkbar. Aerodynamische Optimierungen ergeben daher vor allem bei Lastzügen, die überwiegend ein hohes Tempo fahren wie es im Fernverkehr üblich ist, Sinn.

Ein Standard-Sattelaufleger benötigt auf der Autobahn 36 Prozent der Energie, um seinen Luftwiderstand zu überwinden. Bei einem cw-Wert von 0,6 für einen Standard-Trailer ergibt sich allein durch Flaps am Heckportal eine Reduktion des Windwiderstands um neun Prozent. Weitere Potenziale in der Größenordnung von jeweils zwei bis drei Prozent lassen sich am Übergang zwischen dem Spoiler der Zugmaschine und der Stirnwand des Trailers, zwischen dem Abschluss der Zugmaschine und den Stützfüßen, dem Unterboden und den Trailerachsen sowie dem Heckunterfahrschutz heben.<sup>7</sup>

In der Praxis beeinflussen jedoch zahlreiche Faktoren wie Wettereinflüsse und Straßenbedingungen die Ersparnis spürbar. Ein aerodynamisch vollständig optimierter Trailer kann durchschnittlich 6,5 Prozent Kraftstoffersparnis einfahren, was rund zwei Liter Diesel pro 100 Kilometer entspricht. Das haben verschiedene Praxistests ergeben. Das Einsparpotenzial für eine Flotte von zehn Fahrzeugen mit jährlichen Laufleistungen von 120.000 Kilometer liegt demnach bei bis zu 24.000 Liter Diesel beziehungsweise 63,6 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. VECTO wiederum gewährt in Abhängigkeit vom jeweiligen Einsatz standardisierte Boni für ein aerodynamisch verkleidetes Fahrzeug. Sofern der jeweilige Hersteller der Verkleidungen sein individuelles System zertifiziert hat, sollen auch individualisierte Boni möglich sein.



Durch eine verbesserte Aerodynamik sinkt der Kraftstoffverbrauch von Sattelzügen. Quelle: Betterflow

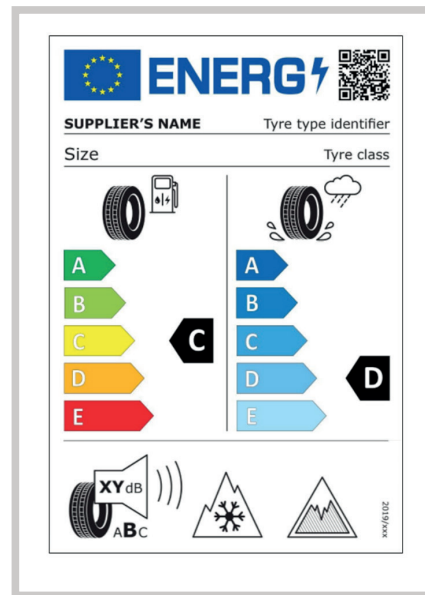
<sup>7</sup> [www.betterflow.com](http://www.betterflow.com), Betterflow Whitepaper, 2021

# Rollwiderstandsoptimierung in Trailer-Fahrwerken

## Luftdruckkontrolle

Allein über den Rollwiderstand lassen sich vier Prozent der jährlichen Straßenverkehrsemissionen beeinflussen. Bezogen auf die Flottenkosten fällt die Rechnung noch eindrucklicher aus. Der Rollwiderstand des Reifens kann nämlich bis zu 30 Prozent der gesamten Flottenausgaben ausmachen.<sup>8</sup> Gerade im Fernverkehr mit seinen hohen jährlichen Fahrleistungen leisten rollwiderstandsoptimierte Reifen somit gute Dienste. Sie lassen sich anhand des Reifenlabels identifizieren und werden auch in VECTO als verbrauchsmindernd berücksichtigt.

**Ein einheitliches EU-Label gibt Auskunft über die Leistung eines Reifens, z. B. in Bezug auf seinen Rollwiderstand (linke Skala des Labels)**



Doch der beste Reifen verfehlt seine optimale Wirkung, wenn der Reifennendruck nicht korrekt eingestellt ist. Laut Faustformel treibt schon ein bar Unterdruck den Kraftstoffverbrauch um ein Prozent nach oben – hinzu



**Reifenabrieb-Partikel belasten Böden und Gewässer**

kommen erhöhter Verschleiß am Reifen und somit eine geringere Laufleistung. Weiterhin erhöht sich der Reifenabrieb, der die wesentliche Ursache für Mikroplastik ist, das Böden und Gewässer verschmutzt.<sup>9</sup> Der technisch einwandfreie Zustand des Reifens und die vorgeschriebene umfassende Abfahrtskontrolle tragen also dazu bei, an dieser Stelle keinen Kraftstoff und keine Laufleistung zu verschenken und die Umwelt nicht zusätzlich mit Mikroplastikpartikel zu belasten.

In der Praxis kommt die Abfahrtskontrolle jedoch oft zu kurz. Zeitdruck oder unzureichende Rastmöglichkeiten können die Gründe sein. Es gibt aber intelligente Systeme, die dabei helfen, den Innendruck zu kontrollieren und darüber hinaus sogar selbstständig den idealen Wert aufrechterhalten.

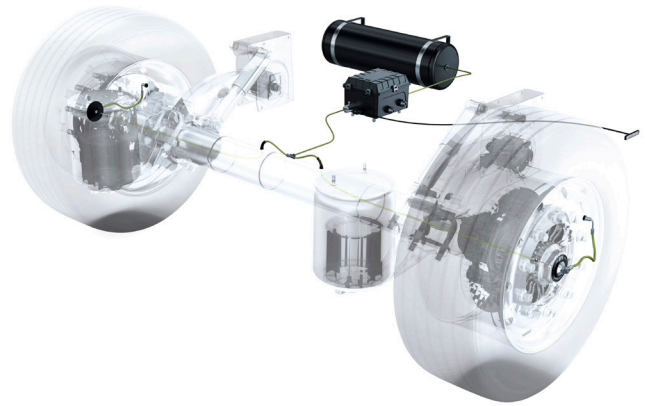
<sup>8</sup> [www.continental-reifen.de/bus-und-lkw/flottenloesungen/vecto/kurze-erklaerung](http://www.continental-reifen.de/bus-und-lkw/flottenloesungen/vecto/kurze-erklaerung)

<sup>9</sup> [www.bund.net/themen/aktuelles/detail-aktuelles/news/tausende-tonnen-mikroplastik-durch-reifenabrieb-von-der-strasse-in-unsere-lungen/](http://www.bund.net/themen/aktuelles/detail-aktuelles/news/tausende-tonnen-mikroplastik-durch-reifenabrieb-von-der-strasse-in-unsere-lungen/)



Ein [Reifendruckregelsystem](#) (Tire Pressure Refill System, TPRS) wie **BPW AirSave** sorgt dafür, dass der voreingestellte Luftdruck in den Reifen ständig beibehalten wird. Bei 120.000 Kilometer Laufleistung pro Jahr und Fahrzeug, wie sie im Fernverkehr im Mittel üblich sind, lassen sich so in einer Flotte mit zehn Fahrzeugen 2.480 Liter Diesel pro Jahr sparen. Das entspricht einer CO<sub>2</sub>-Menge von 6.570 Kilogramm.<sup>10</sup>

Das wartungsarme System wird werkseitig direkt an den Trailerachsen montiert. Eine Steuerbox mit sogenanntem Booster überwacht den Reifendruck automatisch während der Fahrt und stellt ihn auf den gewünschten Druck ein. Bei größeren Abweichungen vom Soll-Druck weist eine Warnlampe den Fahrer auf den Reifenschaden hin, so dass er eine Werkstatt anfahren kann, statt liegenzubleiben. Eine Anbindung an die [Flotten-Telematik](#) ist ebenfalls möglich, so dass eine Kontrolle auch aus der Ferne möglich ist.



**Das Reifendruckregelsystem AirSave von BPW nutzt die vorhandene Trailer-Pneumatik und sorgt mit einer Verstärkerpumpe vollautomatisch dafür, dass der voreingestellte Reifendruck jederzeit eingehalten wird.**

Der kleine Bruder des TPRS, das [Reifendruck-Überwachungssystem BPW Tire Monitor](#) (Tire Pressure Monitoring System, TPMS) ist ab 6. Juli 2022 obligatorische Ausstattung aller neu typgeprüften Trailer-Modelle, ab 7. Juli 2024 für alle neu zugelassenen Anhänger und Auflieger.

Auch BPW TireMonitor warnt den Fahrer über eine App und den Flottenbetreiber über Telematik vor einem Druckverlust. Im Gegensatz zu BPW AirSave kann es jedoch nicht aktiv den Luftdruck regulieren. Die Kraftstoff-Sparpotenziale und weiteren Vorteile entsprechen sich aber, sofern der Fahrer Kontrolle und Reifenwartung ausführt. Deswegen sollten Flottenbetreiber schon heute alle neuen Fahrzeuge mit BPW AirSave oder BPW TireMonitor ausrüsten. Die Montage des BPW Tire Monitors erfolgt ganz ohne Werkzeuge auf allen gängigen Felgengrößen und ist in der Erstausrüstung ebenso wie in der Nachrüstung möglich.



**Der BPW Tire Monitor besteht aus einzelnen Sensoren, die an den Felgen befestigt werden und den Reifendruck mit einer Genauigkeit von +/- 0,3 bar an eine Empfangseinheit übermitteln.**

<sup>10</sup>Michael Hilgers, Kraftstoffverbrauch und Verbrauchsoptimierung (Nutzfahrzeugtechnik lernen), Vieweg Verlag 2016, S. 48



# Rollwiderstandsoptimierung in Trailer-Fahrwerken

## Trailer-Fahrwerk

Aber auch das [Trailer-Fahrwerk](#) als Gesamtsystem wirkt sich auf den Energiebedarf eines Lastzugs aus. Seine Qualität hat unmittelbare Auswirkungen auf Roll-, Vorspur- und Kurvenwiderstand sowie Restbremsmoment, Reifenschlupf und Verluste in der Radaufhängung.

Davon abgesehen kommt der Reifentemperatur eine große Bedeutung zu. Denn mit zunehmender Temperatur sinkt der Rollwiderstandsbeiwert. Eine gezielte Temperaturerhöhung am Reifen verringert also den Kraftstoffverbrauch. Dieser Effekt lässt sich durch eine Liftachse im Achstrio erzielen.

Durch das Liften der ersten Achse bei Teillast, erhöht sich die Auslastung der Reifen an zweiter und dritter Achse. Dort steigt die Temperatur und der Rollwiderstand sinkt, so dass sich im Fernverkehr 0,4 Prozent Kraftstoff einsparen lassen. Je niedriger die Umgebungstemperatur liegt, desto größer fällt die Rollwiderstandsminderung aus. Das gilt zumindest für die Geradeausfahrt.

### Vorteile (+) im Fern-, Regional- und Stadtverkehr



Reifenverschleiß	+	++	++
Verbrauchsreduz./CO <sub>2</sub>	+	++	++
Achslast Antriebsachse	+	++	neutral

Auch bei Kurvenfahrten bietet eine Liftachse Vorteile. [Starrachsen](#) sind lenkunwillig, sie stemmen sich also gegen einen Kurswechsel und erzeugen dadurch eine Verlustleistung, den sogenannten Kurvenwiderstand. Ist eine der drei Achsen bei Kurvenfahrt geliftet, verringert sich die Lenkunwilligkeit und die Energieverluste fallen geringer aus.



Achslifte werden automatisch oder manuell bei Teil- oder Leerlast aktiviert

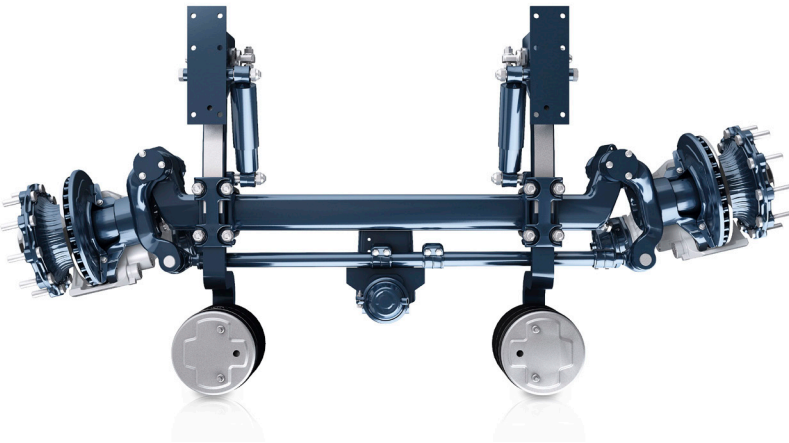
Jüngste Untersuchungen der Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT) haben gezeigt, dass der Achslift bei Kurvenfahrten ähnliche Vorteile wie eine [Lenkachse](#) bietet und die Kombination von beidem noch größere Kraftstoff-Sparpotenziale eröffnet, wobei der Achslift nur bei Leer- und Teillastfahrten seine Kraftstoff-mindernde Wirkung entfalten kann, während die [Nachlauf-Lenkachse](#) jederzeit wirkt.

Das kann sich gemäß VECTO in einem Verbrauchsvorteil von bis zu 5,2 Prozent niederschlagen. Wobei der Effekt im Stadtzyklus am größten ist und im Fernverkehr mit 0,4 Prozent nur noch gering ausfällt.<sup>11</sup>

Einen weiteren Stellhebel bietet der Einsatz einer Nachlauf-Lenkachse wie der BPW LL anstelle einer Starrachse. Die Lenkachse führt bei Kurvenfahrten zu einer Verringerung der Querkräfte von bis zu 30 Prozent. Damit muss der Antrieb gerade in engen Kurven deutlich weniger

Leistung aufbringen. Im Mischbetrieb mit Stadt-, Überland- und Autobahnanteil spart ein 40-Tonnen-Sattelzug nach Tests von Herstellern und Fachzeitschriften zwischen drei und fünf Prozent Kraftstoff.<sup>12</sup> Das entspricht den Werten, die VECTO je nach Einsatzgebiet bei seiner Berechnung anwendet. Die Software rechnet für Fahrzeuge mit einer Lenkachse im Stadtverkehr mit 4,5 Prozent Ersparnis und im Regionalverkehr mit drei Prozent. Im reinen Fernverkehr, wo Kurven eher die Ausnahme als die Regel bedeuten, sind es noch 0,3 Prozent.

Bei einem Durchschnittsverbrauch von 30 Liter pro 100 Kilometer ergeben sich demnach in der Praxis realistische Verbrauchseinsparungen von 0,9 bis 1,5 Liter auf 100 Kilometer. Angesichts einer jährlichen Fahrleistung von 120.000 Kilometer lassen sich somit in einer Flotte mit zehn Sattelzügen 10.800 bis 18.000 Liter sparen. Das entspricht wiederum einer CO<sub>2</sub>-Reduktion von 28,6 bis 47,7 Tonnen.



**Die BPW Nachlaufachse LL. Das Kürzel LL steht für „lastabhängige Lenkstablisierung“.**

<sup>11</sup> Workshop on VECTO Trailer Tool am 22.5.2022; S. 24-25

<sup>12</sup> FAT Schrift 258 „Sensitivitätsanalyse rollwiderstandsrelevanter Einflussgrößen bei Nutzfahrzeugen“ (2013); Fahrwerksysteme gezogener Fahrzeuge, Bibliothek der Technik Band 266, Verlag Moderne Industrie, S. 85 (2013); Messungen BPW 2014

## PRAXISTIPP

Um die Vorteile der Nachlaufenkachse LL auch bei Rückwärtsfahrten zu nutzen, bietet BPW als Option ein intelligentes, vollautomatisches [Rückfahr-Lenkensystem](#) an. Die elektrohydraulische Zusatzlenkung ARC (Active Reverse Control) lässt sich unabhängig von der jeweiligen EBS-Anlage

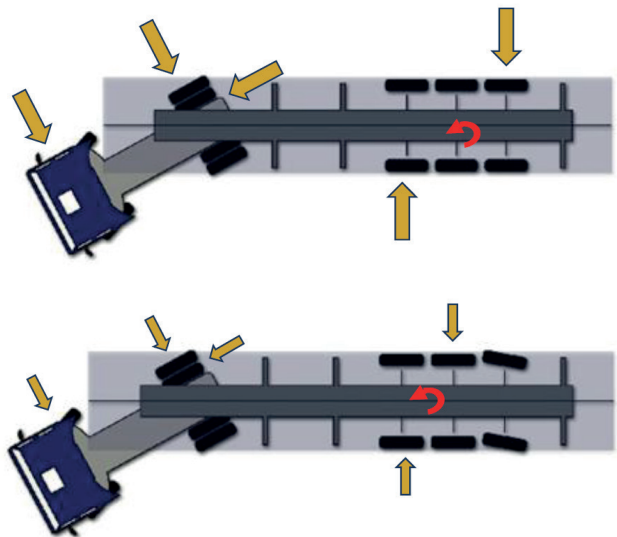
nutzen und eröffnet die Vorteile der Lenkachse für Manövrierfähigkeit und Reifenabrieb bei Vorwärtsfahrten auch für Rückwärtsfahrten, bei denen sie sonst gesperrt wäre und sich damit wie eine Starrachse verhalten würde.

Davon abgesehen profitiert der Fahrzeugbetreiber aber nicht nur von einem günstigeren Verbrauch, sondern auch von weniger Verschleiß an den Reifen und damit einer höheren Laufleistung der Pneus. Lenkachsen verringern außerdem die Gefahr von Anfahrtschäden, erhöhen den Wiederverkaufswert des Trailers und senken somit die Betriebskosten deutlich.

Der Effekt der Lenkachse fällt in Verbindung mit einem Lift an der ersten Achse noch größer aus. Langzeitbeobachtungen an Sattelaufliegern im Nah- und Zustellverkehr haben ergeben, dass die Lebensdauer der Reifen an der ersten und dritten Achse eines Dreiachsaggregats im Vergleich zu einem starren Achstrio verdoppelt bis verdreifacht werden kann.<sup>13</sup> VECTO berücksichtigt diesen Fall ebenfalls und wendet hierfür den Bonusfaktor Liftachse plus 0,5 mal den Bonusfaktor Lenkachse an.

Nicht zuletzt wirkt sich auch das Gewicht der Achse auf den Kraftstoffverbrauch aus. Mit Hilfe von Leichtbauoptionen wie der **BPW Aluminium-Nabe** lässt sich das Gewicht des BPW Airlight II Aggregats, das ohnehin schon zu den leichtesten im Segment der [Neun-Tonnen-Trailer-](#)

[achsen](#) zählt, weiter verringern. So ist es möglich, insgesamt 54 Kilogramm im Dreiachsaggregat zu sparen. Die Einsparung ergibt einen Nutzlastgewinn, so dass sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Tonnenkilometer verringert und für den Fahrzeugbetreiber ein wirtschaftliches Plus ergibt. Bei einer Laufleistung von 120.000 Kilometer lassen sich 43 Liter Diesel und 114 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Jahr und Fahrzeug einsparen und in Abhängigkeit vom Transportgut mehr als 450 Euro zusätzlich Erlösen.<sup>14</sup>



Die Lenkachse bewirkt, dass das Aggregat in der Kurve besser einlenkt und nahezu der Kreisbahn der Zugmaschine folgt. Die dabei auftretenden Reifenseitenkräfte werden optimal auf alle Achsen verteilt.

<sup>13</sup> Fahrwerksysteme gezogener Fahrzeuge, Bibliothek der Technik Band 266, Verlag Moderne Industrie (2014), S. 85

<sup>14</sup> Michael Hilgers, Kraftstoffverbrauch und Verbrauchsoptimierung, Nutzfahrzeugtechnik lernen, Vieweg Verlag 2016, S. 33. Paul Wittenbrink, Transportmanagement, Springer Gabler, 2014, S. 176

# Trailer-Telematik

Ein besonders wirkmächtiges Werkzeug, um den Flottenverbrauch zu drosseln, ist die **Trailer-Telematik**. Systeme wie die von idem telematics ergeben Kraftstoffeinsparungen von bis zu zehn Prozent.<sup>15</sup> Diese Einsparung realisieren diese Systeme, indem sie Ladung, Fahrzeug und Fahrer zu einem „Internet of Transport“ vernetzen und somit dazu beitragen, den Auslastungsgrad des Laderaums zu erhöhen und gleichzeitig die Transportdistanz mit Hilfe von exakten Standortinformationen zu senken. Mit Hilfe von [Ortungs- und Beladungsinformationen](#) sowie Track & Trace-Funktionen ist es auch möglich, effizient Teilladungen zusammenzuführen.

Zudem sinkt die Gefahr, verbindliche Transporttermine zu verfehlen. Die Fuhrpark-Disposition hat in Echtzeit den vollständigen Überblick über Standort und Zustand der Transportflotten und kann so rechtzeitig eingreifen und zeitkritische Ladungen gegebenenfalls auf andere Fahrzeuge umverteilen. So lassen sich schlussendlich auch noch Konventionalstrafen vermeiden.



Über die **cargofleet Driver App** erhält der Fahrer Auftrags- und Tourdaten, Textnachrichten und Navigationsziele vom Disponent, die er über das Display direkt beantworten oder bearbeiten kann.

<sup>15</sup> Jacques Léonardi, Michael Baumgartner, Oliver Krusch, Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg, Report Nr. 353, 2004, Summary S. VI

## Fazit

# Viele Maßnahmen, große Wirkung

Sowohl das Simulationswerkzeug VECTO wie auch Messungen in der Praxis belegen die Wirksamkeit von innovativen Technologien an Trailern. Alle beschriebenen Systeme haben in Abhängigkeit vom jeweiligen Einsatzfeld das Potenzial, die Betriebskosten in der Flotte spürbar zu senken und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß wirksam zu begrenzen. Und das ohne außerordentliche Startinvestitionen, so dass ein Return-on-Invest für die meisten Flotten in kurzer Zeit möglich ist. In Summe sind in jedem Fall deutliche Einsparungen an Betriebskosten und CO<sub>2</sub> zu erzielen.

Gerade bei Einsätzen mit einem hohen Anteil an Regional- und Stadtverkehren und hoher Nutzlast ergeben alle aufgeführten Optionen umweltpolitisch und wirtschaftlich Sinn. Im reinen Fernverkehr ist womöglich der Einsatz einer Nachlauf-Lenkachse ein Grenzfall und bei Volumen-sensiblen Transporten der Einsatz von Leichtbauelementen nicht die erste Wahl. Aber professionelle Transportflottenbetreiber sind ohnehin das Rechnen mit spitzem Bleistift gewohnt, so dass die Errechnung des Return-on-Invest eine Fingerübung sein dürfte. Angesichts des hohen Kostendrucks in der Transportbranche können Premium-Fahrwerkskomponenten und Systemkompetenz, wie sie BPW bietet, ein wesentlicher Bestandteil einer erfolgreichen Unternehmensstrategie sein.

Maßnahme	Einsparung Diesel p.a.*	Einsparung CO <sub>2</sub> p. a.*	Einsparung Kosten p. a.*	Zusätzliche Vorteile
<b>Aerodynamik</b>	2.400 l	6.360 kg	4.200 Euro	
<b>BPW AirSave/TireMonitor</b>	248 l	660 kg	430 Euro	+ Sicherheit +Reifenlaufleistung
<b>BPW Liftachse</b>	360 l	950 kg	630 Euro	+Manövrierfähigkeit +Reifenlaufleistung
<b>BPW Nachlaufenkachse LL</b>	1.080 -1.800 l	2.860-4.800 kg	1.890-3.150 Euro	+ Reifenlaufleistung + Manövrierfähigkeit - Anfahrschäden
<b>BPW Leichtbauoption Aluminium-Nabe</b>	43 l	140 kg	450 Euro	+ 54 kg Nutzlast
<b>Trailer-Telematik</b>	3.600 l	9.540 kg	6.300 Euro	+ Sicherheit + technischer Zustand

\* bezogen auf einen Lastzug mit 120.000 km Laufleistung p.a., Dieselpreis: 1,75 Euro. Die relativen Einsparungen fußen auf einem Durchschnittsverbrauch von 30 l/100 km