

Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf den Emissionsausstoß von LKW größer 7,5t auf Autobahnen

Erstellt im Auftrag von

**Amt der Tiroler Landesregierung,
Abteilung Verkehrsplanung**

Bericht Nr. I-02/12/Rex Em 02/12-679 vom 27.01.2012

Dieser Bericht darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassen und
Hinzufügen, veröffentlicht werden.

Sollte er auszugsweise abgedruckt oder vervielfältigt werden,
so ist vorher die schriftliche Genehmigung der Verfasser einzuholen.

**Einfluss der Fahrgeschwindigkeit
auf den Emissionsausstoß von
LKW größer 7,5t auf Autobahnen**

Freigegeben: Univ.-Prof. Dr. Helmut Eichlseder

Erstellt: Dr. Martin Rexeis

27.01.2012

Inhalt

1.	Aufgabenstellung.....	4
2.	Verwendete Fahrzyklen	4
3.	Ergebnisse	6
4.	Literaturverzeichnis.....	15

1. Aufgabenstellung

In der vorliegenden Studie wurden die Auswirkungen verschiedener Fahrgeschwindigkeiten bei Autobahnfahrt auf Emissionsausstoß und Kraftstoffverbrauch von LKW größer 7,5t höchstzulässigem Gesamtgewicht ermittelt. Für diese Fahrzeuggruppe gilt im Allgemeinen ein Tempolimit von 80 km/h, wobei die Fahrzeuge zu einem überwiegenden Anteil mit deutlich höheren Fahrgeschwindigkeiten unterwegs sind. In einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit [1] wurden für LKW >7,5t Durchschnittsgeschwindigkeiten im Bereich von 85 bis 87 km/h erhoben. Dies kann durch den Einfluss des elektronischen Geschwindigkeitsbegrenzers erklärt werden, der die Fahrzeuggeschwindigkeit erst im Bereich von ca. 88 km/h abregelt.

In der Arbeit wurde nun untersucht, welchen Einfluss eine Absenkung der Fahrgeschwindigkeiten auf rigoros eingehaltene Tempolimits bei 80, 70 bzw. 60 km/h auf Emissionsausstoß und Kraftstoffverbrauch haben. Dazu wurden mit dem am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik entwickelten Emissionsmodell PHEM (Passenger Car and Heavy Duty Emission Model, z.B. [2]) Simulationsrechnungen durchgeführt. Die Berechnungen wurden getrennt nach LKW Klassen (LKW-Typ, Gewichtsklasse sowie Emissionsstandard) durchgeführt. Methodik und im Modell hinterlegte Datensätze sind in [3] dokumentiert. Die Datensätze und Methodik wurden auch zur Erstellung aller Emissionsfaktoren im aktuellen Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs („HBEFA“ Version 3.1, [4]) verwendet. Damit sind alle Ergebnisse der vorliegenden Studie mit diesem „offiziellen“ Datensatz kompatibel.

2. Verwendete Fahrzyklen

Der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit wurde basierend auf zwei Basiszyklen für den derzeitigen „Status Quo“ für LKW Fahrverhalten auf Autobahnen analysiert:

1. dem im HBEFA hinterlegten Zyklus für LKW-Fahrt auf ebener Autobahn mit flüssigem Verkehrsgeschehen (Zyklus „6360“; Durchschnittsgeschwindigkeit 86,3 km/h), sowie
2. einem Fahrzyklus der auf der Inntalautobahn A12 im Rahmen einer Studie für das BMVIT [5] aufgezeichnet wurde. Dieser im Folgenden als „A12“ Zyklus bezeichnete Datensatz beinhaltet auch das Höhenprofil der Strecke von Kufstein bis Innsbruck und retour. Diese Strecke weist einen Wechsel von Steigungs- und Gefällepassagen mit bis zu knapp 3% Fahrbahnlängsneigung auf. Dadurch ergibt sich im Gegensatz zum HBEFA Zyklus eine breitere Streuung der Betriebspunkte von Motor und ggf. des Abgasnachbehandlungssystems, was die durchschnittlichen Verhältnisse auf Österreichs Autobahnen besser repräsentieren dürfte als der Fahrzustand abgebildet durch den ebenen HBEFA Zyklus.

Aus jedem der beiden Basiszyklen wurden Fahrgeschwindigkeitsverläufe für strikt eingehaltene Tempolimits bei 80, 70 sowie 60 km/h abgeleitet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass der Geschwindigkeitsbegrenzer bereits beim Tempolimit ohne jede weitere Toleranz abregelt. Andere Störungen aus dem Verkehrsgeschehen, die eine zusätzliche Reduktion bzw. eine Schwankung der Fahrgeschwindigkeit um den Begrenzerwert verursachen, wurden aus dem Referenzzyklus übernommen. Die resultierenden Zyklen sind in Abbildung 1

(Basiszyklus HBEFA, dargestellt über der Fahrdauer) bzw. Abbildung 2 (Basiszyklus A12, dargestellt über der Fahrstrecke) abgebildet. Abbildung 2 enthält auch den Verlauf für Fahrbannlängsneigung im A12 Zyklus. Im Vergleich zu den Basiszyklen mit Durchschnittsgeschwindigkeiten im Bereich von 86 km/h liegen die Durchschnittsgeschwindigkeiten der drei untersuchten Fahrverhaltens-Szenarien gemäß der Annahmen bei der Erstellung knapp unter dem Tempolimit. Somit bewirken die drei untersuchten Maximalgeschwindigkeiten von 80, 70 bzw. 60 km/h eine Verlängerung der Fahrzeit von 7%, 22% bzw. 42% bezogen auf den Referenzfall.

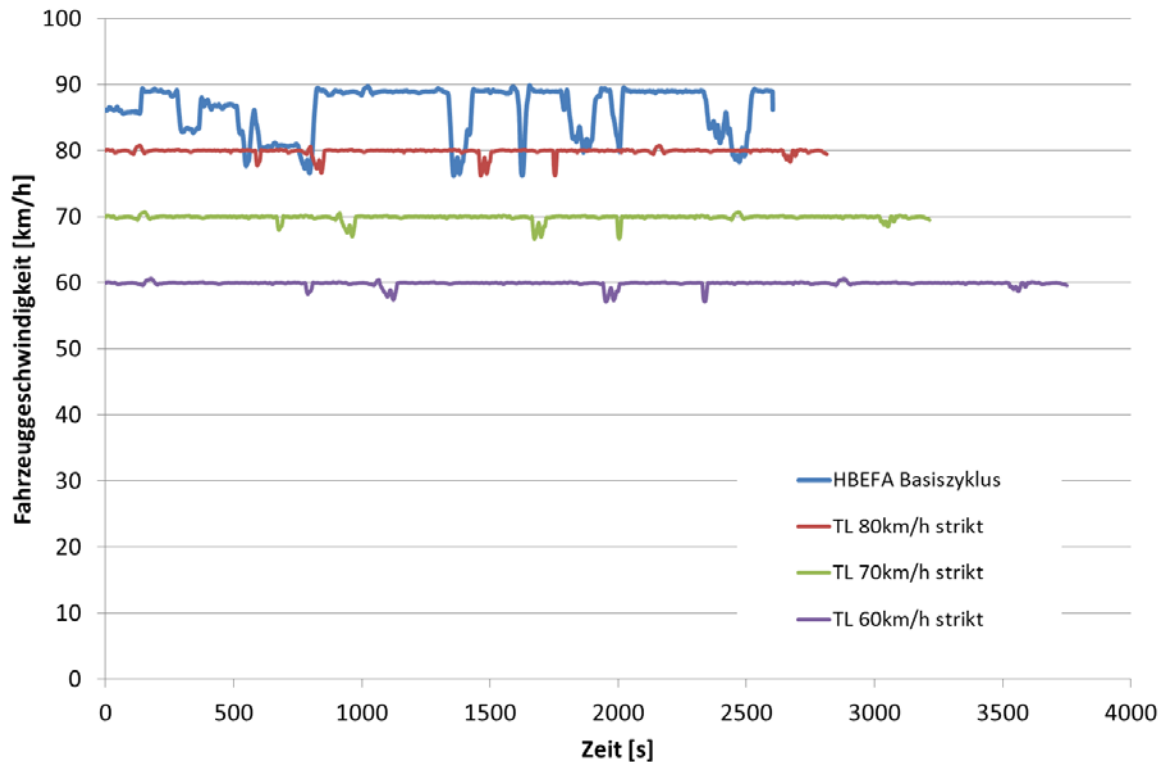


Abbildung 1: Fahrzyklen abgeleitet vom HBEFA Basiszyklus

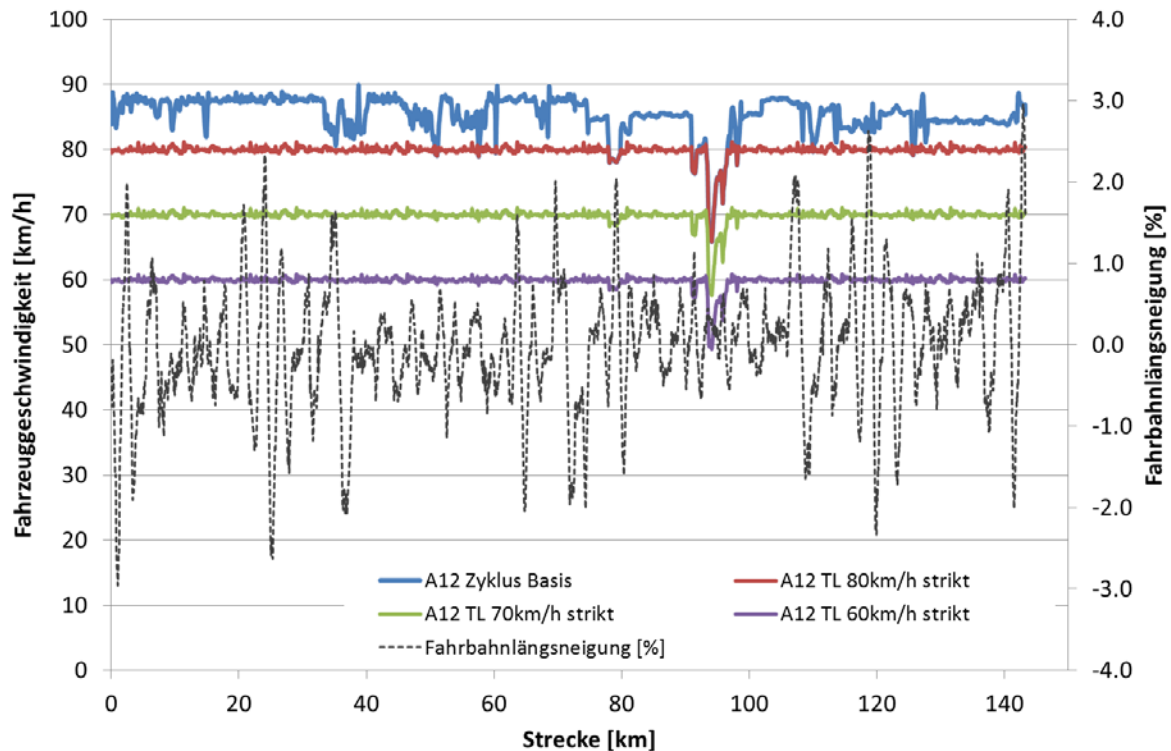


Abbildung 2: Fahrzyklen abgeleitet vom A12 Basiszyklus

Für Autobahnabschnitte mit stärkerem Steigungs- bzw. Gefällepassagen als im A12 Zyklus bzw. mit hohem Verkehrsaufkommen kann davon ausgegangen werden, dass das Tempolimit bzw. die gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Geschwindigkeitsbegrenzer einen deutlich geringeren Einfluss auf Emissionsausstoß und Kraftstoffverbrauch haben als für die oben beschriebenen Fahrzustände. Dementsprechend wurden diese Fahrsituationen in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht.

3. Ergebnisse

In Summe wurden mit dem Modell PHEM Simulationsrechnungen für 81 verschiedene LKW-Konfigurationen bestimmt durch 3 LKW-Klassen (Last- und Sattelzug, Solo LKW mit einem höchstzulässigem Gesamtgewicht von 26t sowie von 12t), 9 Motorkonzepte (definiert durch Emissionsstandard und Emissionsminderungstechnologie) sowie 3 Beladungsgrade (leer, halb- und vollbeladen) durchgeführt. Die Ergebnisse für Emissionsfaktoren (Emissionsausstoß pro gefahrenen Kilometer) für die verschiedenen Fahrzyklen sind in Tabelle 1 bis Tabelle 6 dargestellt. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurden die Einzelergebnisse für die verschiedenen Beladungsgrade aggregiert für eine flottendurchschnittliche Beladung dargestellt. Dabei wurden die Daten zu Beladungsgraden der LKW-Klassen aus [5] übernommen.

Grundsätzlich zeigen sich sehr ähnliche Tendenzen für den Einfluss des Geschwindigkeitsniveaus auf Emissionen und Kraftstoffverbrauch berechnet anhand der HBEFA basierten Fahrzyklen und der A12 Zyklen. Die Sensibilität des Emissionsausstoßes bei den für die lokale Luftgüte kritischen Abgaskomponenten NO_x und motorische Partikel ist in den durch die A12 Zyklen beschriebenen Fahrzustände jedoch weniger ausgeprägt, was der Realität näher kommen dürfte als die HBEFA basierten Ergebnisse. In der nachfolgenden Diskussion der Berechnungsergebnisse wird daher nur mehr auf die Resultate aus den A12 Zyklen Bezug genommen.

Eine Absenkung der Fahrgeschwindigkeiten bewirkt grundsätzlich eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und damit proportional verbunden des CO₂-Ausstoßes. Bei einer rigorosen Einhaltung eines Tempolimits von 80 km/h wurden diesbezüglich für Last- und Sattelzüge Reduktionen von mehr als 5% berechnet. Dies kann vor allem durch reduzierte Luftwiderstandskräfte sowie durch geringere Motordrehzahlen erklärt werden. Eine weitere Absenkung der Fahrgeschwindigkeiten führt tendenziell zu einer weiteren Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, wobei der Effekt bei einer Fahrgeschwindigkeit von 60 km/h stark von der Gangwahl anhängt (Zurückschalten bewirkt wieder einen Anstieg der Motordrehzahlen resultierend in geringeren Einsparungen). Ob das Gangschaltverhalten im Modell diesbezüglich ein repräsentatives Bild der realen Verhältnisse gibt ist unklar. Diese Unsicherheit aus der Repräsentativität der Gangwahl des Modells betreffen auch die Ergebnisse für alle anderen Emissionskomponenten. Besonders ausgeprägt ist die berechnete Reduktion des Kraftstoffverbrauchs bzw. des CO₂-Ausstoßes bei der kleinen Solo-LKW Klasse (12t hzG). Diese Fahrzeuge haben oft nur 6 Gänge wodurch sie bei Autobahnfahrt im Referenzzyklus in einem relativ hohen Motordrehzahlbereich unterwegs sind. Somit ergibt sich für diese LKW-Klasse aus den Modellrechnungen ein Reduktionspotenzial bei Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß von bis zu 25%.

Ein weitaus komplexeres Bild ergibt sich für den Einfluss des Fahrgeschwindigkeitsniveaus auf den NO_x-Ausstoß. LKW-Generationen aus den 90er Jahren (EURO-0 bis EURO-II) zeigen hier mit sinkenden Durchschnittsgeschwindigkeiten ähnliche Abnahmen wie bei für Kraftstoffverbrauch bzw. CO₂-Ausstoß. Für modernere Fahrzeuggenerationen (LKW ab EURO-III) kann allerdings durch eine Absenkung des Fahrgeschwindigkeitsniveaus keine Reduktion der NO_x-Emissionen bewirkt werden. Diese Tatsache ist vor allem durch Merkmale des Verfahrens zur Emissionszertifizierung von Nutzfahrzeugmotoren von EURO-III bis EURO-V zu erklären. Diese Motorengenerationen müssen in der Typprüfung die Emissionsgrenzwerte in den Zyklen ESC (European Stationary Cycle) und ETC (European Transient Cycle) einhalten. In diesen Zyklen ist der Bereich niedriger Motordrehzahlen jedoch nur schwach abgedeckt. Dies führt dazu, dass die so zertifizierten Motoren im unteren Drehzahlbereich auf ein höheres NO_x-Niveau zu Gunsten einer besseren Kraftstoffverbrauchs abgestimmt werden können. Somit bewirken die Fahrzyklen für die strenger Tempolimits durch die Absenkung der Motordrehzahlen generell eine Erhöhung des NO_x-Ausstoßes. Für Fahrzeuge ausgerüstet mit SCR-Abgasnachbehandlung („Selective Catalytic Reduction“; ein Verfahren zur Reduktion der NO_x-Emissionen in einem Katalysator unter Zuhilfenahme z.B. einer wässrigen Harnstofflösung) ist zudem noch ein weiterer Effekt maßgeblich: die Effizienz der NO_x-Reduktion im Katalysator wird maßgeblich durch das Temperaturniveau im Abgassystem beeinflusst. Höhere Temperaturen begünstigen grundsätzlich die Effizienz der Abgasnachbehandlung. Durch die geringeren Motorlasten in den Zyklen mit den niedrigeren Durchschnittsgeschwindigkeiten sinkt also die Konvertierung der motorischen NO_x-Emissionen im SCR-System was zu höherem NO_x-Ausstoß am Auspuff führt. Dieser Effekt tritt zudem noch verstärkt zu Tage durch die Tatsache, dass sowohl im ESC als auch im ETC praktisch nur hohe Temperaturen im Abgassystem auftreten wodurch die SCR-Fahrzeuge zertifiziert bis inklusive EURO-V auch nicht auf hohe SCR-Effizienzen bei niedrigen Abgastemperaturen ausgelegt sind.

Entsprechend diesen technologischen bzw. gesetzlichen Rahmenbedingungen wurden mit dem Modell folgende Auswirkungen von verschärften Tempolimits auf NO_x-Emissionen berechnet: Bei LKW Generationen aus den 90er Jahren (EURO-0 bis EURO-II) sinkt der NO_x-Ausstoß im Vergleich zum Basiszyklus um ca. 5% bei strikt eingehaltenen 80km/h und um bis zu ca. 15% bei 60km/h. Für EURO-III LKW wurde ein striktes Tempolimit von 80 km/h ungefähr NO_x-neutral zum Referenzfall berechnet. Eine weitere Absenkung der Fahrge-

schwindigkeiten resultiert in einem Anstieg des NO_x-Ausstoßes um bis zu 30%. Für EURO-IV Fahrzeuge mit Abgasrückführung („AGR“, d.h. ohne SCR-System) wurden ähnliche relative Einflüsse des Fahrgeschwindigkeitsniveaus wie für Euro-III berechnet, wobei das absolute NO_x-Emissionsniveau bei dieser Motortechnologie um ca. 30% tiefer als bei Euro-III liegt. EURO-IV LKW mit SCR haben im Referenzzyklus einen um ca. 60% niedrigeren NO_x-Ausstoß als EURO-III Fahrzeuge. Für EURO-IV mit SCR wurde der Fall von strikten 80 km/h ebenfalls weitgehend NO_x neutral im Vergleich zum Basiszyklus berechnet. Bei einer weiteren Absenkung der Fahrgeschwindigkeiten ist mit einer Erhöhung der NO_x-Emissionen um bis zu ca. 70% zu rechnen. Ähnliche relative Effekte zeigen sich in einer etwas stärkeren Ausprägung für EURO-V LKW mit SCR Abgasnachbehandlung. Diese Technologie ist derzeit in der LKW-Flotte und insbesondere im Fernverkehr am weitaus häufigsten vertreten und weist im Referenzzyklus im Vergleich zu EURO-III bereits ein sehr niedriges NO_x Niveau auf (-75%). Auch für EURO-V mit SCR wurde der strikte 80km/h Fall noch weitgehend NO_x neutral berechnet. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 60 km/h ist jedoch mit bis zu einer Verdoppelung des NO_x-Ausstoßes zu rechnen. Für die Technologiestufe EURO-V mit AGR sind derzeit keine Emissionsmessungen aus Feldüberwachungsprogrammen verfügbar. Diese Fahrzeuge wurden im Modell anhand einer Technologieabschätzung basierend auf den Daten zu EURO-IV mit AGR parametrisiert. Dementsprechend ergeben sich für EURO-V mit AGR ähnliche relative Emissionseffekte durch die Verschärfung der Tempolimits wie für EURO-IV mit AGR. Die Aussagen sind allerdings als sehr unsicher einzustufen.

Ebenfalls keine Emissionsmessungen sind für den zukünftigen Emissionsstandard EURO-VI verfügbar. Einzelne Modelle dieses Standards (der ab 2014 für alle Neuzulassungen verpflichtend wird) sind seit Herbst 2011 bereits im Handel erhältlich. In den Modellrechnungen für Euro-VI wurde davon ausgegangen, dass sich durch die drastisch strengeren Bestimmungen in der Typprüfung (Absenkung des NO_x-Grenzwertes um knapp 80% gegenüber EURO-V sowie Implementierung von neuen Typprüfzyklen) auch eine drastische Absenkung des absoluten NO_x-Niveaus einstellt. Ob dies dann auch in der Realität so wiederzufinden ist bleibt abzuwarten. Vor allem die derzeitigen Modellrechnungen bezüglich Einfluss des Tempolimits auf den Emissionsausstoß von Euro-VI Fahrzeugen ist als höchst unsicher einzustufen.

In Hinblick auf Emissionen von motorischen Partikeln wurde die Absenkung der Fahrgeschwindigkeiten bei allen LKW-Generationen ab Euro-III vom Modell als grundsätzlich emissionsmindernd ermittelt. Eine genaue Quantifizierung dieses Effekts ist jedoch durch die grundsätzlichen höheren Modellunsicherheiten für diese Abgaskomponente nicht möglich.

Der Emissionsausstoß bei Kohlenwasserstoffen (HC) sowie Kohlenmonoxid ist bei allen aktuellen LKW-Generationen auf sehr niedrigem Niveau und luftgüteseitig als eher unproblematisch einzustufen. Tendenziell zeigen sich in den Modellrechnungen durch die Verschärfung der Tempolimits eine Reduktion des HC-Ausstoßes sowie eine Erhöhung der CO-Emissionen.

Fahrzeugkonfiguration	Zyklus	Kraftstoff- verbrauch [g/km]	NOx [g/km]	HC [g/km]	CO [g/km]	Partikel- masse (mot.) [g/km]	Partikel- anzahl (mot.) [#/km]	Fahrzeit	Kraftstoff- verbrauch / CO2	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)
Veränderung gegenüber Basiszyklus [(TL - Basis)/Basis]														
Last-/Sattelzug EURO-0, Beladung mix	A12 Basis	264.2	11.79	0.47	1.64	0.39	9.87E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	247.7	11.11	0.47	1.63	0.38	1.05E+14	7%	-6%	-6%	0%	-1%	-2%	6%
	A12 TL70 strikt	235.6	10.73	0.51	1.87	0.42	1.10E+14	22%	-11%	-9%	7%	14%	9%	11%
	A12 TL60 strikt	236.9	10.43	0.63	1.92	0.42	1.14E+14	42%	-10%	-11%	33%	17%	9%	16%
Last-/Sattelzug EURO-I, Beladung mix	A12 Basis	232.5	8.43	0.46	1.46	0.28	1.00E+14	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	217.5	8.05	0.46	1.36	0.26	1.06E+14	7%	-6%	-5%	1%	-7%	-10%	5%
	A12 TL70 strikt	204.5	7.74	0.51	1.41	0.27	1.10E+14	22%	-12%	-8%	10%	-4%	-3%	10%
	A12 TL60 strikt	199.3	7.53	0.59	1.54	0.29	1.15E+14	42%	-14%	-11%	28%	5%	4%	15%
Last-/Sattelzug EURO-II, Beladung mix	A12 Basis	228.9	8.56	0.29	1.20	0.15	1.06E+14	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	214.5	8.39	0.29	1.22	0.14	1.10E+14	7%	-6%	-2%	-1%	1%	-8%	4%
	A12 TL70 strikt	199.5	8.50	0.31	1.43	0.14	1.14E+14	22%	-13%	-1%	5%	19%	-4%	8%
	A12 TL60 strikt	193.6	8.40	0.36	1.38	0.14	1.20E+14	42%	-15%	-2%	23%	16%	-5%	13%
Last-/Sattelzug EURO-III, Beladung mix	A12 Basis	237.4	6.23	0.27	1.21	0.13	1.60E+14	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	220.8	6.43	0.26	1.16	0.12	1.67E+14	7%	-7%	3%	-4%	-4%	-9%	4%
	A12 TL70 strikt	205.4	8.27	0.27	1.31	0.12	1.71E+14	22%	-14%	33%	1%	8%	-6%	7%
	A12 TL60 strikt	202.9	7.96	0.31	1.31	0.14	1.80E+14	42%	-15%	28%	18%	8%	5%	13%
Last-/Sattelzug EURO-IV (AGR), Beladung mix	A12 Basis	236.8	4.38	0.04	0.72	0.03	7.21E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	221.3	4.77	0.04	0.72	0.03	7.19E+13	7%	-7%	9%	-1%	-1%	0%	0%
	A12 TL70 strikt	211.7	5.54	0.05	1.01	0.04	6.91E+13	22%	-11%	27%	8%	40%	31%	-4%
	A12 TL60 strikt	201.3	5.14	0.04	0.96	0.04	7.53E+13	42%	-15%	17%	4%	33%	13%	4%
Last-/Sattelzug EURO-IV (SCR), Beladung mix	A12 Basis	226.8	2.59	0.02	1.44	0.02	2.96E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	213.6	2.50	0.02	1.69	0.02	3.13E+13	7%	-6%	-4%	-2%	17%	-3%	5%
	A12 TL70 strikt	202.5	2.41	0.02	2.53	0.02	3.37E+13	22%	-11%	-7%	-8%	76%	11%	14%
	A12 TL60 strikt	195.6	3.54	0.02	2.14	0.01	3.50E+13	42%	-14%	36%	-1%	49%	-31%	18%
Last-/Sattelzug EURO-V (AGR), Beladung mix	A12 Basis	238.4	2.60	0.04	0.73	0.03	7.30E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	222.8	2.83	0.04	0.72	0.03	7.28E+13	7%	-7%	9%	-1%	-1%	0%	0%
	A12 TL70 strikt	213.3	3.29	0.05	1.02	0.04	6.97E+13	22%	-11%	27%	8%	40%	31%	-5%
	A12 TL60 strikt	203.2	3.05	0.04	0.97	0.04	7.62E+13	42%	-15%	17%	5%	33%	12%	4%
Last-/Sattelzug EURO-V (SCR), Beladung mix	A12 Basis	226.2	1.69	0.02	1.45	0.02	3.00E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	213.0	1.70	0.02	1.69	0.02	3.16E+13	7%	-6%	1%	-2%	17%	-4%	5%
	A12 TL70 strikt	202.2	1.76	0.02	2.52	0.02	3.39E+13	22%	-11%	4%	-8%	74%	8%	13%
	A12 TL60 strikt	195.7	2.74	0.02	2.14	0.01	3.53E+13	42%	-13%	63%	-1%	48%	-33%	18%
Last-/Sattelzug EURO-VI, Beladung mix	A12 Basis	231.4	0.23	0.02	0.74	0.00	9.50E+11	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	216.3	0.23	0.02	0.73	0.00	9.41E+11	7%	-7%	-3%	-1%	0%	-1%	-1%
	A12 TL70 strikt	207.4	0.22	0.02	1.03	0.00	9.00E+11	22%	-10%	-5%	-9%	40%	29%	-5%
	A12 TL60 strikt	198.2	0.29	0.02	0.98	0.00	9.87E+11	42%	-14%	25%	0%	33%	11%	4%

Tabelle 1: Ergebnisse Last- und Sattelzüge, Fahrzyklen abgeleitet aus Messfahrten auf der A 12

Fahrzeugkonfiguration	Zyklus	Kraftstoff- verbrauch	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)	Fahrzeit	Kraftstoff- verbrauch / CO2	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)
		[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[/km]		Veränderung gegenüber Basiszyklus [(TL - Basis)/Basis]					
Solo LKW 26t hzG EURO-0, Beladung mix	A12 Basis	247.4	10.47	0.53	1.51	0.35	9.73E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	233.9	9.83	0.55	1.54	0.35	1.01E+14	7%	-5%	-6%	3%	2%	-1%	3%
	A12 TL70 strikt	258.0	9.46	0.90	2.26	0.46	1.45E+14	22%	4%	-10%	69%	50%	30%	50%
	A12 TL60 strikt	234.4	8.86	0.82	2.10	0.41	1.17E+14	42%	-5%	-15%	53%	39%	17%	20%
Solo LKW 26t hzG EURO-I, Beladung mix	A12 Basis	213.4	7.52	0.47	1.25	0.26	9.87E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	200.6	7.24	0.48	1.21	0.25	1.02E+14	7%	-6%	-4%	2%	-3%	-4%	3%
	A12 TL70 strikt	182.3	6.74	0.50	1.29	0.24	1.04E+14	22%	-15%	-10%	7%	3%	-7%	5%
	A12 TL60 strikt	189.8	6.70	0.65	1.58	0.31	1.18E+14	42%	-11%	-11%	38%	26%	21%	20%
Solo LKW 26t hzG EURO-II, Beladung mix	A12 Basis	208.0	7.72	0.31	0.98	0.14	1.04E+14	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	195.6	7.51	0.31	1.00	0.13	1.07E+14	7%	-6%	-3%	2%	2%	-6%	3%
	A12 TL70 strikt	177.7	7.37	0.31	1.12	0.12	1.08E+14	22%	-15%	-5%	1%	14%	-10%	4%
	A12 TL60 strikt	180.0	7.04	0.43	1.16	0.13	1.25E+14	42%	-13%	-9%	39%	18%	-4%	20%
Solo LKW 26t hzG EURO-III, Beladung mix	A12 Basis	218.6	5.19	0.28	1.05	0.13	1.57E+14	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	205.8	5.22	0.28	1.06	0.13	1.61E+14	7%	-6%	1%	2%	2%	-1%	2%
	A12 TL70 strikt	186.0	5.82	0.27	1.07	0.12	1.63E+14	22%	-15%	12%	-3%	2%	-9%	4%
	A12 TL60 strikt	194.0	4.97	0.41	1.38	0.16	1.89E+14	42%	-11%	-4%	47%	32%	26%	20%
Solo LKW 26t hzG EURO-IV (AGR), Beladung mix	A12 Basis	219.9	3.54	0.04	0.65	0.03	6.78E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	200.4	3.67	0.04	0.67	0.03	7.30E+13	7%	-9%	4%	-20%	3%	-9%	8%
	A12 TL70 strikt	180.8	4.11	0.03	0.68	0.03	6.84E+13	22%	-18%	16%	-21%	4%	-15%	1%
	A12 TL60 strikt	185.6	3.44	0.04	0.79	0.03	8.60E+13	42%	-16%	-3%	-8%	22%	-11%	27%
Solo LKW 26t hzG EURO-IV (SCR), Beladung mix	A12 Basis	208.8	2.88	0.02	1.17	0.01	2.97E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	191.0	2.76	0.02	1.19	0.01	2.95E+13	7%	-9%	-4%	-7%	2%	-6%	-1%
	A12 TL70 strikt	176.5	3.14	0.02	1.46	0.01	3.02E+13	22%	-15%	9%	-7%	25%	-31%	1%
	A12 TL60 strikt	176.3	4.89	0.02	1.23	0.01	3.42E+13	42%	-16%	70%	11%	5%	-49%	15%
Solo LKW 26t hzG EURO-V (AGR), Beladung mix	A12 Basis	221.7	2.10	0.04	0.66	0.03	6.88E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	202.0	2.17	0.04	0.68	0.03	7.40E+13	7%	-9%	4%	-20%	3%	-10%	7%
	A12 TL70 strikt	182.3	2.44	0.03	0.69	0.03	6.92E+13	22%	-18%	16%	-21%	4%	-16%	1%
	A12 TL60 strikt	188.1	2.05	0.04	0.81	0.03	8.73E+13	42%	-15%	-2%	-8%	22%	-11%	27%
Solo LKW 26t hzG EURO-V (SCR), Beladung mix	A12 Basis	208.2	1.86	0.02	1.18	0.01	3.02E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	190.5	1.95	0.02	1.20	0.01	2.99E+13	7%	-8%	5%	-7%	2%	-7%	-1%
	A12 TL70 strikt	176.3	2.42	0.02	1.46	0.01	3.05E+13	22%	-15%	30%	-7%	24%	-33%	1%
	A12 TL60 strikt	176.8	4.09	0.02	1.24	0.01	3.48E+13	42%	-15%	120%	12%	6%	-50%	15%
Solo LKW 26t hzG EURO-VI, Beladung mix	A12 Basis	215.8	0.22	0.02	0.68	0.00	9.00E+11	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	196.7	0.23	0.02	0.70	0.00	9.61E+11	7%	-9%	7%	-7%	3%	-10%	7%
	A12 TL70 strikt	177.5	0.24	0.02	0.70	0.00	8.96E+11	22%	-18%	9%	-7%	4%	-17%	0%
	A12 TL60 strikt	185.0	0.51	0.02	0.84	0.00	1.14E+12	42%	-14%	137%	13%	23%	-10%	26%

Tabelle 2: Ergebnisse Solo LKW 26t höchstzulässiges Gesamtgewicht, Fahrzyklen abgeleitet aus Messfahrten auf der A 12

Fahrzeugkonfiguration	Zyklus	Kraftstoff- verbrauch	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)	Fahrzeit	Kraftstoff- verbrauch / CO2	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)
		[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[#/km]		Veränderung gegenüber Basiszyklus [(TL - Basis)/Basis]					
Solo LKW 12t hzG EURO-0, Beladung mix	A12 Basis	179.0	8.79	0.66	1.67	0.27	6.36E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	167.2	8.29	0.69	1.63	0.25	6.32E+13	7%	-7%	-6%	4%	-3%	-4%	-1%
	A12 TL70 strikt	149.9	7.55	0.76	1.71	0.27	6.69E+13	22%	-16%	-14%	15%	2%	3%	5%
	A12 TL60 strikt	150.7	6.98	0.96	1.99	0.30	7.04E+13	42%	-16%	-21%	45%	19%	13%	11%
Solo LKW 12t hzG EURO-I, Beladung mix	A12 Basis	153.9	5.23	0.31	0.76	0.17	6.47E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	142.6	5.01	0.30	0.72	0.16	6.41E+13	7%	-7%	-4%	-3%	-5%	-7%	-1%
	A12 TL70 strikt	125.8	4.53	0.31	0.78	0.15	6.72E+13	22%	-18%	-13%	2%	2%	-10%	4%
	A12 TL60 strikt	118.8	4.16	0.38	0.93	0.17	7.10E+13	42%	-23%	-20%	23%	23%	0%	10%
Solo LKW 12t hzG EURO-II, Beladung mix	A12 Basis	148.9	5.37	0.20	0.60	0.09	6.87E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	138.3	5.13	0.20	0.62	0.09	6.77E+13	7%	-7%	-4%	0%	3%	-4%	-1%
	A12 TL70 strikt	121.9	4.88	0.19	0.70	0.08	6.99E+13	22%	-18%	-9%	-1%	15%	-11%	2%
	A12 TL60 strikt	109.7	4.84	0.21	0.77	0.08	6.79E+13	42%	-26%	-10%	9%	28%	-15%	-1%
Solo LKW 12t hzG EURO-III, Beladung mix	A12 Basis	158.6	3.47	0.18	0.62	0.08	1.05E+14	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	147.6	3.44	0.18	0.63	0.08	1.03E+14	7%	-7%	-1%	-1%	1%	-1%	-2%
	A12 TL70 strikt	128.9	3.64	0.17	0.65	0.08	1.05E+14	22%	-19%	5%	-5%	5%	-9%	1%
	A12 TL60 strikt	122.9	3.32	0.21	0.72	0.08	1.12E+14	42%	-23%	-4%	18%	16%	1%	7%
Solo LKW 12t hzG EURO-IV (AGR), Beladung mix	A12 Basis	160.2	2.34	0.03	0.41	0.02	4.25E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	143.8	2.43	0.02	0.43	0.02	4.66E+13	7%	-10%	4%	-24%	5%	-10%	10%
	A12 TL70 strikt	125.8	2.65	0.02	0.43	0.02	4.42E+13	22%	-21%	13%	-29%	5%	-19%	4%
	A12 TL60 strikt	116.0	3.06	0.03	0.60	0.02	4.03E+13	42%	-28%	31%	-16%	47%	-2%	-5%
Solo LKW 12t hzG EURO-IV (SCR), Beladung mix	A12 Basis	152.2	1.91	0.01	0.77	0.01	1.90E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	136.8	1.52	0.01	0.77	0.01	1.91E+13	7%	-10%	-21%	-13%	1%	2%	0%
	A12 TL70 strikt	122.2	1.79	0.01	0.92	0.01	1.94E+13	22%	-20%	-6%	-12%	19%	-24%	2%
	A12 TL60 strikt	112.7	1.92	0.01	1.20	0.01	2.00E+13	42%	-26%	0%	-25%	56%	-40%	5%
Solo LKW 12t hzG EURO-V (AGR), Beladung mix	A12 Basis	161.4	1.38	0.03	0.41	0.02	4.32E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	144.8	1.44	0.02	0.43	0.02	4.73E+13	7%	-10%	4%	-24%	4%	-11%	9%
	A12 TL70 strikt	126.8	1.57	0.02	0.43	0.02	4.47E+13	22%	-21%	14%	-29%	4%	-20%	4%
	A12 TL60 strikt	117.0	1.81	0.03	0.60	0.02	4.07E+13	42%	-28%	31%	-16%	46%	-3%	-6%
Solo LKW 12t hzG EURO-V (SCR), Beladung mix	A12 Basis	151.6	1.16	0.01	0.77	0.01	1.94E+13	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	136.3	0.99	0.01	0.77	0.01	1.93E+13	7%	-10%	-14%	-12%	0%	1%	0%
	A12 TL70 strikt	122.0	1.28	0.01	0.91	0.01	1.96E+13	22%	-20%	10%	-11%	19%	-26%	1%
	A12 TL60 strikt	112.8	1.46	0.01	1.19	0.01	2.01E+13	42%	-26%	25%	-25%	55%	-44%	4%
Solo LKW 12t hzG EURO-VI, Beladung mix	A12 Basis	157.0	0.13	0.01	0.43	0.00	5.65E+11	---	---	---	---	---	---	---
	A12 TL80 strikt	140.8	0.13	0.01	0.44	0.00	6.14E+11	7%	-10%	-2%	-11%	4%	-12%	9%
	A12 TL70 strikt	123.4	0.13	0.01	0.44	0.00	5.79E+11	22%	-21%	-2%	-10%	4%	-21%	2%
	A12 TL60 strikt	114.1	0.13	0.01	0.61	0.00	5.25E+11	42%	-27%	-3%	-25%	43%	-7%	-7%

Tabelle 3: Ergebnisse Solo LKW 12t höchstzulässiges Gesamtgewicht, Fahrzyklen abgeleitet aus Messfahrten auf der A 12

Fahrzeugkonfiguration	Zyklus	Kraftstoff- verbrauch	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)	Fahrzeit	Kraftstoff- verbrauch / CO2	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)
		[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[/km]		Veränderung gegenüber Basiszyklus [(TL - Basis)/Basis]					
Last-/Sattelzug EURO-0, Beladung mix	HBEFA Basis	260.9	11.44	0.48	1.43	0.36	1.01E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	241.9	10.63	0.48	1.51	0.36	1.10E+14	8%	-7%	-7%	0%	5%	2%	9%
	HBEFA TL70 strikt	229.6	10.28	0.54	1.78	0.40	1.12E+14	23%	-12%	-10%	13%	24%	13%	11%
	HBEFA TL60 strikt	235.9	10.00	0.74	1.91	0.40	1.19E+14	44%	-10%	-13%	55%	33%	13%	18%
Last-/Sattelzug EURO-I, Beladung mix	HBEFA Basis	228.3	8.39	0.46	1.15	0.25	1.02E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	212.2	8.07	0.47	1.09	0.24	1.11E+14	8%	-7%	-4%	1%	-5%	-5%	9%
	HBEFA TL70 strikt	196.4	7.50	0.53	1.32	0.25	1.13E+14	23%	-14%	-11%	15%	15%	1%	11%
	HBEFA TL60 strikt	193.1	7.19	0.65	1.65	0.28	1.20E+14	44%	-15%	-14%	42%	44%	11%	18%
Last-/Sattelzug EURO-II, Beladung mix	HBEFA Basis	224.7	8.64	0.30	1.05	0.14	1.09E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	208.2	8.59	0.30	1.16	0.14	1.16E+14	8%	-7%	-1%	0%	11%	2%	6%
	HBEFA TL70 strikt	191.2	8.59	0.33	1.30	0.14	1.17E+14	23%	-15%	-1%	10%	24%	-1%	8%
	HBEFA TL60 strikt	187.5	8.34	0.41	1.24	0.13	1.26E+14	44%	-17%	-4%	37%	18%	-8%	15%
Last-/Sattelzug EURO-III, Beladung mix	HBEFA Basis	233.5	6.07	0.26	1.05	0.12	1.66E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	216.0	6.48	0.26	1.07	0.13	1.75E+14	8%	-7%	7%	-2%	1%	0%	5%
	HBEFA TL70 strikt	197.1	8.75	0.28	1.14	0.12	1.77E+14	23%	-16%	44%	7%	8%	-3%	7%
	HBEFA TL60 strikt	195.7	7.88	0.34	1.14	0.13	1.89E+14	44%	-16%	30%	28%	8%	2%	14%
Last-/Sattelzug EURO-IV (AGR), Beladung mix	HBEFA Basis	229.7	4.28	0.04	0.70	0.03	7.51E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	212.3	4.61	0.03	0.69	0.03	7.26E+13	8%	-8%	8%	-9%	-1%	-2%	-3%
	HBEFA TL70 strikt	204.8	5.47	0.04	1.00	0.04	6.79E+13	24%	-11%	28%	10%	44%	29%	-10%
	HBEFA TL60 strikt	191.5	4.95	0.04	0.94	0.03	7.54E+13	44%	-17%	16%	10%	35%	-3%	0%
Last-/Sattelzug EURO-IV (SCR), Beladung mix	HBEFA Basis	219.4	2.20	0.02	1.34	0.02	3.13E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	204.9	2.17	0.02	1.53	0.02	3.23E+13	8%	-7%	-1%	1%	14%	-14%	3%
	HBEFA TL70 strikt	194.8	2.33	0.02	2.27	0.02	3.38E+13	23%	-11%	6%	-7%	69%	-17%	8%
	HBEFA TL60 strikt	187.3	4.00	0.02	1.72	0.01	3.56E+13	44%	-15%	82%	3%	28%	-53%	14%
Last-/Sattelzug EURO-V (AGR), Beladung mix	HBEFA Basis	231.0	2.53	0.04	0.70	0.03	7.62E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	213.9	2.74	0.04	0.70	0.03	7.33E+13	8%	-7%	8%	-8%	-1%	-2%	-4%
	HBEFA TL70 strikt	206.0	3.24	0.04	1.01	0.04	6.86E+13	24%	-11%	28%	12%	43%	28%	-10%
	HBEFA TL60 strikt	193.3	2.94	0.04	0.95	0.03	7.62E+13	44%	-16%	16%	11%	35%	-3%	0%
Last-/Sattelzug EURO-V (SCR), Beladung mix	HBEFA Basis	218.3	1.49	0.02	1.33	0.02	3.17E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	204.4	1.61	0.02	1.53	0.02	3.25E+13	8%	-6%	8%	1%	14%	-16%	3%
	HBEFA TL70 strikt	194.5	1.81	0.02	2.25	0.02	3.41E+13	24%	-11%	22%	-7%	69%	-19%	8%
	HBEFA TL60 strikt	187.6	3.10	0.02	1.71	0.01	3.60E+13	44%	-14%	108%	3%	29%	-55%	14%
Last-/Sattelzug EURO-VI, Beladung mix	HBEFA Basis	223.8	0.23	0.02	0.71	0.00	9.92E+11	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	208.0	0.22	0.02	0.71	0.00	9.49E+11	8%	-7%	-3%	2%	0%	-1%	-4%
	HBEFA TL70 strikt	199.6	0.22	0.02	1.01	0.00	8.85E+11	24%	-11%	-6%	-7%	42%	25%	-11%
	HBEFA TL60 strikt	188.9	0.27	0.02	0.96	0.00	9.82E+11	44%	-16%	18%	3%	35%	-3%	-1%

Tabelle 4: Ergebnisse Last- und Sattelzüge, Fahrzyklen abgeleitet aus dem HBEFA

Fahrzeugkonfiguration	Zyklus	Kraftstoff- verbrauch	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)	Fahrzeit	Kraftstoff- verbrauch / CO2	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)
		[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[#/km]		Veränderung gegenüber Basiszyklus [(TL - Basis)/Basis]					
Solo LKW 26t hzG EURO-0, Beladung mix	HBEFA Basis	250.3	10.47	0.56	1.44	0.34	1.03E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	232.3	9.55	0.57	1.53	0.34	1.04E+14	8%	-7%	-9%	1%	6%	1%	1%
	HBEFA TL70 strikt	261.3	9.16	0.98	2.43	0.48	1.60E+14	24%	4%	-13%	75%	69%	39%	55%
	HBEFA TL60 strikt	239.2	8.68	0.88	2.15	0.40	1.18E+14	44%	-4%	-17%	57%	50%	18%	14%
Solo LKW 26t hzG EURO-I, Beladung mix	HBEFA Basis	214.8	7.52	0.50	1.16	0.25	1.07E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	197.8	7.19	0.49	1.15	0.24	1.06E+14	8%	-8%	-4%	-2%	0%	-4%	-1%
	HBEFA TL70 strikt	179.4	6.61	0.53	1.30	0.23	1.07E+14	24%	-16%	-12%	6%	13%	-7%	0%
	HBEFA TL60 strikt	189.8	6.55	0.68	1.64	0.29	1.20E+14	44%	-12%	-13%	36%	42%	16%	12%
Solo LKW 26t hzG EURO-II, Beladung mix	HBEFA Basis	209.1	7.80	0.32	0.90	0.14	1.14E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	193.8	7.55	0.32	0.98	0.14	1.12E+14	8%	-7%	-3%	-1%	9%	1%	-2%
	HBEFA TL70 strikt	174.7	7.38	0.32	1.01	0.12	1.11E+14	24%	-16%	-5%	0%	12%	-12%	-3%
	HBEFA TL60 strikt	179.7	6.99	0.45	1.15	0.13	1.26E+14	44%	-14%	-10%	38%	27%	-5%	11%
Solo LKW 26t hzG EURO-III, Beladung mix	HBEFA Basis	219.8	5.03	0.29	0.98	0.13	1.73E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	204.5	5.07	0.29	1.00	0.13	1.69E+14	8%	-7%	1%	-3%	2%	0%	-2%
	HBEFA TL70 strikt	182.3	5.71	0.27	0.96	0.11	1.66E+14	24%	-17%	13%	-8%	-2%	-14%	-4%
	HBEFA TL60 strikt	191.7	4.92	0.42	1.29	0.15	1.91E+14	44%	-13%	-2%	42%	31%	11%	11%
Solo LKW 26t hzG EURO-IV (AGR), Beladung mix	HBEFA Basis	221.8	3.48	0.04	0.65	0.03	6.91E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	196.0	3.64	0.03	0.64	0.03	7.49E+13	8%	-12%	4%	-32%	-2%	-20%	8%
	HBEFA TL70 strikt	177.5	4.06	0.03	0.70	0.03	6.98E+13	24%	-20%	16%	-27%	7%	-22%	1%
	HBEFA TL60 strikt	185.3	3.45	0.04	0.84	0.03	8.95E+13	44%	-16%	-1%	-6%	28%	-10%	29%
Solo LKW 26t hzG EURO-IV (SCR), Beladung mix	HBEFA Basis	208.2	2.63	0.02	1.09	0.02	3.15E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	186.2	2.52	0.02	1.06	0.02	3.05E+13	8%	-11%	-4%	-8%	-3%	0%	-3%
	HBEFA TL70 strikt	173.1	3.31	0.02	1.36	0.01	3.07E+13	24%	-17%	26%	-3%	25%	-38%	-3%
	HBEFA TL60 strikt	174.0	5.21	0.02	1.22	0.01	3.49E+13	44%	-16%	98%	20%	12%	-58%	11%
Solo LKW 26t hzG EURO-V (AGR), Beladung mix	HBEFA Basis	223.7	2.06	0.04	0.66	0.03	7.02E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	198.0	2.16	0.03	0.65	0.03	7.58E+13	8%	-11%	5%	-31%	-1%	-20%	8%
	HBEFA TL70 strikt	178.8	2.40	0.03	0.70	0.03	7.07E+13	24%	-20%	16%	-27%	6%	-23%	1%
	HBEFA TL60 strikt	187.7	2.06	0.04	0.85	0.03	9.09E+13	44%	-16%	0%	-6%	28%	-10%	29%
Solo LKW 26t hzG EURO-V (SCR), Beladung mix	HBEFA Basis	207.6	1.71	0.02	1.09	0.02	3.20E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	186.1	1.89	0.02	1.07	0.01	3.08E+13	8%	-10%	10%	-7%	-2%	-2%	-4%
	HBEFA TL70 strikt	172.9	2.62	0.02	1.36	0.01	3.10E+13	24%	-17%	53%	-3%	24%	-40%	-3%
	HBEFA TL60 strikt	174.5	4.53	0.02	1.24	0.01	3.54E+13	44%	-16%	164%	21%	14%	-60%	10%
Solo LKW 26t hzG EURO-VI, Beladung mix	HBEFA Basis	217.9	0.21	0.02	0.68	0.00	9.17E+11	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	193.7	0.24	0.02	0.68	0.00	9.83E+11	8%	-11%	12%	-5%	-1%	-18%	7%
	HBEFA TL70 strikt	173.9	0.23	0.02	0.71	0.00	9.15E+11	24%	-20%	9%	-2%	4%	-25%	0%
	HBEFA TL60 strikt	184.7	0.51	0.02	0.87	0.00	1.18E+12	44%	-15%	139%	22%	28%	-9%	28%

Tabelle 5: Ergebnisse Solo LKW 26t höchstzulässiges Gesamtgewicht, Fahrzyklen abgeleitet aus dem HBEFA

Fahrzeugkonfiguration	Zyklus	Kraftstoff- verbrauch	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)	Fahrzeit	Kraftstoff- verbrauch / CO2	NOx	HC	CO	Partikel- masse (mot.)	Partikel- anzahl (mot.)
		[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[#/km]		Veränderung gegenüber Basiszyklus [(TL - Basis)/Basis]					
Solo LKW 12t hzG EURO-0, Beladung mix	HBEFA Basis	179.2	8.97	0.62	1.46	0.24	6.25E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	164.5	8.39	0.64	1.48	0.24	6.28E+13	8%	-8%	-6%	3%	1%	-1%	1%
	HBEFA TL70 strikt	151.3	7.53	0.80	1.74	0.28	6.84E+13	24%	-16%	-16%	29%	19%	17%	10%
	HBEFA TL60 strikt	151.9	6.84	1.03	2.05	0.30	7.15E+13	44%	-15%	-24%	65%	41%	26%	14%
Solo LKW 12t hzG EURO-I, Beladung mix	HBEFA Basis	155.9	5.36	0.29	0.63	0.16	6.30E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	141.8	5.07	0.29	0.66	0.15	6.51E+13	8%	-9%	-5%	-2%	4%	-3%	3%
	HBEFA TL70 strikt	125.4	4.49	0.33	0.79	0.15	6.92E+13	24%	-20%	-16%	11%	26%	-3%	10%
	HBEFA TL60 strikt	117.6	4.07	0.39	0.96	0.16	7.17E+13	44%	-25%	-24%	32%	53%	2%	14%
Solo LKW 12t hzG EURO-II, Beladung mix	HBEFA Basis	151.3	5.52	0.19	0.54	0.09	6.79E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	137.9	5.21	0.20	0.64	0.09	7.04E+13	8%	-9%	-6%	3%	18%	5%	4%
	HBEFA TL70 strikt	121.0	4.90	0.21	0.66	0.08	7.22E+13	24%	-20%	-11%	9%	22%	-8%	6%
	HBEFA TL60 strikt	109.8	4.89	0.23	0.71	0.07	7.04E+13	44%	-27%	-12%	21%	32%	-17%	4%
Solo LKW 12t hzG EURO-III, Beladung mix	HBEFA Basis	161.7	3.49	0.17	0.55	0.08	1.05E+14	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	147.6	3.44	0.18	0.62	0.09	1.08E+14	8%	-9%	-1%	3%	13%	9%	2%
	HBEFA TL70 strikt	127.8	3.58	0.17	0.62	0.08	1.09E+14	24%	-21%	3%	2%	12%	-4%	3%
	HBEFA TL60 strikt	121.1	3.27	0.20	0.64	0.08	1.11E+14	44%	-25%	-6%	17%	16%	-5%	6%
Solo LKW 12t hzG EURO-IV (AGR), Beladung mix	HBEFA Basis	161.8	2.36	0.03	0.40	0.02	4.31E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	140.8	2.43	0.02	0.40	0.02	4.76E+13	8%	-13%	3%	-36%	1%	-21%	10%
	HBEFA TL70 strikt	125.6	2.65	0.02	0.44	0.02	4.49E+13	24%	-22%	13%	-30%	10%	-20%	4%
	HBEFA TL60 strikt	113.1	3.04	0.03	0.60	0.02	3.96E+13	44%	-30%	29%	-12%	50%	-18%	-8%
Solo LKW 12t hzG EURO-IV (SCR), Beladung mix	HBEFA Basis	154.2	1.87	0.01	0.78	0.01	2.00E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	133.5	1.23	0.01	0.67	0.01	1.95E+13	8%	-13%	-34%	-19%	-14%	15%	-2%
	HBEFA TL70 strikt	121.4	1.81	0.01	0.88	0.01	1.96E+13	24%	-21%	-3%	-12%	13%	-26%	-2%
	HBEFA TL60 strikt	111.3	2.01	0.01	0.99	0.00	2.05E+13	44%	-28%	7%	-28%	28%	-52%	3%
Solo LKW 12t hzG EURO-V (AGR), Beladung mix	HBEFA Basis	163.0	1.40	0.03	0.41	0.02	4.38E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	141.9	1.44	0.02	0.41	0.02	4.81E+13	8%	-13%	3%	-36%	0%	-22%	10%
	HBEFA TL70 strikt	126.4	1.57	0.02	0.45	0.02	4.56E+13	24%	-22%	13%	-30%	10%	-21%	4%
	HBEFA TL60 strikt	114.2	1.81	0.03	0.60	0.02	3.99E+13	44%	-30%	30%	-12%	48%	-20%	-9%
Solo LKW 12t hzG EURO-V (SCR), Beladung mix	HBEFA Basis	153.2	1.12	0.01	0.77	0.01	2.04E+13	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	133.1	0.83	0.01	0.67	0.01	1.97E+13	8%	-13%	-26%	-18%	-13%	12%	-3%
	HBEFA TL70 strikt	121.2	1.35	0.01	0.87	0.01	1.99E+13	24%	-21%	20%	-10%	14%	-28%	-3%
	HBEFA TL60 strikt	111.4	1.47	0.01	0.99	0.00	2.07E+13	44%	-27%	30%	-28%	29%	-56%	1%
Solo LKW 12t hzG EURO-VI, Beladung mix	HBEFA Basis	158.6	0.13	0.01	0.42	0.00	5.74E+11	---	---	---	---	---	---	---
	HBEFA TL80 strikt	138.5	0.13	0.01	0.42	0.00	6.21E+11	8%	-13%	-4%	-15%	-2%	-22%	8%
	HBEFA TL70 strikt	122.7	0.14	0.01	0.46	0.00	5.93E+11	24%	-23%	1%	-7%	8%	-24%	3%
	HBEFA TL60 strikt	111.5	0.12	0.01	0.62	0.00	5.14E+11	44%	-30%	-9%	-26%	46%	-22%	-10%

Tabelle 6: Ergebnisse Solo LKW 12t höchstzulässiges Gesamtgewicht, Fahrzyklen abgeleitet aus dem HBEFA

4. Literaturverzeichnis

- [1] Pumberger A., Fessl T. Authried N.: LKW-Geschwindigkeitsverhalten auf Autobahnen. Er-stellt vom Kuratorium für Verkehrssicherheit im Auftrag der Kammer für Arbeiter und An-gestellte für Wien und der ASFINAG. Wien, 1.Dezember 2010.
- [2] Hausberger S., Rexeis M., Zallinger M., Luz R.: Emission Factors from the Model PHEM for the HBEFA Version 3. Report Nr. I-20/2009 Haus-Em 33/08/679 from 07.12.2009
- [3] Rexeis M.: Ascertainment of Real World Emissions of Heavy Duty Vehicles. Disserta-tion, Institute for Internal Combustion Engines and Thermodynamics, Graz University of Technology. October 2009
- [4] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 3.1 (Januar 2010); <http://www.hbefa.net/>
- [5] Herry M. et al: Pkw- und Lkw-Erhebung auf der A12 in Kundl und Radfeld im Herbst 2008; Lkw-Erhebung am Brenner im Herbst 2008. Ergebnisbericht im Auftrag von Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Verkehrsplanung; Wien; Oktober 2009