



Umweltbewertungssystem Auto-Umweltliste

Februar 2018

1	Einleitung	4
2	Das Umweltbewertungssystem	5
2.1	Die Umweltwirkungskategorien	5
2.1.1	Kategorie A: CO ₂ - Treibhauseffekt	5
2.1.2	Kategorie B: Verkehrslärm	5
2.1.3	Kategorie C: Belastung Mensch durch Luftschadstoffe.....	6
2.1.4	Kategorie D: Belastung Natur durch Luftschadstoffe	6
2.2	So wird das EcoRating berechnet	6
2.2.1	Kategorie A: CO ₂ - Treibhauseffekt	6
2.2.2	Kategorie B: Verkehrslärm	6
2.2.3	Kategorien C und D: Luftschadstoffe	6
2.3	ECO-Punkte.....	7
3	Umweltbewertungssystem und Datengrundlage	8
3.1	Datengrundlagen.....	8
3.1.1	Typspezifische Datengrundlagen.....	8
3.1.2	Grenzwerte für limitierte Schadstoffe.....	9
3.1.3	Kraftstoffverbrauchswerte und CO ₂	10
3.1.4	Lärmwerte	10
3.2	Ermittlung der Relevanz der Wirkungskategorien.....	10
3.2.1	Treibhauseffekt	11
3.2.2	Belastung des Menschen - Kanzerogene	11
3.2.3	Belastung des Menschen - andere Schadstoffe	12
3.2.4	Belastung des Menschen - Lärm	12
3.2.5	Belastung der Natur	12
3.2.6	Vergleich Modellrechnungen mit Umweltzielen	12
3.2.7	Bewertung der Umweltwirkungskategorien	14
3.3	Bewertungsmethode	14
3.3.1	Grenzwerte für limitierte Schadstoffe und daraus abgeleitete Schadstoffwerte	15
3.3.2	Lärmwerte	15
3.3.3	Kohlendioxid	15
3.3.4	Höchstgeschwindigkeit	15
4	Anpassungen des Umweltbewertungssystems seit 1996	16
4.1	Anpassung 1999	16
4.2	Überarbeitung 2001	16
4.3	Anpassung 2004	18
4.3.1	Diesel-Fahrzeuge nach Euro4, ohne Partikelfilter	18
4.3.2	Neue Gesamtgewichtung	18
4.4	Überarbeitung 2009	19
4.4.1	Geänderte Rahmenbedingungen	19
4.4.2	CO ₂ -Emissionen	19
4.4.3	Stickstoffoxide	19
4.4.4	Partikelemissionen	20
4.4.5	Umweltkategorien und deren Gewichtung.....	20
4.4.6	Bewertung	21
4.5	Anpassung 2011	22
4.5.1	Messverfahren für leichte Nutzfahrzeuge	22
4.6	Anpassung 2012	23
4.6.1	Benzin-Direkteinspritzer	23
4.7	Anpassung 2013	24
4.7.1	Benzin Direkteinspritzer.....	24
4.8	Anpassung 2016	25
4.8.1	Bewertung Dieselfahrzeuge.....	25

4.9	Anpassung 2018	26
4.9.1	Einführung Euro 6d-TEMP	26
4.9.2	Neues Bewertungssystem für Elektroautos	27
4.9.3	Neues Bewertungssystem für Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge	29

1 Einleitung

Die Auto-Umweltliste des VCS Verkehrsclub der Schweiz verwendet für die Umweltbewertung von Personenwagen ein vom Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU) in Heidelberg entwickeltes System, das sich auf den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse stützt. Es wurde 1996 von den Verkehrsclubs in Deutschland, Österreich und der Schweiz (VCD, VCÖ und VCS) sowie vom Umweltbundesamt Berlin in Auftrag gegeben und seither mehrfach aktualisiert.

Im Kapitel 2 wird die Herleitung der Ecorating-Berechnung detailliert aufgezeigt.

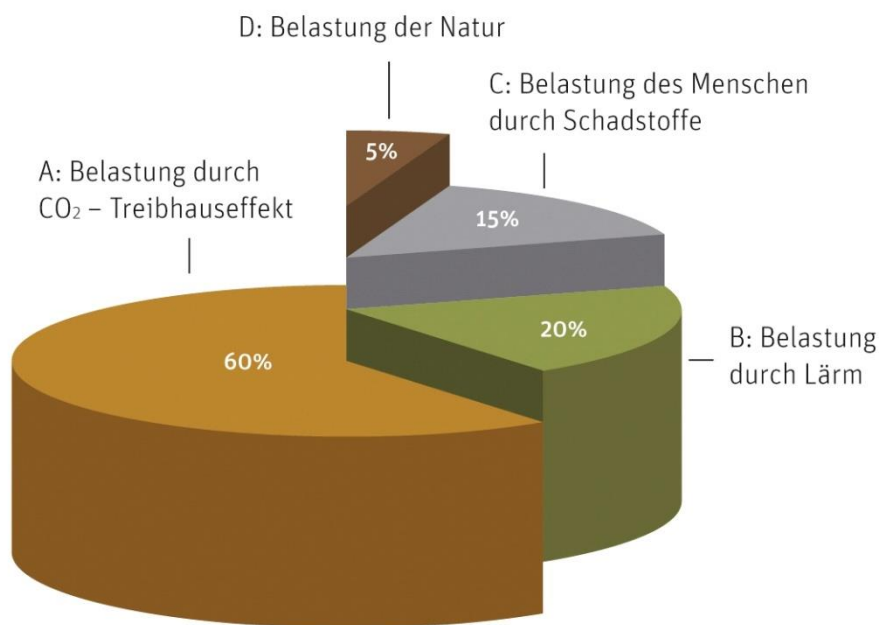
Kapitel 3 umfasst die ausführliche Begründung der Berechnungen und Gewichtungen, wie sie vom IFEU 1996 erstellt wurde.

Kapitel 4 gibt Auskunft über die seit 1996 erfolgten Anpassungen.

2 Das Umweltbewertungssystem

Das Umweltbewertungssystem erlaubt es, die Umweltbelastung von Neuwagen umfassend zu bewerten. Als Grundlage für die Bewertung dienen vergleichbare und für alle Fahrzeuge erhältliche Daten zu Kohlendioxid- und Schadstoffausstoss sowie zu Lärm. Dabei werden die Schadstoffe innerhalb von Umweltwirkungskategorien mit ähnlichen Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit gruppiert. Für die Berechnung des Totals werden vier Kategorien (A bis D) bewertet und gewichtet (s. Grafik).

Gewichtung der Umweltwirkungen



2.1 Die Umweltwirkungskategorien

2.1.1 Kategorie A: CO₂ - Treibhauseffekt

Der Mensch hat durch seine Emissionen den natürlichen Kohlendioxid **CO₂**-Anteil der Luft seit Beginn des Industriezeitalters bereits um rund 20 Prozent erhöht. Dies führt zu einer Klimaerwärmung mit unabsehbaren Folgen. Der **CO₂**-Ausstoss von Autos hängt vom Treibstoffverbrauch ab. Der Verkehr ist der wichtigste **CO₂**-Emittent. In der Schweiz ist er für rund einen Drittel des **CO₂**-Ausstosses verantwortlich - mit nach wie vor steigender Tendenz.

2.1.2 Kategorie B: Verkehrslärm

In Europa fühlen sich rund zwei Drittel der Bevölkerung durch Lärm belästigt, hauptsächlich durch Verkehrslärm. Für diesen ist zu drei Vierteln der Strassenverkehr verantwortlich. Ein erheblicher Teil der Bevölkerung ist mit Schallpegeln belastet, die über den gesetzlichen Grenzwerten liegen. Chronischer Lärm führt zu Stressreaktionen und kann die Gesundheit beeinträchtigen.

2.1.3 Kategorie C: Belastung Mensch durch Luftschadstoffe

Die Reinigungstechnik zur Beseitigung von gesundheitsschädigenden Schadstoffen aus den Autoabgasen hat riesige Fortschritte gemacht. Bei Autos mit Ottomotoren (Benzin, Gas) messen wir nur noch beim Kaltstart kurzzeitig kritische Emissionen. Dieselfahrzeuge weisen hingegen bei Stickoxiden noch sehr hohe Emissionswerte auf. Stickoxide gefährden die Gesundheit. Sie können Atemwegerkrankungen und Infektionskrankheiten auslösen. Vor allem bei Kindern führt Stickoxid zu einer schlechteren Entwicklung der Atemwege und schwächt die Infektionsabwehr. Stickoxide spielen zudem bei der Bildung von Ozon (Sommersmog) eine wichtige Rolle.

2.1.4 Kategorie D: Belastung Natur durch Luftschadstoffe

Zur Belastung der Natur gehören die Überdüngung und Versauerung der Böden und Gewässer sowie Schäden durch hohe Ozonkonzentrationen. Leitsubstanzen für die Belastung der Natur sind die Stickoxide. Schwefeldioxyde spielen bei der Belastung der Natur gegenüber den Stickoxiden eine deutlich untergeordnete Rolle und fließen deshalb nicht in die Bewertung ein.

2.2 So wird das EcoRating berechnet

Die Umweltwirkungskategorien sowie die verschiedenen Emissionen werden in unterschiedlichen Einheiten gemessen. Deshalb wird zur Normierung bzw. zur Erreichung einer guten Vergleichbarkeit ein Punktebewertungssystem angewendet, welches umweltfreundlichere Fahrzeuge mit einer höheren Punktezahl belohnt.

Die Bewertung erfolgt zunächst für jede der Umweltwirkungskategorien (A bis D) einzeln auf einer Skala von 0 (schlechtester Wert) bis 10 (bester Wert). Dabei orientiert sich die Bewertung an vorhandenen Umweltzielen (vgl. Kapitel 3).

2.2.1 Kategorie A: CO₂ - Treibhauseffekt

Die Bewertung beruht auf den CO₂-Emissionen der Fahrzeuge. Die Skala variiert zwischen 10 Punkten für 60 Gramm CO₂-Emissionen pro Kilometer (dies entspricht rund 2.6 Liter Benzin- oder 2.3 Liter Dieserverbrauch pro 100 km) und null Punkten für 180 Gramm CO₂-Emissionen pro Kilometer. Viele Vans stossen über 180 Gramm CO₂ aus und weisen daher in dieser Kategorie Minuspunkte auf.

2.2.2 Kategorie B: Verkehrslärm

Die Bewertung beruht auf den Lärm-Typenprüfwerten der Fahrzeuge. Die Skala variiert zwischen 10 Punkten für maximal 65 dB(A) und null Punkten ab 75 dB(A).

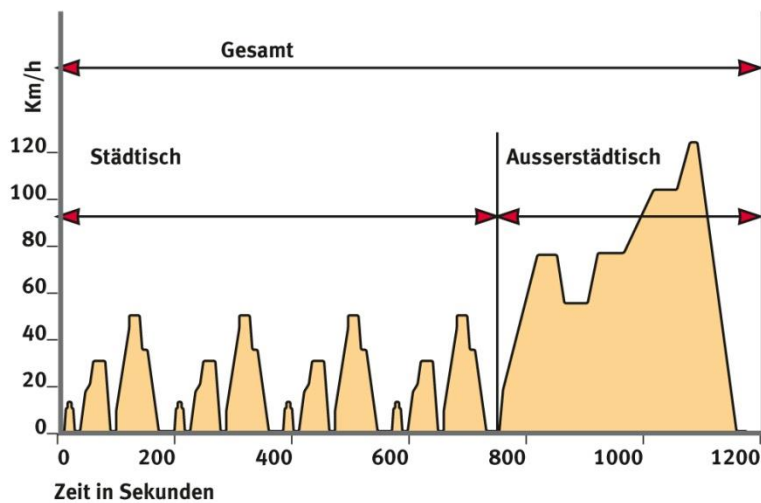
2.2.3 Kategorien C und D: Luftschadstoffe

Die zwei Umweltwirkungskategorien werden nach dem gleichen Schema bewertet. Ausschlaggebend für die Bewertungspunkte ist die Schadstoff-Emissionsklasse (Eurogrenzwertstufe Euro 4, Euro 5, Euro 6), der das Fahrzeug angehört.

Emissionsklassen

Emissionsklasse	Gesundheit	Natur – NOx
Euro 4 Benzin	9.13	6.8
Euro 4 Diesel	5.0	0.0
Euro 5 Benzin	9.35	7.6
Euro 5 Diesel	6.4	2.8
Euro 6 Diesel	8.4	6.8

Neuer Europäischer Fahrzyklus



Mit dem neuen Europäischen Test-Fahrzyklus (NEFZ) wird eine durchschnittliche Autofahrt simuliert, um dabei Verbrauch und CO₂-Emissionen zu ermitteln. Der Testzyklus wird oft als praxisfern kritisiert, weil er «lahme» Beschleunigungsphasen aufweist und eine Tempospitze von 120 km/h über lediglich wenige Sekunden abdeckt. Trotzdem ist er aufgrund der normierten Messweise ideal, um verschiedene Modelle miteinander zu vergleichen.

2.3 ECO-Punkte

Für die Gesamtbewertung (ECO-Punkte) eines Autos werden die Punkte der einzelnen Umweltwirkungskategorien gewichtet (vgl. Grafik 1) und addiert. Je **mehr** Punkte ein Fahrzeug aufweist, desto weniger umweltschädlich ist es. Zur besseren Lesbarkeit werden die Punkte für die Gesamtbewertung mit dem Faktor 10 multipliziert. Eine grafische Bewertung (ECO-Stars) rundet die Bewertung ab.

3 Umweltbewertungssystem und Datengrundlage

Das folgende Kapitel enthält eine Zusammenfassung des vom Institut für Energie-Umweltforschung in Heidelberg (IFEU) entwickelten Umweltbewertungssystems für Personenwagen.

Ziel der 1996 beim IFEU in Auftrag gegebenen Studie war es,

- zu untersuchen, welche Umweltwirkungen der Pkw berücksichtigt werden sollten
- darzustellen, welche Daten zur Beschreibung dieser Umweltwirkungen vorliegen
- die Grundlagen für die Erstellung einer neuen Bewertungsmethode zu legen

3.1 Datengrundlagen

Aufgabe ist es, eine Rangordnung der auf dem Markt erhältlichen neuen Pkw unter dem Aspekt ihrer Umweltwirkungen anzugeben. Dazu muss festgelegt werden, welche Umweltaspekte wie berücksichtigt und wie sie untereinander gewichtet bzw. bewertet werden.

Eine vergleichende Umweltbewertung von Neufahrzeugen kann aus Aufwandsgründen nur solche Daten verwenden, die relativ einfach verfügbar sind. Es ist damit nicht möglich, die Fahrzeuge aufgrund der Erfassung aller Stoffströme während des gesamten Lebensweges - das sind bei Pkw die Bereiche Produktion, Nutzung, Entsorgung - zu bewerten, sondern es müssen die relevanten Bereiche herausgegriffen und dort auf allgemein verfügbare Daten zurückgegriffen werden.

Die **Produktion** der Fahrzeuge hat heute einen Anteil von ca. 10 - 20 % am kumulierten Energieaufwand während des gesamten Lebenszyklus. Fahrzeugfeine Daten über die Anteile verschiedener Materialien (Aluminium, Kunststoff, Blech) an der Gesamtmasse der Fahrzeuge sowie die Umstände der Produktionsprozesse bei den einzelnen Herstellern können im Rahmen dieser Untersuchung weder recherchiert noch ausgewertet werden. Deshalb kann der energetische Aufwand für die Produktion der Fahrzeuge nicht bilanziert und bewertet werden. Dieses gilt verstärkt für die Ermittlung der zugehörigen Luftschadstoffemissionen. Analoges gilt für die Entsorgung.

Nicht bilanziert werden ausserdem die Emissionen der **vorgelagerten Kette**. Es sind dies insbesondere Emissionen der Raffinerie sowie Emissionen bei der Erstellung und Unterhalt der Infrastrukturen. Im Vergleich von PWs untereinander führt dies zu keinen Änderungen. Für die vergleichende Bewertung der PWs werden somit nur die Umweltwirkungen während der **Nutzung** berücksichtigt.

3.1.1 Typspezifische Datengrundlagen

Bei allen auf dem Markt angebotenen Neufahrzeugen werden zur Erteilung einer Typgenehmigung im Auftrag der europäischen Genehmigungsbehörden Emissionen, der Kraftstoffverbrauch sowie Geräusche gemessen. Stellvertretend für ähnliche Fahrzeuge durchfährt ein ausgewählter Prototyp auf dem Rollenprüfstand einen Fahrzyklus zur Ermittlung der Schadstoffemissionen und es werden die Geräuschemissionen auf der Strasse gemessen. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Messwerte der Emissionen des Prototyps unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen.

Die **Schadstoff-Typprüfwerte** sowie der **Kraftstoffverbrauch** und die **CO₂-Emissionen** werden

im «Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ)» ermittelt, welcher das reale Fahrverhalten beschreiben soll. Der NEFZ besteht zum einen aus einem *städtischen* Teil mit typischem Stop-and-go-Charakter und zum anderen aus einem *ausserstädtischen* Teil, der den Ausserortsverkehr einschließlich Autobahnen abbildet. Die Fahrkurve des NEFZ (vgl. Abbildung) ist eine vereinfachte Fahrkurve, die „durchschnittliches“ Fahrverhalten genauso wenig abbildet wie das Fahrverhalten einzelner Individuen. Insbesondere die Geschwindigkeiten auf Autobahnen werden nicht dargestellt, da die maximale Geschwindigkeit im Zyklus von 120 km/h nur wenige Sekunden dauert. Auch werden die im Zyklus gefahrenen Beschleunigungswerte im realen Verkehrsverhalten oft überschritten.

Aufgrund der Betonung des ersten, langsameren Testteils mit relativ hohem Leerlaufanteil werden die Innerortsemissionen relativ gut berücksichtigt. Dies ist unter dem Aspekt der Belastung menschlicher Gesundheit - hauptsächlich im Innerortsbereich - vernünftig. Der NEFZ stellt damit, trotz der oben genannten Einschränkungen, eine hinreichend gute Grundlage dar, um Autos hinsichtlich ihrer Emissionsmengen zu vergleichen.

Grafik NEFZ siehe Kap. 2.2.3

Die im NEFZ erhobenen Emissionswerte der Fahrzeugtypen für die sogenannten limitierten Schadstoffe (NO_x + HC, CO sowie Dieselpartikel) liegen zum Teil beträchtlich unter den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten. Doch leider kann die Fahrzeugauswahl bei der Messung nicht als repräsentativ angesehen werden kann. In der Typgenehmigung werden sorgfältig ausgesuchte Fahrzeuge mit neuem Katalysator vermessen. In der Produktion treten Streuungen auf, so dass sich ein konkreter Pkw aus der Serienproduktion durchaus von den Daten des gemessenen Prototyps des gleichen Fahrzeugtyps unterscheiden kann.

Zudem kann sich das Emissionsverhalten während der Lebenszeit des Fahrzeuges durch spezielle Laufleistungseinflüsse (Katalysatoralterung), Verschleiss und Defekte verändern. Diese Veränderungen werden im Rahmen der Feldüberwachung untersucht. Dabei wird deutlich, dass die Messwerte in der Feldüberwachung je nach Fahrzeug höher oder niedriger als die Messwerte bei der Typprüfung liegen können. Also kann mit den Typprüfungswerten nicht das Verhalten der Pkw im Feld charakterisiert werden.

Deshalb werden der **Bewertung der limitierten Schadstoffe** die Grenzwertstufen EURO 1, EURO 2 etc. - und nicht die gemessenen Typprüfungswerte - zugrunde gelegt.

3.1.2 Grenzwerte für limitierte Schadstoffe

Bisher wurden nur Grenzwerte für EURO 1 bis EURO 5 beschlossen. Seit 2006 ist EURO 4 für alle Neuwagen Pflicht. EURO 5 müssen Neuwagen ab 2009 erfüllen und EURO 6 soll ab 2014 gelten. Folgende Tabelle zeigt die Emissionsgrenzwerte für Personenwagen von EURO 3 bis EURO 6.

Emissionsgrenzwerte für Personenwagen						
Abgasnorm	Inkrafttreten	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km	HC+NO _x g/km	Partikel g/km
Benzin						
Euro 2	1. 10. 1996	2.20	–	–	0.50	–
Euro 3	1. 01. 2001	2.30	0.20	0.15	–	–
Euro 4	1. 10. 2006	1.00	0.10	0.08	–	–
Euro 5	2009	1.00	0.075	0.06	–	0.005
Euro 6	2014	1.00		0.06	–	0.005
Diesel						
Euro 2	1. 10. 1996	1.00	–	–	0.70/0.90*	0.08/0.10*
Euro 3	1. 01. 2001	0.64	–	0.50	0.56	0.050
Euro 4	1. 10. 2006	0.50	–	0.25	0.30	0.025
Euro 5	2009	0.50	–	0.180	0.23	0.005
Euro 6	2014	0.50	–	0.08	0.17	0.005
CO	= Kohlenmonoxid		NO _x	= Stickoxide		
HC	= Kohlenwasserstoffe		*	= mit Direkteinspritzung		

QUELLE: BAFU

3.1.3 Kraftstoffverbrauchswerte und CO₂

Die gemessenen **Kraftstoffverbrauchswerte** im NEFZ und damit die Emissionen von CO₂ dürften sich nicht stark von den Werten der Serienfahrzeuge im Gebrauch unterscheiden, zumal nach Gerichtsurteilen ein Auto als mangelhaft gilt, wenn der Kraftstoffverbrauch erheblich über den Werksangaben liegt. Die fahrzeugtypspezifischen Kraftstoffverbrauchswerte sowie die Emissionen von CO₂ können als repräsentative Daten-grundlage verwendet werden.

3.1.4 Lärmwerte

Die **Geräusch-Typprüfwerte** werden in zwei getrennten Verfahren für Stand- und Fahrgeräusch an Prototypen gemessen. Dabei wird das **Standgeräusch** im Abstand von 0,5 m von der Auspuffmündung als das lauteste Geräusch ermittelt, das sich ergibt, wenn der Motor bei stehendem Fahrzeug von $\frac{3}{4}$ bzw. $\frac{1}{2}$ der Nennleistungsdrehzahl auf Leerlaufdrehzahl zurückläuft. Die Messung des **Fahrgeräusches** soll die beschleunigte Vorbeifahrt im Stadtverkehr nachbilden. Dazu fährt ein Fahrzeug mit ca. 50 km/h an die Messstrecke heran und wird dort mit Vollgas beschleunigt. Damit geben die Geräusch-Typprüfwerte Maximalwerte der Pkw im Stadtverkehr wieder. Auf das Ausmass des Fahrgeräusches haben neben dem Motorgeräusch auch die Reifen- und Fahrbahn-beschaffenheit einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss. Das Standgeräusch dient als Referenzgeräusch zur Ermittlung der Auspuffgeräusche. Das Standgeräusch ist für die Bewertung der Lärmwirkungen eines Fahrzeuges ungeeignet. Daher wird für die Bewertung nur der Messwert des Fahrgeräusches verwendet.

3.2 Ermittlung der Relevanz der Wirkungskategorien

Zur vergleichenden Beschreibung der Umweltauswirkungen der verschiedenen Pkw müssen die wichtigsten Wirkungen herausgearbeitet werden. Die Beschreibung der Umwelteffekte bei den betrachteten Fahrzeugen muss sich an der in Kapitel 2.1 dargestellten Datenlage orientieren. Im Folgenden wird versucht aufzuführen, welches die relevanten Umweltwirkungen durch den Strassenverkehr bzw. den Pkw-Verkehr sind und mit welchen

Indikatoren sie beschrieben werden können. In einem zweiten Schritt werden Vorschläge gemacht, mit welcher Gewichtung die einzelnen Umweltwirkungen aufgrund ihrer unterschiedlichen Relevanz in ein Bewertungsverfahren eingehen könnten.

Bei der Einschätzung der ökologischen Bedeutung der einzelnen Wirkungsbereiche im Zusammenhang mit der Autobewertung spielen folgende Kriterien eine Rolle:

- Wie hoch ist das ökologische Gefährdungspotential?
- Wer oder was ist betroffen?
- Ist der Effekt irreversibel oder reversibel?
- Welche zeitliche Reichweite hat der Effekt?
- Wie gross ist die räumliche Reichweite (global, regional, lokal)?
- Welchen Anteil haben der Strassen- bzw. der PW-Verkehr an diesem Effekt?
- Welche Minderung muss erzielt werden, um die Schutzziele zu erreichen?
- Welches sind die Umweltpräferenzen der Bevölkerung?

Eine zahlenmässige Beschreibung der Relevanz dieser Kriterien ist nicht möglich. Vielmehr wird versucht, die oben genannten Wirkungskategorien zu beschreiben und Hinweise für die oben genannten Punkte zu geben, um damit eine Grundlage für die dann subjektive Abschätzung der Relevanz der einzelnen Punkte zu haben.

3.2.1 Treibhauseffekt

Der insbesondere durch die anthropogenen Kohlendioxidemissionen, aber auch durch andere klimarelevante Gase wie Methan, verursachte zusätzliche Treibhauseffekt zeigt seine erwartete Wirkung erst mittel- und langfristig. Er ist, bezogen auf mehrere Menschheitsgenerationen, irreversibel. Die Abschätzung der damit verbundenen Folgen unterliegt einer grossen Unsicherheit.

Bei den klimarelevanten Emissionen aus dem PW spielt Kohlendioxid die grösste Rolle. Methan mit einem Anteil von weit unter 5% an der Klimawirksamkeit ist demgegenüber vernachlässigbar.

Der Anteil des Verkehrs an den CO₂-Emissionen liegt in Deutschland bei etwa ¼. Die CO₂-Emissionen im gesamten Verkehrsbereich werden bei einer erwarteten Zunahme von Fahrleistung bzw. Verkehrsleistung und einer bisher nur geringen Abnahme der spezifischen Emissionen weiter ansteigen. Damit werden die Reduktionsziele (Minus 25 % zwischen 1990 und 2010 in Deutschland), wie sie für die Kohlendioxidemissionen der Gesamtheit aller Emittenten angegeben werden, mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht erreicht werden. Damit erlangt der Treibhauseffekt im Verkehrsbereich eine *grosse ökologische Bedeutung*.

3.2.2 Belastung des Menschen - Kanzerogene

Die bedeutendsten Kanzerogene sind die vorwiegend aus dem Strassenverkehr emittierten Dieselpartikel, Benzol und PAK. Diese haben in Ballungsgebieten einen Anteil am Krebsrisiko durch Luftschadstoffe von etwa 85%, in ländlichen Gebieten von 80%.

Nach den Abschätzungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) liegt das Krebsrisiko durch Dieselpartikel in Ballungsgebieten um ca. 8 und in ländlichen Gebieten ca. um den Faktor 10 höher als bei Benzol. PAK können nicht berücksichtigt werden, da keine repräsentativen Emissionsdaten für die betrachteten Fahrzeuge vorliegen. Es wird

vorgeschlagen als Indikator in der Wirkungskategorie Kanzerogene Dieselpartikel und Benzol in einer Gewichtung von 9: 1 zu verwenden, um die unterschiedliche Gefährdung zu berücksichtigen.

Das Ziel der Wahrung bzw. Wiederherstellung der Einheitlichkeit der Lebensverhältnisse ist durch eine Verminderung der Emissionen der verkehrsbedingten Kanzerogene um 99% zu erreichen. Dies ist jedoch auch bei verstärkter Durchdringung des PW-Bestandes mit EURO IV-Fahrzeugen nur teilweise erreichbar. Demnach hat die Reduktion von Benzol und Dieselpartikel eine grosse ökologische Bedeutung.

3.2.3 Belastung des Menschen - andere Schadstoffe

Erwiesenermassen führen erhöhte Stickoxidkonzentrationen zu Atemwegserkrankungen und tragen zusammen mit den Kohlenwasserstoffen in einem photochemischen Prozess zur Ozonbildung bei. Deshalb werden zur Bewertung der Umweltwirkungskategorie „Belastung des Menschen - andere Schadstoffe“ die Einzelkomponenten HC bzw. NO_x im Verhältnis 1: 1 berücksichtigt. Zum Schutz der Gesundheit, hauptsächlich zur Verminderung der erhöhten Ozonkonzentrationen (Sommersmog) ist eine Verminderung der verkehrsbezogenen Stickoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen um 80% erforderlich.

3.2.4 Belastung des Menschen - Lärm

Der Mensch ist von Lärm direkt betroffen. Lärm wirkt zwar zeitlich sofort und ohne Retentionszeit mit gewisser Reparabilität der Schäden, doch können auch längerfristige, irreparable Schäden auftreten. Lärm erzeugt akute und chronische Stressreaktionen. Zudem erhöht sich das Infarktrisiko durch Lärm.

Der Strassenverkehr hat einen grossen Anteil an der Lärmbelastung. In Deutschland fühlen sich 70% der Bewohner durch den Verkehrslärm belästigt. Modellrechnungen zeigen, dass weiterhin ein hoher Anteil der Bevölkerung mit Pegeln über 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts belastet wird. Zum Schutz der Gesundheit ist ein Abbau der Lärmbelastungen tags auf < 59 dB(A) und nachts auf < 49 dB(A) (Wohngebiete) erforderlich. Damit besteht bei der Lärmreduzierung des Verkehrs hoher Handlungsbedarf.

3.2.5 Belastung der Natur

Zur Belastung der Natur gehören die Eutrophierung, die Versauerung sowie Schäden durch hohe Ozonkonzentrationen. Als Leitsubstanzen bei der Eutrophierung wird NO_x herangezogen, bei der Versauerung spielt daneben auch Schwefeldioxid eine Rolle. Da die spezifischen Schwefeldioxidemissionen deutlich hinter der Menge und dem Effekt der Stickoxide zurückbleiben, werden die Stickoxide als alleiniger Indikator für „Naturbelastung“ verwendet. Der Anteil des Verkehrs an der Belastung der Natur ist aufgrund der geringeren Emissionsanteile bei SO₂ sowie der höheren Verdünnung kleiner als an der Belastung des Menschen. Somit schätzen wir die Bedeutung des Verkehrs an dieser Wirkungskategorie nicht so hoch ein wie bei der Belastung des Menschen.

3.2.6 Vergleich Modellrechnungen mit Umweltzielen

Grundsätzlich sollen Umweltwirkungen so gering wie möglich gehalten werden. So sieht beispielsweise das Bundesimmissionsschutzgesetz den Vorsorgegedanken entsprechend vor. Andererseits ist eine Schadstoffminderung oft mit technischem Aufwand, höheren Kosten oder mit anderen gegenläufigen Effekten verbunden. Daher muss eine Schadstoffreduktion auch immer danach beurteilt werden, wie weit der heutige oder der in einem gewissen

Zeitraum absehbare Zustand der Luftbelastung von dem entsprechenden Luftqualitätsziel entfernt ist. Aus dem Unterschied zwischen angestrebtem und unter bestimmten Randbedingungen vermutlich erreichtem Niveau geht die Notwendigkeit einer weiteren Schadstoffminderung hervor. Diese Aussage ist - gedanklich verbunden u. a. mit dem Ausmaß eines möglichen Schadens - ein wesentliches Kriterium zur Bewertung einer Schadstoffminderung.

Um eine solche Abschätzung zu ermöglichen, haben wir in drei Szenarien die Emissionsentwicklung der Schadstoffe Benzol, Dieselpartikel, Stickoxide sowie Kohlendioxid berechnet. Dazu wurde das vom IFEU-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelte Programm „TREMOD“ (Traffic Emission Estimation Model) /IFEU 1997/ eingesetzt.

Das **Szenario EURO II** entspricht der aktuellen gesetzlichen Situation: Ab 1995/96 werden EURO II-Fahrzeuge in den Markt eingeführt. Dies gilt sowohl für Pkw als auch für alle anderen Fahrzeugkategorien (Lkw, Busse etc.) außer motorisierten Zweirädern. Eine weitere Grenzwertverschärfung findet nicht statt.

Entsprechend der Planungen der EU werden im Szenario **EURO III** zusätzlich zu den EURO II Bedingungen ab dem Jahr 2000 nur noch EURO III-Fahrzeuge in den Markt eingeführt. Dies gilt sowohl für Pkw als auch für alle anderen Fahrzeugkategorien außer motorisierten Zweirädern. Weitere Änderungen finden nicht statt.

Das **Szenario EURO IV** entspricht bis zum Jahr 2005 dem Szenario EURO III. Ab 2005 werden nur noch EURO IV-Fahrzeuge in den Markt eingeführt. Dies gilt sowohl für Pkw als auch für alle anderen Fahrzeugkategorien außer motorisierten Zweirädern.

Bei der Berechnung der CO₂-Emissionen wurde eine Absenkung der durchschnittlichen Emissionen der neuzugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeuge von 1% jährlich ab 1996 angenommen. Dies entspricht einer Minderung der durchschnittlichen Verbräuche und damit der CO₂-Emissionen dieser Fahrzeuge zwischen 1996 und 2020 um 20%.

In allen Szenarien wird eine Erhöhung des Dieselanteils an der Fahrleistung der Pkw zwischen 1990 und 2010 von 15 auf 26 % unterstellt.

Das Modell berücksichtigt alle relevanten Parameter der Bestandeszusammensetzung, der Verkehrszusammensetzung sowie weitere Faktoren (Katalysatoralterung, Steigungen/Gefälle, Verkehrsbelastungen). Die Fahrleistungsentwicklung der einzelnen Fahrzeugkategorien wurde auf Grundlage einer Untersuchung des IFO-Institutes /IFO 1995/ modelliert.

Auf der Grundlage der obigen Szenarienbedingungen wurden jeweils die Emissionen des Straßenverkehrs und des Pkw-Verkehrs berechnet: bei den kanzerogenen Substanzen Benzol und Dieselpartikel für den wirkungsrelevanten Innerortsbereich, bei NO_x und CO₂ für den Gesamtverkehr. Dabei zeigt sich:

Benzol: Die Emissionen von Benzol durch den Verkehr im Innerortsbereich sind schon heute gegenüber 1990 stark zurückgegangen. Sie werden bis zum Jahr 2000 unter EURO II Bedingungen weiter zurückgehen. Danach können nur EURO III und EURO IV-Bedingungen zu einer weiteren gewünschten Minderung der Emissionen beitragen. Zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. die Absenkung des Benzolgehaltes im Ottokraftstoff oder auch die frühere Einführung von EURO IV-Pkw würden zu einer stärkeren und zeitlich früheren Minderung der Emissionen beitragen. Der Abstand des zumindest mit EURO IV-Grenzwerten erreichten Zustandes vom Luftqualitätsziel scheint nicht sehr groß zu sein.

Partikel: Das Ziel des Umweltbundesamtes, eine starke Reduktion der Partikel-emissionen zu erreichen, kann - im Gegensatz zu Benzol - bei den Partikeln im Innerortsbereich unter Szenario EURO II-Bedingungen auch nicht annähernd erreicht werden. Erst die Einführung der Bedingungen nach Szenario EURO IV führt zu einer starken Minderung der Partikelemissionen. Somit besteht hier erhöhter Handlungsbedarf. Dies kann durch eine frühere Einführung von EURO IV-Fahrzeugen, eine Verringerung der Dieselfahrzeuge an der Pkw-Flotte sowie eine verbesserte Kraftstoffqualität erfolgen.

Stickoxide: Bei den Stickoxiden werden unter EURO IV-Bedingungen hohe Minderungen der Pkw-bedingten Emissionen erreicht. Aufgrund der hohen Emissionen des Lkw-Verkehrs fallen die Reduktionsraten des gesamten Straßenverkehrs geringer aus.

Kohlendioxid: Die Ziele der Bundesregierung sowie der Umweltministerkonferenz werden aufgrund der starken unterstellten Verkehrszunahmen und erwarteten geringen Minderungen des Durchschnittsverbrauchs nicht erreicht. Hier besteht erhöhter Handlungsbedarf, besonders verbrauchsarme Fahrzeuge einzuführen.

3.2.7 Bewertung der Umweltwirkungskategorien

Zuordnung von Indikatoren sowie Bewertungsvorschläge

Unter Berücksichtigung der zuvor abgeschätzten ökologischen Bedeutung der Wirkungskategorien sowie der berechneten erwarteten Änderungen der Emissionen wurden aufgrund der Fachgespräche mit dem Umweltbundesamt und dem VCD drei Bewertungsvorschläge zur Gewichtung der Umweltwirkungskategorien erarbeitet. Umweltbundesamt, VCD und VCS haben sich für folgende Gewichtung entschieden:

Treibhauseffekt	40%
Belastung durch Verkehrslärm	20%
Belastung durch Kanzerogene	15%
Belastung weiter Schadstoffe	10%
Belastung Natur	5%
Zusätzliches Belastungspotential (Geschwindigkeit)	10%

3.3 Bewertungsmethode

Da die verschiedenen Leitindikatoren (Schadstoffmengen, Lärm) verschiedene Größen und Einheiten aufweisen schlagen wir ein Punktesystem vor, wobei die Bewertung jeder Umweltkategorie auf einer Skala von 0 bis 10 Punkten erfolgt. Dabei sollte sich eine Bewertung von 10 Punkten an vorhandenen Umweltzielen orientieren und eine Bewertung von 0 Punkten für das Neufahrzeug vergeben werden, das die gesetzlich geforderten Eigenschaften aufweist. Falls wie bei der CO₂-Emission solche Kriterien nicht existieren, müssen dementsprechende Grenzen festgelegt werden. Es soll auf ein sinnvolles Verhältnis der verschiedenen Kategorien zueinander geachtet werden, um ein Übergewicht einer Kategorie zu vermeiden.

Die durch die Bewertung Leitindikatoren erhaltenen Größen werden dann direkt oder prozentual gewichtet zu einer Umweltwirkungskategorie zusammengefasst. Umweltwirkungskategorien werden - wiederum **prozentual gewichtet** - zu der Gesamtbewertung zusammengefasst. Dieses Gewichtungsverfahren ist für den Leser leicht nachzuvollziehen, da jeder Einzeleffekt die gleichen Punkte aufweist (0=schlecht bis 10= sehr gut) und ermöglicht ihm eine Variation für den eigenen Anwendungsfall.

3.3.1 Grenzwerte für limitierte Schadstoffe und daraus abgeleitete Schadstoffwerte

Seit dem 1.1.1997 dürfen nur noch Fahrzeuge nach EURO II zugelassen werden, somit ist diese Norm heutzutage Standard und wird mit 0 Punkten bewertet. Die **maximale Punktezahl** der Bewertungsskala von 10 Punkten orientiert sich an einem nachhaltigen Umweltzustand. Da mit dem Grenzwertvorschlag des UBA Otto EURO IV die heutigen Luftqualitätsziele für die Schadstoffe Stickoxid und Kohlenwasserstoffe (einschließlich Benzol) eingehalten werden könnten, können die EURO IV-Werte mit 10 Punkten bewertet werden.

Als Indikator für eine Bewertung dienen die auf das neue Messverfahren normierten Grenzwerte für NO_x, HC und Partikel sowie der abgeleitete Wert für Benzol. Dabei werden die Emissionswerte der Ottofahrzeuge bei HC und Benzol um die Verdunstungs-emissionen erhöht. CO wird nicht in eine Bewertung einbezogen, da dieser Schadstoff weder heute noch in Zukunft in solchen Mengen ausgestoßen wird, dass es zu kritischen Belastungen kommt.

3.3.2 Lärmwerte

Um aufzuzeigen, dass eine Verbesserung der Lärmemissionen erstrebenswert ist, könnte die beste Bewertung (10 Punkte) für einen Lärmwert von 65 dB(A) vergeben werden. Die minimale Punktezahl bekommen Fahrzeuge, die, wie bei den limitierten Schadstoffen, den zulässigen Grenzwert (hier: RL 92/97/EWG) mit 75 dB(A) einhalten.

3.3.3 Kohlendioxid

Bei der Bewertung der CO₂-Emissionen aus dem Pkw-Bereich wird vorgeschlagen, die höchste Punktezahl für denjenigen Wert zu vergeben, für den eine realistische Chance besteht, ihn in den nächsten Jahren bei konventionellen Fahrzeugen mit einer bezahl-baren Technik zu erreichen. Aus heutiger Sicht muss mittel- und langfristig die CO₂-Emission von Pkw geringer sein. Deshalb und wegen den ersten Prototypen mit geringe-ren Emissionen könnte die Höchstpunktzahl für einen CO₂-Wert von 70 g/km im NEFZ vergeben werden. Dennoch haben wir uns entschieden, den Zielwert in der Bewertungs-skala auf 90 g/km (Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz) zu setzen. Dadurch wird eine zu starke Ausdehnung der Bewertungsskala verhindert. Die obere Grenze setzen wir bei 220 g/km (9,3 l Otto/100 km bzw. 8,3 l Diesel/100 km) an. Damit können auch noch Änderungen in diesem Verbrauchsbereich erfasst werden.

3.3.4 Höchstgeschwindigkeit

Da die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs nicht auf das Fahrverhalten des Fahrers schliessen lässt, wurden als Randwerte für die Bewertung der Geschwindigkeit 120 und 200 km/h festgelegt. Damit wird berücksichtigt, dass der NEFZ Geschwindigkeiten bis 120 km/h abbildet und Differenzen im hohen Geschwindigkeitsbereich miteinbezogen werden.

4 Anpassungen des Umweltbewertungssystems seit 1996

4.1 Anpassung 1999

Ab 1999 wird bei der CO₂-Bewertung die Höchstpunktzahl (10 Punkte) bei einem Wert von 80 g/km (bisher 90 g/km) erreicht; 0 Punkte gibt es bei 210 g/km (bisher 220 g/km). Damit kann für gewisse, noch im Jahr 1999 auf dem Markt eingeführte „3-Liter-Autos“, welche den Wert von 90 g/km unterbieten, die maximale Punktzahl vergeben werden.

4.2 Überarbeitung 2001

Im Mittelpunkt Aktualisierung aus dem 2001 stehen Erkenntnisse aus Arbeiten des IFEU, insbesondere der Studie /ITA 1999/ und der darauf aufbauenden Studie /IFEU 2000/.

- Einbezug von Fahrzeugen mit Partikelfilter

In einer Studie für das Umweltbundesamt /ITA 1999/ wird der Partikel-Emissionswert von Diesel-Pkw, die einen Partikelfilter aufweisen, mit 20% der ansonsten von den Diesel-Pkw, die nach EURO III zertifiziert sind, emittierten Partikel festgelegt. Das einzige heute auf dem Markt verfügbare Fahrzeug mit Partikelfilter, der Peugeot 607, realisiert offen-sichtlich wesentlich höhere Minderungen. Mangels unabhängiger Messungen an einer grösseren Anzahl von Fahrzeugen, Filtertypen und Fahrsituationen schätzen wir für die Auto-Umweltliste 2001 einen Wirkungsgrad des Partikelfilters von 90% ab. D.h. es werden Partikelemissionen angenommen, die bei 10% der Emissionen von EURO III-Fahrzeugen liegen. Zur Erinnerung: Der Grenzwert für EURO IV-Diesel-Pkw liegt bei 50% des EURO III-Wertes.

- Berücksichtigung von Elementarem Kohlenstoff (EC)

Ebenfalls auf der Basis von /ITA 1999/ wird als Kenngrösse für die kanzerogene Wirkung jetzt der Partikelbestandteil EC anstelle der gesamten Partikelmasse betrachtet. Der EC-Gehalt der Partikel aus Diesel-Pkw ohne Partikelfilter beträgt 80%, bei Fahrzeugen mit Partikelfiltern 20%. Demnach ist mit der Nutzung des Partikelfilters gegenüber Pkw, die den Grenzwert EURO IV ohne Filter erreichen, sowohl eine mengenmässige Reduktion der Partikel verbunden als auch eine Verringerung der kanzerogenen Wirkung der emittierten Teilchen.

- Gewichtung der kanzerogenen Substanzen

Mit Hilfe der Unit-Risk-Faktoren werden die berücksichtigten Emissionen der Schadstoffe Benzol und EC schon bei der Emissionsbilanzierung gewichtet (bisher erst nach der "Notengebung"). Damit werden die unterschiedlichen Wirkungen realistischer berücksichtigt.

- Berücksichtigung neuer Erkenntnisse zur Wirkung von Partikeln (nicht-kanzerogene Wirkung)

Nach umfangreichen epidemiologischen Untersuchungen besteht eine starke Korrelation zwischen nicht-kanzerogenen Gesundheitswirkungen und der Feinstaubbelastung (primäre und sekundäre Partikel, oft kurz PM₁₀ genannt) /siehe ITA 1999 und IFEU 2000 sowie dort zitierte Literatur/. Um dies zu berücksichtigen, wird vorgeschlagen, die Gewichtung innerhalb der Kategorie "Belastung - Nicht kanzerogene Wirkung" anzupassen. Als erste Näherung

sollen daher die Einzel-Noten der fahrzeugspezifischen Emissionen von Partikeln, Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden im Verhältnis 60 zu 20 zu 20 gewichtet werden. Bisher war das nicht-kanzerogene Risiko durch PM10 (hierzu tragen Partikel direkt als auch Stickoxide über die Nitratbildung bei) nicht erfasst worden; die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden waren gleich-gewichtig berücksichtigt worden.

- Veränderung in der Gesamtgewichtung

Die Gewichtung der einzelnen Wirkungskategorien sollte die aktuellen Erkenntnisse zu der nicht-kanzerogenen Wirkung der PM10-Emissionen berücksichtigen. Wir schlagen daher vor, diese Kategorie „Belastung weitere Schadstoffe“ statt wie bisher mit 10% jetzt mit 15% zu gewichten. VCD und VCS haben zudem beschlossen, die Kategorie „Zusätzliches Belastungspotential (Geschwindigkeit)“ aufzuheben und die Gewichtung der Kategorie „Belastung Natur“ von 5 auf 10% anzuheben.

Die neue Gesamtgewichtung ab 2001 lautet:

Treibhauseffekt	40%
Belastung - Lärm	20%
Belastung - durch Kanzerogene	15%
Belastung - weitere Schadstoffe	15%
Belastung Natur	10%

4.3 Anpassung 2004

4.3.1 Diesel-Fahrzeuge nach Euro4, ohne Partikelfilter

2002 publizierte der Stanford-Professor Mark Z. Jacobson eine viel beachtete Studie. Er wies nach, dass Partikel aus Dieselmotoren äusserst klimawirksam sind. Die Klima-vorteile, die ein Diesler wegen seines durchschnittlich geringeren CO₂-Ausstosses gegenüber einem Benziner hat, werden durch die negative Wirkung der Partikel mehr als ausgeglichen. In Zusammenarbeit mit dem Labor für Atmosphärenchemie des Paul-Scherrer-Instituts (Villigen Schweiz) wurden Faktoren abgeleitet, um Black-carbon-aerosols-Emissionen (BC) in CO₂-Äquivalente umzurechnen und im Bewertungssystem zu berücksichtigen. Der von den Fachleuten eher konservativ gewählte Faktor von 200 hat zur Folge, dass für die Berechnung der Gesamtpunkte bei Euro-4-Modellen (ohne Dieselfilter) für die Klimawirkung der Russpartikel ein Zuschlag von 18.35 g/km CO₂ aufgerechnet wird.

4.3.2 Neue Gesamtgewichtung

Studien zeigen, dass die Belastung des Menschen durch NO_x, HC und Partikel nicht nur für akute Erkrankungen verantwortlich ist sondern zudem zu einer sinkenden Lebens-erwartung führt. Die Gewichtung der Kategorie „Belastung weitere Schadstoffe“ wird um weiter 5 Prozentpunkte angehoben (20% statt 15%), die Kategorie „Belastung Natur“ entsprechend gesenkt (5% statt 10%).

Die neue Gesamtgewichtung ab 2004 lautet:

Treibhauseffekt	40%
Belastung - Lärm	20%
Belastung - weitere Schadstoffe (NO _x , HC, Partikel)	20%
Belastung - durch Kanzerogene	15%
Belastung Natur	5%

4.4 Überarbeitung 2009

4.4.1 Geänderte Rahmenbedingungen

Sowohl bei den Emissionen der Fahrzeuge als auch bei der Bewertung der verschiedenen Umweltwirkungen haben sich in den letzten Jahren die Rahmenbedingungen geändert:

- **Emissionen:** Durch die Verschärfung der Abgasgrenzwerte (Euro 5 / Euro 6) wurden neue Rahmenbedingungen gesetzt, die zu einer weiteren Minderung der Emissionen beitragen sollen. Der Einsatz von geschlossenen Partikelfiltern führt dazu, dass das Niveau der Partikelemissionen bei neuen Diesel-Pkw dem von Otto-Pkw entspricht. Die NO_x-Grenzwerte unterscheiden sich bis Euro 5 weiterhin noch stark zwischen den Diesel- und Otto-Pkw und nähern sich erst mit Euro 6 in etwa an.
→ siehe Punkt 2.2.3
- **Umweltrelevanz:** Die Minderung der CO₂-Emissionen hat in den letzten Jahren auf Grund der wachsenden wissenschaftlichen Erkenntnisse eine noch stärkere Priorität erhalten. Bei den klassischen Schadstoffen ist man dagegen in Europa auch bei Kohlenwasserstoffen/Benzol auf einem Niveau, welches gegenüber den mit den neuen Fahrzeugen erreichten Emissionsniveaus keine weitere Minderung mehr erfordert. Eine Berücksichtigung der Kohlenwasserstoffe bei der Bewertung scheint deshalb nicht mehr notwendig (entsprechend wurde bisher auch z.B. CO nicht betrachtet). Auf der anderen Seite gibt es starke Argumente dafür, ein verstärktes Augenmerk auf die Minderung der NO_x- als auch der NO₂-Emissionen der Fahrzeuge zu legen (Gesundheitsbelastung – hohe Immissionsbelastungen im Innerortsbereich, Eutrophierung/Versauerung/Ozon).

Somit ergibt sich, dass die wichtigsten Bewertungsparameter beim Kauf von umweltfreundlichen Fahrzeugen die CO₂-Emissionen sowie die NO_x- und NO₂-Emissionen der Fahrzeuge sind.

4.4.2 CO₂-Emissionen

Bisher wurden Pkw, die 210 g CO₂/km emittieren, mit 0 Punkte bewertet, Pkw mit 80 g CO₂/km bekamen 10 Punkte. Die CO₂-Emissionen der Pkw müssen in den nächsten Jahren noch weiter gesenkt werden.

Neue Bewertungsskala:

CO₂-Bewertungsskala

10 Punkte für Pkw mit 60 g CO₂/km, 0 Punkte für Pkw mit 180 g CO₂/km.

4.4.3 Stickstoffoxide

Stickoxide (NO_x) spielen bei der Eutrophierung und Versauerung als auch als Vorläufer-substanzen von Partikeln (Ammoniumnitrat) eine Rolle. Zudem hat Stickstoffdioxid (NO₂) direkte Gesundheitswirkungen. Das in der Atemluft enthaltene Stickstoffdioxid wird teilweise direkt aus dem Auspuff emittiert (primäres NO₂) oder Stickstoffmonoxid aus dem Auspuff wird in der Atmosphäre mit Ozon zu Stickstoffdioxid umgewandelt. Es wird eine getrennte Bewertung der NO_x und NO₂-Emissionen vorgenommen, um die genannten Wirkungen zu berücksichtigen.

Die Bewertung der NO_x-Emissionen soll sich weiterhin an den Grenzwertstufen orientieren. Der NO₂-Anteil im Abgas bei zukünftigen Diesel-Pkw hängt stark von der verwendeten Minderungs-Technologie bzw. -Strategie ab. So wird der NO₂-Anteil nach SCR-Systemen sehr

gering sein, während bei Pkw, die durch innermotorische Verbesserungen die Grenzwerte erreichen, der NO₂-Anteil im Abgas weit höher sein kann. Für eine erste Abschätzung der Wirkung wird hier konservativ ein Anteil von 55% bei Diesel-Pkw und 5% bei Otto-Pkw (wie bei Euro-4) unterstellt. Bei Nachweis kann zukünftig ein anderer Wert bei NO₂ eingesetzt werden.

NO_x-Bewertungsskala

- 10 Punkte für Fahrzeuge, die vor Ort keine NO_x-Emissionen emittieren
- 0 Punkte für den Mindeststandard, den heutige Fahrzeuge erfüllen müssen: 250 mg/km (Euro 4 – Diesel)

NO₂-Bewertungsskala

- 10 Punkte für 0 g NO₂/km
- 0 Punkte für 137,5 mg/km (55% von 250 mg/km)

Grenzwerte für NO_x

Euro-Stufe	Datum	Diesel (g NO _x /km)	Otto (g NO _x /km)
Euro 4	01/2006	0,25	0,08
Euro 5	01/2011	0,18	0,06
Euro 6	09/2015	0,08	0,06

4.4.4 Partikelemissionen

Nahezu alle der in der Auto-Umweltliste aufgenommenen Diesel-Pkw sind mit geschlossenem Partikelfilter ausgestattet. Damit liegt das Niveau bei den Partikel-Emissionen von Diesel-Pkw auf dem Niveau von Otto-Pkw. Um zu zeigen, dass die Fahrzeughersteller mit dem Einsatz der Partikelfilter ihre Hausaufgaben erledigt haben, wird allen Pkw mit Partikelfilter die Bestnote 10 in der Kategorie Partikelemissionen gegeben. Für die Berechnung der Gesamtpunkte bei Euro-4-Modellen ohne Partikelfilter wird für die Klimawirkung der Russpartikel neu ein Zuschlag von 25 g/km CO₂ aufgerechnet.

4.4.5 Umweltkategorien und deren Gewichtung

Aus Umweltsicht ist insbesondere eine weitere Reduktion der CO₂- und NO_x- bzw. NO₂-Emissionen notwendig. Eine Verbesserung bei diesen Parametern sollte positiv in die Bewertung eingehen.

Bewertungskategorien und Gewichtungen

Treibhauseffekt (CO ₂ -Emissionen)	60%
Belastung Lärm	20%
Belastung Mensch Luftschadstoffe (50% Partikel, 25% NO _x , 25% NO ₂)	15%
Belastung Natur (NO _x)	5%

Skalierung

Punkte	NO _x (mg/km)	NO ₂ (mg/km)	CO ₂ (g/km)	Lärm (dB(A))	Partikel
0 Punkte	250	137,5	180	75	
10 Punkte	0	0	60	65	Diesel mit PF, Otto

4.4.6 Bewertung

	Euro 4		Euro 5		Euro 6*
	Otto	Diesel	Otto	Diesel	Diesel
Gesundheit - NO _x	6,8	0,0	7,6	2,8	6,8
Gesundheit - NO ₂	9,7	0,0	9,8	2,8	6,8
Gesundheit - PM	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Gesamtwert Gesundheit 50% PM, 25% NO_x, 25% NO₂	9,13	5,0	9,35	6,4	8,4
Natur - NO _x	6,8	0,0	7,6	2,8	6,8
Punktezahl gewichtet Gesundheit: 15%, Natur: 5%					
Gesundheit	1,4	0,8	1,4	1,0	1,3
Natur	0,3	0,0	0,4	0,1	0,3
Gesamtpunkte	1,7	0,8	1,8	1,1	1,6

* Bei der Grenzwertstufe Euro 6 bleiben die Werte für den Otto-PW auf dem Niveau von Euro 5.

4.5 Anpassung 2011

4.5.1 Messverfahren für leichte Nutzfahrzeuge

Leichte Nutzfahrzeuge mit einer Genehmigung nach 70/220/EG (Euro4) durften bisher eine Bezugsmasse von maximal 2840 kg aufweisen. Die Bezugsmasse ist die Masse des fahrbereiten Fahrzeugs, abzüglich der Pauschalmasse des Fahrers von 75 kg zuzüglich einer Pauschalmasse von 100 kg. Seit dem 1.10.2009 gilt für leichte Nutzfahrzeuge die neue Abgasverordnung nach 715/2007/EG (Euro5). Mit dieser Verordnung wird die maximale Bezugsmasse von 2840 kg auf 2610 kg reduziert. Dies hat zur Folge, dass bei vielen leichten Nutzfahrzeugen nicht mehr die NEFZ-Rollenprüfstandmessung 715/2007/EG zur Anwendung kommt sondern die Motorenprüfstandmessung für schwere Motorfahrzeuge 2005/55/EG.

Gemäss Überprüfungen der EMPA, Abteilung Verbrennungsmotoren (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology), sind Messungen für leichte Nutzfahrzeuge nach Rollenprüfstand 715/2007/EG oder nach Motorenprüfstand 2005/55/EG für die Euro5-Stufe gleichwertig.

4.6 Anpassung 2012

4.6.1 Benzin-Direkteinspritzer

Direkteinspritzende Benziner stossen sehr viele ultrafeine Partikel aus. Diese Partikel gelangen besonders tief in die Lunge und schädigen das Herz-Kreislauf-System. Deshalb wird die Punktzahl bei direkteinspritzenden Benzinmotoren moderat gesenkt. Für die Auswirkungen auf die Gesundheit werden 2.5 Punkte abgezogen (7.5 Punkte anstatt 10 Punkte). Dies entspricht, gerechnet auf die Gesamtnote, einem Abzug von 0.19 Gesamtpunkten.

	Euro 4		Euro 5			Euro 6*
	Otto	Diesel	Otto	Otto Direkteinspritzer	Diesel	Diesel
Gesundheit - NOx	6,8	0,0	7,6	7,6	2,8	6,8
Gesundheit - NO ₂	9,7	0,0	9,8	9,8	2,8	6,8
Gesundheit - PM	10,0	10,0	10,0	7,5	10,0	10,0
Gesamtwert Gesundheit 50% PM, 25% NOx, 25% NO₂	9,13	5,0	9,35	8,1	6,4	8,4
Natur - NOx	6,8	0,0	7,6	7,6	2,8	6,8
Punktezahl gewichtet Gesundheit: 15%, Natur: 5%						
Gesundheit	1,4	0,8	1,4	1,2	1,0	1,3
Natur	0,3	0,0	0,4	0,4	0,1	0,3
Gesamtpunkte	1,7	0,8	1,8	1,6	1,1	1,6

* Bei der Grenzwertstufe Euro 6 bleiben die Werte für den Otto-PW auf dem Niveau von Euro 5.

4.7 Anpassung 2013

4.7.1 Benzin Direkteinspritzer

Bei Ottomotoren verdrängt die Direkteinspritzung zunehmend die klassische Saugrohreinspritzung. Diese neue Technik senkt einerseits den Treibstoffverbrauch deutlich, andererseits wird jedoch eine extrem hohe Zahl ultrafeiner Partikel produziert. Diese gelangen besonders tief in die Lunge und schädigen das Herz-Kreislauf-System.

Ab 1. September 2017 gilt bei direkteinspritzenden Benzinmotoren der Partikelanzahl-Grenzwert von 6.0×10^{11} . Bis zu dessen Einführung werden bei direkteinspritzenden Benzinmotoren, welche den Grenzwert nicht bereits heute einhalten, für die Auswirkungen auf die Gesundheit 3.75 Punkte abgezogen (6.25 Punkte anstatt 10 Punkte). Dies entspricht, gerechnet auf die Gesamtnote, einem Abzug von 0.28 Gesamtpunkten.

	Euro 4		Euro 5			Euro 6*
	Otto	Diesel	Otto	Otto Direkteinspritzer	Diesel	Diesel
Gesundheit - NO _x	6,8	0,0	7,6	7,6	2,8	6,8
Gesundheit - NO ₂	9,7	0,0	9,8	9,8	2,8	6,8
Gesundheit - Partikel	10,0	10,0	10,0	6.25	10,0	10,0
Gesamtwert Gesundheit 50% P, 25% NO_x, 25% NO₂	9,13	5,0	9,35	7.48	6,4	8,4
Natur - NO _x	6,8	0,0	7,6	7,6	2,8	6,8
Punktezahl gewichtet Gesundheit: 15%, Natur: 5%						
Gesundheit	1,4	0,8	1,4	1,1	1,0	1,3
Natur	0,3	0,0	0,4	0,4	0,1	0,3
Gesamtpunkte	1,7	0,8	1,8	1,5	1,1	1,6

* Bei der Grenzwertstufe Euro 6 bleiben die Werte für den Otto-PW auf dem Niveau von Euro 5.

4.8 Anpassung 2016

4.8.1 Bewertung Dieselfahrzeuge

Seit 1. September 2015 gilt für alle Fahrzeuge die Abgasnorm Euro 6. Bei Dieselfahrzeugen bedeutet Euro 6 eine deutliche Herabsetzung des NO_x-Wertes von 180 mg/km auf 80 mg/km. Ausserhalb des Testfahrzyklus, im Realbetrieb auf der Strasse, weisen die meisten Dieselfahrzeuge weit höhere NO_x-Emissionen auf.

Rund um den Abgasskandal 2015 bei Dieselmodellen von VW sind viele unabhängige Schadstoffmessungen an etlichen Modellen vorgenommen worden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es, das Bewertungssystem der Auto-Umweltliste weiterzuentwickeln.

Gemäss EU-Kommission und bestätigt durch Untersuchungen der EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology) im Rahmen des Emissionsfaktorenprojektes liegen die NO_x-Emissionen von Euro-6-Dieselpersonenwagen in der Realität im Mittel um den Faktor Fünf über dem auf dem Rollenprüfstand ermittelten Grenzwert von 80 mg/km. Ab 01.01.2016 werden deshalb Dieselfahrzeuge mit einem realitätsnahen NO_x-Wert von 400 mg/km (5 x 80 mg/km) bewertet. Dieselfahrzeuge, welche bereits heute den von der EU beschlossenen, ab September 2017 geltenden neuen Grenzwert im Real Drive Emission Test (RDE-Test) von 168 mg/km einhalten, werden dementsprechend besser benotet.

	Euro 4		Euro 5			Euro 6 ¹		
	Otto	Diesel	Otto	Otto Direktein- spritzer	Diesel	Diesel	Diesel 400 mg NO _x ²	Diesel Euro 6 RDE ³
Gesundheit - NO _x	6.8	0.0	7.6	7.6	2.8	6.8	-6.0	3.28
Gesundheit - NO ₂	9.7	0.0	9.8	9.8	2.8	6.8	-6.0	3.28
Gesundheit - Partikel	10.0	10.0	10.0	6.25	10.0	10.0	10.0	10.0
Gesamtwert Gesundheit 50% P, 25% NO_x, 25% NO₂	9.13	5.0	9.35	7.48	6.4	8.4	2.0	6.64
Natur - NO _x	6.8	0.0	7.6	7.6	2.8	6.8	-6.0	3.28
Punktezahl gewichtet Gesundheit: 15%, Natur: 5%								
Gesundheit	1.4	0.8	1.4	1.1	1.0	1.3	0.3	1.0
Natur	0.3	0.0	0.4	0.4	0.1	0.3	-0.3	0.16
Gesamtpunkte	1.7	0.8	1.8	1.5	1.1	1.6	0.0	1.16

¹ Bei der Grenzwertstufe Euro 6 bleiben die Werte für den Otto-PW auf dem Niveau von Euro 5.

² realitätsnaher NO_x-Wert von 400 mg/km (5 x 80 mg/km)

³ RDE-Grenzwert: 168 mg NO_x/km

4.9 Anpassung 2018

4.9.1 Einführung Euro 6d-TEMP

Am 1. September 2017 wurde die geltende Abgasnorm Euro 6b/6c durch die Einführung von Euro 6d-TEMP verschärft. Euro 6d-TEMP verlangt neben der Abgasmessung auf dem Prüfstand zusätzlich einen RDE-Test (Real Drive Emission). Im RDE-Test darf ein Dieselauto maximal 168 mg NO_x/km ausstossen. Auf dem Prüfstand sind unverändert 80 mg NO_x/km erlaubt. Euro 6d-TEMP gilt ab 1. September 2017 für neue Fahrzeugtypen und ab 1. September 2019 für sämtliche Neufahrzeuge. Dieselfahrzeuge, welche Euro 6d-TEMP noch nicht erfüllen, werden seit 1. Januar 2016 mit einem realitätsnahen NO_x-Wert von 400 mg NO_x/km (5 x 80 mg/km) in die Bewertung aufgenommen (siehe Punkt **4.8.1**).

Bewertung Belastung Mensch durch Schadstoffe und Belastung Natur durch Schadstoffe in der Emissionsklasse Euro 6

	Euro 6b	Euro 6b	Euro 6c	Euro 6b/6c	Euro 6d-TEMP
	Otto	Otto Direktein- spritzer ¹	Otto Direktein- spritzer ²	Diesel ³	Diesel ⁴
Gesundheit - NO _x	7.6	7.6	7.6	-6.0	3.28
Gesundheit - NO ₂	9.8	9.8	9.8	-6.0	3.28
Gesundheit - Partikel	10.0	6.25	10.0	10.0	10.0
Gesamtwert Gesundheit 50% P, 25% NO_x, 25% NO₂	9.35	7.48	9.35	2.0	6.64
Natur - NO _x	7.6	7.6	7.6	-6.0	3.28
Punktezahl gewichtet Gesundheit: 15%, Natur: 5%					
Gesundheit	1.4	1.1	1.4	0.3	1.0
Natur	0.4	0.4	0.4	-0.3	0.16
Gesamtpunkte	1.8	1.5	1.8	0.0	1.16

¹ Partikelanzahl-Grenzwert: 6.0 x 10¹²

² Partikelanzahl-Grenzwert: 6.0 x 10¹¹

³ realitätsnaher NO_x-Wert von 400 mg/km (5 x 80 mg/km)

⁴ Prüfstand-Grenzwert: 80 mg NO_x/km; RDE-Grenzwert: 168 mg NO_x/km

4.9.2 Neues Bewertungssystem für Elektroautos

Ausgangslage

Die bisherige Bewertung der Elektroautos wurde vom IFEU-System für Verbrennerfahrzeuge abgeleitet. Diese Elektroauto-Bewertung war nicht mehr zufriedenstellend. Ein einziges Umweltranking für Elektroautos und Verbrennerfahrzeuge wäre wünschenswert. Die Umweltwirkungen bei Elektroautos und bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren entstehen jedoch in unterschiedlichen Prozessen und an unterschiedlichen Orten. Elektroautos sind lokal emissionsfrei. Ihre ökologische Belastung entsteht primär bei der Strom- und Batterieproduktion. Bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren spielen die Fahrzeug- und Treibstoffproduktion eine relativ kleine Rolle. Die meisten Emissionen entstehen beim Fahren. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ausgangslagen wurde für die Elektroautos ein eigenes Bewertungssystem entwickelt.

Entwicklung des neuen Bewertungssystems in Zusammenarbeit mit EMPA

Für die Elektroautos wurde zusammen mit Fachleuten der EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology) ein eigenes Bewertungssystem entwickelt. Als Basis diente wiederum das IFEU-System. Nachfolgende Umweltwirkungskategorien fliessen in die Bewertung ein:

- Umweltwirkung der Batterieproduktion
- Klimawirkung durch CO₂ – Treibhauseffekt
- Belastung durch Lärm

Die Wirkungskategorien «Belastung Mensch durch Schadstoffe» und «Belastung Natur durch Schadstoffe» fallen bei der Elektroauto-Bewertung weg.

Dargestellt werden die Ergebnisse der Elektroauto-Bewertung mit einem Ampelsystem. Dabei steht:

- grüne Ampel für gut
- gelbe Ampel für mittel
- rote Ampel für unterdurchschnittlich

Umweltwirkungskategorien für Elektroautos

Belastung Batterieproduktion

Die Herstellung von grossen, schweren Batterien ist sehr energie- und rohstoffintensiv. Zu Buche schlägt vor allem der riesige Bedarf an Bodenschätzen: Kupfer, Kobalt, Nickel, Lithium und diverse Seltenerdmetalle sind für die Konstruktion von Batterien und Elektromotoren unentbehrlich. Der Abbau dieser Rohstoffe führt in den Produktionsländern zu massiven Umweltzerstörungen. Nicht nur die Verlagerung der Umweltzerstörung in die Produktionsländer ist problematisch. Mit der Batterieproduktion sind weitere negative Umweltfolgen verbunden. Dazu zählen Versauerung, terrestrische Eutrophierung, Sommersmog, Feinstaubemissionen und hoher Wasserverbrauch. Dieser Umweltproblematik folgend, können sehr schwere Batterien, wie sie für grosse Reichweiten heute nötig sind, keine positive Umweltbewertung erlangen.

Bewertung Batterie

Für die Bewertung kann die Batteriemasse oder -kapazität herangezogen werden, da diese die

Umweltbelastung in einer ersten Näherung recht gut darstellt. Die AUL-Bewertung beruht auf der Batteriekapazität in kWh, weil für diesen Parameter eine gute Datenverfügbarkeit gegeben ist.

- grüne Ampel: bis 25 kWh
- gelbe Ampel: 25.1 bis 50.0 kWh
- rote Ampel: ab 50.1 kWh

Belastung durch CO₂ – Treibhauseffekt

Die vom Menschen verursachte Freisetzung von Treibhausgasen führt zu einer Klimaerwärmung mit unabsehbaren Folgen. Global gesehen ist der Schutz des Klimas die wichtigste Umweltschutzaufgabe. Der CO₂-Ausstoss von Elektroautos hängt von der Art der Stromproduktion und der verbrauchten Strommenge ab. Der Verkehr ist der wichtigste CO₂-Emittent. In der Schweiz ist er für rund 40 Prozent des CO₂-Ausstosses verantwortlich. Für die Bewertung in der Auto-Umweltliste wird mit CO₂-armem Ökostrom gerechnet. Die Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen fällt nur dann positiv aus, wenn sie mit nachhaltig produziertem Strom betrieben werden.

Bewertung CO₂ – Treibhauseffekt

- grüne Ampel: bis 1.9 g CO₂
- gelbe Ampel: 2.0 bis 2.6 g CO₂
- rote Ampel: ab 2.7 g CO₂

Belastung durch Lärm

Für den Verkehrslärm ist zu drei Vierteln der Strassenverkehr verantwortlich. Die hohe Lärmbelastung kann zu Stressreaktionen führen und die Gesundheit beeinträchtigen. Elektroautos sind nur bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten leiser als Autos mit Verbrennungsmotoren. Bei höheren Geschwindigkeiten besteht kein Unterschied zwischen Elektro- und Verbrennungsfahrzeugen.

Bewertung Lärm

- grüne Ampel: bis 68.9 dB(A)
- gelbe Ampel: 69.0 bis 71.9 dB(A)
- rote Ampel: ab 72.0 dB(A)

Stromverbrauchs-Werte von Elektroautos

Der Normverbrauch gemäss Neuem Europäischem Fahrzyklus (NEFZ) berücksichtigt weder den Stromverbrauch fürs Laden, Kühlen oder Heizen der Batterie noch die diversen Verbräuche beim Fahren (Licht, Scheibenwischer, Lüftung, Heizung, Kühlung, usw.). Daher wird für die Berechnung des realen Stromverbrauchs der NEFZ-Wert mit dem Faktor 1.7 multipliziert.

4.9.3 Neues Bewertungssystem für Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge

Für die Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge wird die Bewertung für beide Betriebsarten – mit Elektromotor und mit Verbrennungsmotor – aufgezeigt.

Elektromodus

Im Elektromodus erfolgt die Bewertung «Belastung durch CO₂ – Treibhauseffekt» und «Belastung durch Lärm» analog der Elektroauto-Bewertung (siehe Punkt **4.9.2**). Die Belastung durch die Batterieproduktion erfolgt bei den Plug-in-Hybriden nach einer eigenen Skala:

Bewertung Batterie

- grüne Ampel: bis 8.0 kWh
- gelbe Ampel: 8.1 bis 11.0 kWh
- rote Ampel: ab 11.1 kWh

Verbrennermodus

Im Verbrennermodus werden die Belastung durch CO₂ – Treibhauseffekt sowie die Belastungen von Mensch und Natur durch Schadstoffe bewertet.

Bewertung CO₂

- grüne Ampel: bis 95 g CO₂
- gelbe Ampel: 96 bis 120 g CO₂
- rote Ampel: ab 121 g CO₂

Bewertung Schadstoffe Mensch

Benzin:

- grüne Ampel: Euro 6
- gelbe Ampel: Euro 6 Norm 14 (Partikelanzahl-Grenzwert 6.0×10^{12})
- grüne Ampel: Euro 6 Norm 17 (Partikelanzahl-Grenzwert 6.0×10^{11})

Diesel:

- rote Ampel: Euro 6
- gelbe Ampel: Euro 6 d-TEMP

Bewertung Schadstoffe Natur

Benzin:

- grüne Ampel: Euro 6
- grüne Ampel: Euro 6 Norm 14 (Partikelanzahl-Grenzwert 6.0×10^{12})
- grüne Ampel: Euro 6 Norm 17 (Partikelanzahl-Grenzwert 6.0×10^{11})

Diesel:

- rote Ampel: Euro 6
- gelbe Ampel: Euro 6 d-TEMP