

ifeu -
Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg gGmbH



Motorrad-Umwelt-Liste

Analyse der umweltrelevanten Eigenschaften von Motorrädern

Wissenschaftlicher
Grundlagenbericht

Endbericht vom
31. Oktober 2004

Frank Dünnebeil
Ulrich Höpfner
Udo Lambrecht
Christian Reuter

Gefördert vom Umweltbundesamt

Heidelberg, Oktober 2004

Impressum

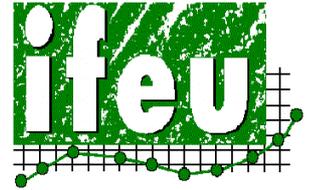
Die Durchführung der vorgelegten Untersuchung „Motorrad-Umwelt-Liste“, FKZ 202 45 175 wurde vom Umweltbundesamt finanziell gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt der Studie liegt bei den Autoren. Die hier dargestellten Ansichten müssen nicht mit denjenigen des Auftraggebers übereinstimmen.

Bearbeiter der Studie: Dipl.-Ing. Frank Dünnebeil, Dr. Ulrich Höpfner, Dipl. Phys. Udo Lambrecht und Dipl.-Ing. Christian Reuter.

Kapitel 5 unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Heinz Steven (RWTÜV).

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH,
Wilckensstr. 3, D-69120 Heidelberg; Tel. 06221-4767-0; Fax -4767-19;
E-Mail: verkehr@ifeu.de; Internet: www.ifeu.de



ifeu -
Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg gGmbH

Umweltforschungsplan
des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit
Verkehr
Förderkennzeichen (UFOPLAN) 202 45 175

Motorrad-Umwelt-Liste
Analyse und Bewertung der
umweltrelevanten Eigenschaften
von Motorrädern

von

Frank Dünnebeil,
Ulrich Höpfner,
Udo Lambrecht,
Christian Reuter

ifeu -
Institut für Energie- und Umweltforschung
Heidelberg gGmbH

Gefördert vom Umweltbundesamt

Heidelberg, Oktober 2004

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Motorrad-Umwelt-Liste, Analyse und Bewertung der umweltrelevanten Eigenschaften von Motorrädern		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dünnebeil, Frank; Höpfner, Ulrich; Lambrecht, Udo; Reuter, Christian		8. Abschlussdatum 31. Oktober 2004
		9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH Wilckensstr. 3 D-69120 Heidelberg		10. UFOPLAN-Nr. 202 45 175
		11. Seitenzahl 45
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Postfach 33 00 22 D-14191 Berlin		12. Literaturangaben 19
		13. Tabellen und Diagramme 6
		14. Abbildungen 22
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung <p>Mit diesem Vorhaben wurden die Bewertungsgrundlagen geschaffen, um ein Umweltranking für neue Mopeds und Motorräder aller Größenklassen zu ermöglichen. Dazu wurden wichtige Umwelteigenschaften von Motorrädern untersucht und dabei die Umweltkategorien „Belastungen der Gesundheit und der Umwelt“, „Ressourcenverbrauch und Klimarelevanz“ sowie die bei Motorrädern besonders relevante Kategorie „Lärmbelastung“ berücksichtigt.</p> <p>Die Bewertung von Belastungen der Gesundheit und der Umwelt erfolgt über die Emissionen von limitierten Schadstoffen. Als einzig geeignete und verfügbare Datengrundlage erwies sich hier die jeweilige Grenzwertstufe, nach der ein Motorrad für den Straßenverkehr zugelassen ist. Andere Daten (Typprüfwerte, Abgasminderungstechnik) haben sich in Felduntersuchungen als zu unsicher erwiesen und sind daher für eine verlässliche Bewertung ungeeignet.</p> <p>Indikator für Ressourcenverbrauch und Klimarelevanz ist der Kraftstoffverbrauch. Daten zum Kraftstoffverbrauch von Motorrädern werden bisher jedoch nur selten veröffentlicht und sind wegen unterschiedlicher Meßmethoden nicht vergleichbar. Erst mit Inkrafttreten der Euro 3-Norm im Jahr 2006 müssen für jedes Modell Daten zum Kraftstoffverbrauch in einem definierten Testzyklus veröffentlicht werden.</p> <p>Die Lärmbelastung wird mittels einer kombinierten Bewertung aus den Typprüfwerten für Fahr- und Standgeräusch abgeschätzt, wobei das Fahrgeräusch stärker gewichtet wird. Offizielle Geräusch-Typprüfwerte stehen für alle Motorrad-Modelle zur Verfügung.</p> <p>Zur Gesamtbewertung der Umweltwirkung der Motorräder müssen anschließend für jedes Modell die Einzelbewertungen gemäß der Relevanz der Umweltkategorien gewichtet werden. Ein entsprechender quantitativer Vorschlag für die Gewichtung der Umweltkategorien wird gemacht.</p> <p>Für das Modelljahr 2004 ist jedoch aufgrund der schlechten Datensituation, insbesondere zum Kraftstoffverbrauch, ein modellspezifischer Umweltvergleich noch nicht möglich. Die Datenverfügbarkeit wird sich in Zukunft allerdings stark verbessern und damit auch ein vollständiger Umweltvergleich zwischen einzelnen Modellen möglich sein.</p>		
17. Schlagwörter Motorräder, Krafträder, Kleinkrafträder, Neufahrzeuge, Kraftstoffverbrauch, Kohlendioxidemissionen, Luftschadstoffemissionen, Geräuschemissionen		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Motorcycle-Environmental-Checklist, analysis and evaluation of the environmental characteristics of motorcycles		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Dünnebeil, Frank; Höpfner, Ulrich; Lambrecht, Udo; Reuter, Christian		8. Report Date 31. October 2004
		9. Publication Date
6. Performing Organisation (Name, Address) ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH Wilckensstr. 3 D-69120 Heidelberg		10. UFOPLAN-Ref. No. 202 45 175
		11. No. of Pages 45
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt Postfach 33 00 22 D-14191 Berlin		12. No. of References 19
		13. No. of Tables, Diagrams 6
		14. No. of Figures 22
15. Supplementary Notes		
16. Abstract <p>The aim of this project was to provide an evaluation system that facilitates the comparison of environmental characteristics for new mopeds and motorcycles of all size ranges. For that purpose, important environmental characteristics were analysed and the environmental impact categories "environmental and health impacts", "resource consumption and climate relevance" as well as the for motorcycles especially important category "noise impact" were considered.</p> <p>The evaluation of environmental and health impacts is made on the basis of the air pollutant emissions. The only appropriate data basis is the stage of environmental legislation that is accomplished by a motorcycle. Other data (type approval figures, emission-control devices) are too uncertain for reliable results, as shown in field inquiries. Resource consumption and climate relevance are indicated by the fuel consumption. However, data on fuel consumption of motorcycles are rarely published and are not comparable, due to different measurement methods. Fuel consumption data in a defined test cycle need not to be published until the commencement of the European norm Euro 3 in 2006.</p> <p>The noise impact is considered by means of a combined evaluation of the type approval figures for drive-by noise and stationary noise, whereby the drive-by noise is weighted higher. Official noise type approval figures are available for all motorcycle models.</p> <p>For the final evaluation of the environmental impacts of motorcycles, the single results have to be weighted according to the importance of each environmental impact category. A quantitative proposal for the weighting is made.</p> <p>However, for the model year 2004 no specific environmental ranking can be realised because of the poor data situation, especially for fuel consumption. As data availability will improve in the next years, specific rankings between different motorcycle models will be possible in the future.</p>		
17. Keywords motorcycles, mopeds, new vehicles, fuel consumption, carbon dioxide emissions, air pollutant emissions, noise emissions		
18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Ziele der Motorrad-Umweltliste	2
2	Systemabgrenzung und methodisches Vorgehen	3
3	Schadstoffemissionen.....	6
3.1	Gesetzgebung.....	7
3.2	Datengrundlagen	8
3.3	Bewertungsmethodik	16
3.3.1	Krafträder – Einzelbewertung von HC und NO _x	16
3.3.2	Krafträder – Gesamtbewertung Luftschadstoffe	18
3.3.3	Kleinkrafträder.....	20
3.4	Ergebnisse 2004.....	21
4	Kraftstoffverbrauch	22
4.1	Datengrundlagen	22
4.2	Bewertungsmethodik	23
4.3	Ergebnisse „Kraftstoffverbrauch in der Motorrad-Umweltliste 2004“	25
5	Geräuschemissionen.....	26
5.1	Gesetzgebung.....	26
5.2	Datengrundlagen	28
5.3	Bewertungsmethodik	30
5.4	Ergebnisse 2004.....	32
6	Zusammenfassung der Ergebnisse 2004	36
7	Literatur	38
	Tabellenverzeichnis.....	39
	Abbildungsverzeichnis	40
	Anhang 1 – Fahrzeugdaten der Modelle 2004.....	41
	Anhang 2 – Fragebogen zu den Fahrzeugdaten der Modelle 2004.....	45

1 Hintergrund und Ziele der Motorrad-Umweltliste

In Deutschland gibt es momentan über 5 Mio. zugelassene motorisierte Zweiräder, vom kleinen Motorroller für die Stadt bis zu großen Motorrädern mit weit über 100 PS und 300 km/h Höchstgeschwindigkeit. Diese Bandbreite spiegelt die vielfältige Nutzung sowohl im Alltag, z.B. für den Arbeitsweg, als auch im Freizeitverkehr wider. Inzwischen wird Motorradfahren immer mehr zum Hobby, während die Alltagsverwendung eher in den Hintergrund rückt. Diese zunehmende Bedeutung des Freizeitverkehrs zeigt sich auch deutlich an der Bestandsentwicklung hin zu immer größeren und leistungsstärkeren Modellen.

Aber wie steht es um die Umwelteigenschaften von Motorrädern? In der politischen und gesellschaftlichen Umweltdiskussion wurden sie lange vernachlässigt – und damit einher gehend spielten die Umwelteigenschaften bei der Entwicklung neuer Modelle durch die Industrie kaum eine Rolle. Erst seit 1999 gibt es Grenzwerte für Motorräder, die einen gewissen Anspruch auf Schadstoffminderung erheben. Bis 2006 werden diese Grenzwerte in zwei Stufen weiter abgesenkt. Wegen dieser erst späten gesetzlichen Vorgaben liegt auch die umwelttechnische Entwicklung der Motorräder deutlich hinter dem Pkw zurück. G-Kat und Einspritzanlage, beim Pkw schon lange serienmäßig, sucht man bei Motorrädern oft noch vergeblich.

Inzwischen ist Bewegung in diesen Bereich gekommen, für die Zukunft kann auch bei Motorrädern ein flächendeckender Einsatz von geregelten Katalysatoren erwartet werden. Anders sieht die Situation beim Verbrauch aus. Manche große Motorräder bleiben auf 100 km zwar unter 4 l Verbrauch, andere benötigen jedoch bis zu 8 l Benzin, mehr als mancher Mittelklassewagen. Hier besteht für die Zukunft erheblicher Handlungsbedarf. Wie die Bandbreite zeigt, existieren aber auch entsprechende Potenziale.

Gerade weil bei den Umwelteigenschaften neuer Motorräder sehr große Unterschiede auftreten, müssen die Motorradfahrer als wichtige Akteure im Umweltschutz angesehen werden. Bereits mit ihrer Kaufentscheidung können sie über den Erfolg umweltfreundlicher Modelle wesentlich mitbestimmen und damit einen Beitrag zur Verbesserung der Umweltsituation leisten. Denn Umweltschutz beginnt nicht erst mit einer angepassten, Kraftstoff sparenden Fahrweise, sondern bereits beim Kauf des Motorrads. Grundvoraussetzung, die Kaufentscheidung auch anhand ökologischer Kriterien fällen zu können, ist die Verfügbarkeit und vor allem Vergleichbarkeit solcher Umweltkriterien. Genau das ist die Hauptaufgabe der **Motorrad-Umweltliste**.

Die Motorrad-Umweltliste wurde vom IFEU-Institut Heidelberg entwickelt und vom Umweltbundesamt Berlin finanziell gefördert. In ihr werden Umwelteigenschaften von neuen Mopeds, Motorrollern und Motorrädern aller Größenklassen ermittelt und einander gegenübergestellt. Die hier betrachteten Umwelteigenschaften sind der Kraftstoffverbrauch und damit verbundene Emissionen von klimawirksamem Kohlendioxid, die luftgetragenen Schadstoffemissionen sowie die Geräuschemissionen.

Grundsätzlich bereitet der hier vorgestellte wissenschaftliche Grundlagenbericht zur Motorrad-Umweltliste einen quantitativen Umweltvergleich, ein so genanntes Öko-Ranking vor. Allerdings sind die für diese erste Motorrad-Umweltliste durch die Zweiradindustrie zur Verfügung gestellten bzw. dort verfügbaren Daten (noch) nicht so umfangreich, dass sie ein Öko-Ranking erlaubten. Bei einer Fortschreibung der Motorrad-Umweltliste dürften mehr Daten verfügbar und damit ein Ranking ableitbar sein.

2 Systemabgrenzung und methodisches Vorgehen

Eine vergleichende Umweltbewertung von vielen Neufahrzeugen kann aus Aufwandsgründen nur solche Daten verwenden, die relativ einfach verfügbar und gleichzeitig belastbar und repräsentativ sind. Somit müssen die relevanten Bereiche ausgewählt und in denen allgemein verfügbare Daten benutzt werden.

Produktion und Entsorgung von Motorrädern tragen sicherlich zu den Umweltbelastungen während des gesamten Lebenswegs eines Motorrads bei. Jedoch können modell-spezifische Daten über den Energieverbrauch und andere Umweltbelastungen während der Produktionsphase oder der Entsorgung im Rahmen dieser Untersuchung weder recherchiert noch ausgewertet werden. Es ist damit zumindest in dieser Untersuchung nicht möglich, den gesamten Lebensweg aller Modelle zu bewerten. Zukünftig kann eine Herstellerbewertung als zusätzliches Bewertungskriterium in Betracht gezogen werden, die z.B. die Informationspolitik, die Produktionsverfahren sowie die Recyclingfähigkeit der Produkte berücksichtigt.

Auch die Emissionen aus der vorgelagerten Kette der Kraftstoffbereitstellung werden nicht in die Bewertung einbezogen. Da alle untersuchten Modelle mit Ottokraftstoff betrieben werden, führt die Nichtberücksichtigung zu keinen relativen Änderungen der Bewertung zwischen den Modellen. Für die vergleichende Bewertung der neuen Modelle in der Motorrad-Umweltliste werden somit nur direkt während der Nutzung entstehende Umweltwirkungen verglichen.

Betrachtete Umweltwirkungen

Die direkten Umweltwirkungen des Straßenverkehrs können in drei Felder unterteilt werden:

- **Schadstoffemissionen** und dadurch bedingte Belastungen der Gesundheit sowie unserer natürlichen Umwelt,
- **Kraftstoffverbrauch** als Indikator für die Emissionen von klimarelevantem Kohlendioxid und für die Erschöpfung nichterneuerbarer Energieressourcen,
- **Geräuschemissionen** und damit zusammenhängende Lärmbelästigung sowie Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung.

Diese drei Bereiche sind auch für motorisierte Zweiräder relevant, indem sie dort einen jeweils unterschiedlich hohen Beitrag zu den gesamten verkehrsbedingten Umweltwirkungen leisten. Nach diesen Kategorien wird die vorgelegte Motorrad-Umweltliste gegliedert. Zudem wird aufgezeigt, wie eine zukünftige stärker quantitative Erfassung und Bewertung dieser Kategorien vorgenommen werden könnte.

Einteilung der Modelle in Größenklassen

Die in der Motorrad-Umweltliste erfassten Modelle werden von uns in Größenklassen eingeteilt. Damit werden zum einen die Unterschiede in der Umweltgesetzgebung berücksichtigt. Zum anderen werden solche Modelle leichter vergleichbar, die auch vom Zweiradkäufer als mögliche Kauf-Alternativen gesehen werden.

Die Klasseneinteilung wurde analog zur Schadstoffgesetzgebung gewählt, die wegen ihrer unterschiedlichen Testzyklen die typische Nutzung je nach Größenklasse gut abgrenzt und gleichzeitig auch die verschiedenen Nutzergruppen nach deutschem Führerscheinrecht recht gut erfasst.

Die motorisierten Zweiräder werden damit in drei verschiedene Größenklassen eingeteilt:

- Kleinkrafträder (< 50 ccm, < 45 km/h): Darunter fallen alle Modelle, für die in Deutschland keine Zulassungspflicht besteht, sondern nur ein Versicherungskennzeichen nötig ist. Diese Modelle dürfen auch mit Pkw-Führerschein gefahren werden.
- Krafträder < 150 ccm: Diese Klasse entspricht bis auf wenige Ausnahmen der Einteilung in Leichtkrafträder (< 125 ccm, < 11 kW) nach deutschem Führerscheinrecht (Führerscheinklasse A1).
- Krafträder \geq 150 ccm: Hier sind alle Krafträder ohne Leistungsbegrenzung enthalten, für die ein Führerschein der Klasse A erforderlich ist.¹

Zur zusätzlichen Orientierung ist bei jedem Modell auch das vom Hersteller angegebene Marktsegment (z.B. Chopper, Enduro oder Sportler) aufgeführt. Diese Angabe hat jedoch keinen Einfluss auf die Bewertung, da sie für alle Krafträder \geq 150 ccm nach denselben Kriterien erfolgt.

Erhebung der Fahrzeugdaten

Auf dem deutschen Zweiradmarkt werden über 300 verschiedene Modelle angeboten, die teilweise nur in sehr geringen Stückzahlen pro Jahr verkauft werden: vom Leichtmofa bis hin zu Motorrädern mit einem Hubraum jenseits der 2-Liter-Marke. Werden alle diese Modelle zusammen in einer Umweltliste erfasst und gegenübergestellt, nimmt die Übersichtlichkeit des Umweltvergleichs ab. Andererseits muss es das Ziel der Motorrad-Umweltliste sein, möglichst viele der erhältlichen Modelle hinsichtlich ihrer Umwelteigenschaften zu vergleichen. Denn auch schwach am Markt vertretene Modelle können ein sehr gutes Umweltverhalten zeigen und dürfen daher in dem Umweltvergleich nicht fehlen. Daher haben wir alle Motorrad-Modelle in die Motorrad-Umweltliste aufgenommen, zu denen uns entsprechende Informationen zur Verfügung standen.

Für die Erhebung der Fahrzeugdaten in der vorliegenden Motorrad-Umweltliste wurden zunächst die auf dem deutschen Markt vertretenen Zweiradmarken anhand der jährlichen Neuzulassungsstatistiken des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) und mit der Unterstützung des Industrieverbands Motorrad Deutschland e.V. (IVM) ermittelt. Dank der Unterstützung durch den IVM konnte anschließend der direkte Kontakt zu den Herstellern und Importeuren der meisten Marken hergestellt werden. Diesen wurde dann ein

¹ Modelle mit zeitlich begrenzter Drosselung der Nennleistung oder der Endgeschwindigkeit werden in der Motorrad-Umweltliste nicht gesondert untersucht.

Fragebogen zugesandt (s. Anhang), um die in der Motorrad-Saison 2004 angebotenen Modelle zu ermitteln und die zugehörigen Fahrzeugdaten zu erheben.

Alle Zweirad-Marken, deren Berücksichtigung in der Motorrad-Umweltliste angestrebt war und deren Hersteller bzw. Importeure entsprechend angeschrieben wurden, sind in der nachfolgenden Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1: Marken, deren Erfassung in der Motorrad-Umweltliste angestrebt wurde

Aprilia	Daelim	Italjet	Moto Guzzi	Sachs
Benelli	Ducati	Kawasaki	Motorhispania	Suzuki
BMW	Gilera	KTM	MV Agusta	Sym
Buell	Harley-Davidson	Kymco	MZ	Triumph
Cagiva	Honda	Malaguti	Peugeot	Vespa
CPI	Hyosung	MBK	Piaggio	Yamaha

Die meisten Hersteller und Importeure waren zu einer Kooperation bereit und haben uns für die von ihnen in der Saison 2004 angebotenen Modelle die entsprechenden Informationen bereitgestellt. Nach herstellereigenen Angaben war es allerdings nicht immer möglich, für alle Modelle die gewünschten Daten zu übermitteln, da im Zeitraum der Datenerhebung für einige neue Modelle das Typzulassungsverfahren (Homologation) noch nicht abgeschlossen war und entsprechend keine endgültigen Werte vorlagen. Solche Modelle fehlen daher auch in der Motorrad-Umweltliste 2004. Modelle der Marken MV Agusta, Cagiva und Italjet fehlen vollständig in der Motorrad-Umweltliste, da nach Angaben der Importeure die komplette Modellpalette noch der Homologation unterlag und die endgültigen Fahrzeugdaten damit noch nicht feststanden.

Einige der angeschriebenen Hersteller waren nicht an einer Beteiligung an dem Umweltvergleich interessiert. Modelle der von diesen Herstellern angebotenen Marken sind daher auch nicht in der Motorrad-Umweltliste enthalten.

3 Schadstoffemissionen

Die Relevanz der Schadstoffemissionen motorisierter Zweiräder wird an nachfolgender Abb. 1 deutlich, wo ihre Anteile an der Fahrleistung des motorisierten Straßenverkehrs in Deutschland sowie an den Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden dargestellt sind. Bei einem Fahrleistungsanteil von 2 bis 3 % sind Motorräder heute für über 15 % der verkehrsbedingten Kohlenwasserstoffemissionen verantwortlich. Dies folgt daraus, dass ihre spezifischen Emissionen deutlich höher sind als bei anderen Straßenfahrzeugen. Gleichzeitig sind aber die spezifischen Stickoxidemissionen auf einem sehr niedrigen Niveau; der Anteil von motorisierten Zweirädern an den gesamten verkehrsbedingten Stickoxidemissionen beträgt weniger als 1 %².

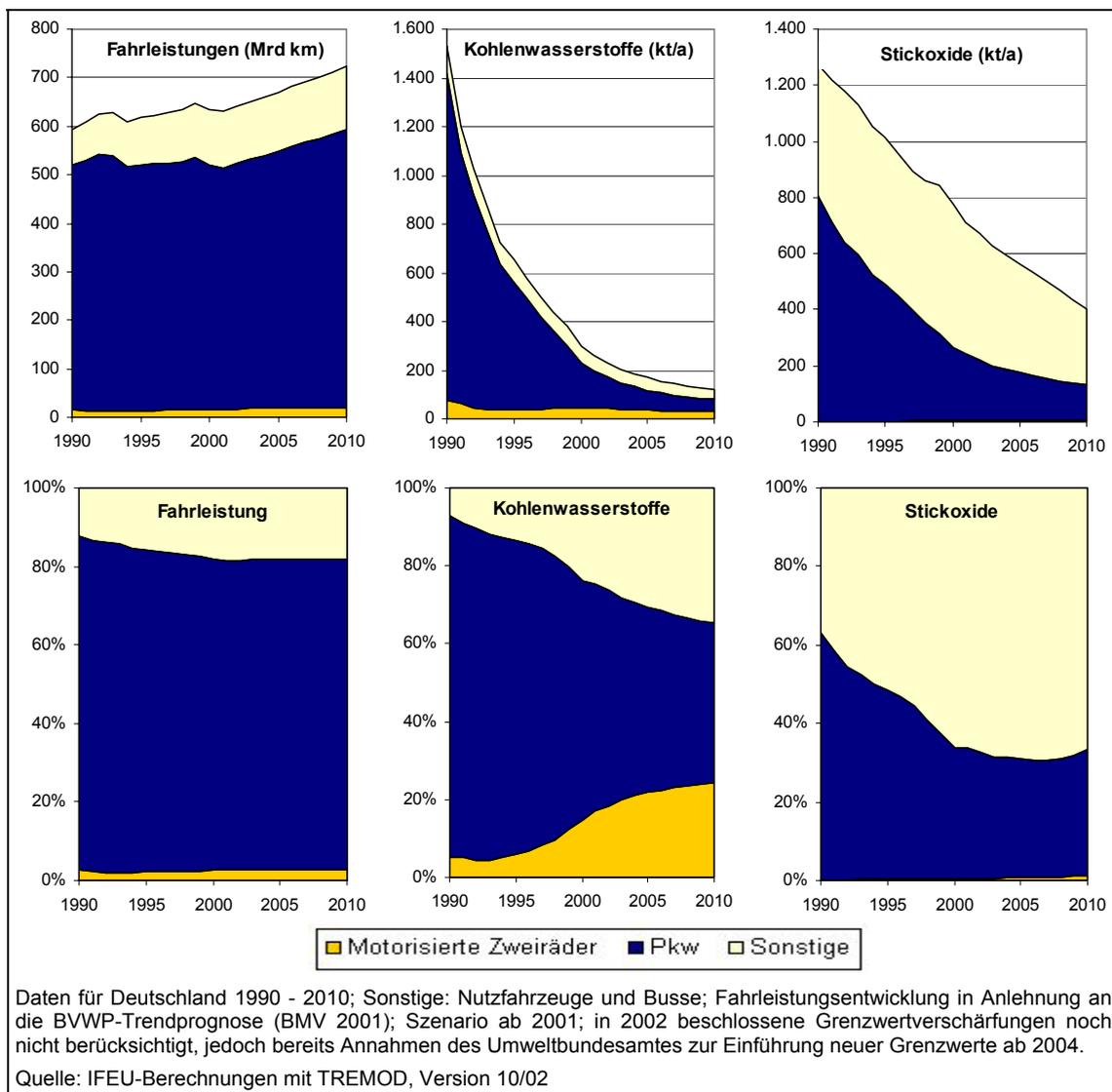


Abb. 1: Fahrleistung und Emissionen des Straßenverkehrs in Deutschland 1990-2010 (absolute und prozentuale Darstellung)

² In den zugrundeliegenden Berechnungen sind die 2002 beschlossenen Grenzwertverschärfungen /KOM 2002/ noch nicht berücksichtigt, jedoch bereits Annahmen des Umweltbundesamtes zur Einführung einer neuen Grenzwertstufe ab 2004. Damit verbundene Abweichungen der zukünftigen Schadstoffemissionen bis 2010 werden als gering angesehen, da die Umschichtung der Zweirad-Flotte mit neuen Fahrzeugen relativ langsam erfolgt.

3.1 Gesetzgebung

Seit Juni 1999 gelten in der Europäischen Union einheitliche Grenzwerte für die Abgaskonzentrationen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden, die von motorisierten Zweirädern im Rahmen der Typgenehmigung eingehalten werden müssen. Diese Grenzwerte wurden in der EU-Richtlinie 97/24/EG festgelegt /KOM 1997/.

Im Juni 2002 trat für die Typgenehmigung von Kleinkrafträdern die zweite Grenzwertstufe (Euro 2) nach der gleichen Richtlinie in Kraft. Für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen gilt die Stufe Euro 2 seit 1. April 2003, die neuen Grenzwerte sind in der Richtlinie 2002/51/EG /KOM 2002/ festgelegt. Der Verkauf von Neufahrzeugen, die die Grenzwerte nach Euro 1-Norm erfüllen, ist bis zum 1. Juli 2004 erlaubt.³ Während bei Euro 1 noch eine Differenzierung der Abgasgrenzwerte für Krafträder nach Motorart in Zweitakt- und Viertaktmodelle erfolgt, ist diese Trennung ab Euro 2 zugunsten einer Differenzierung nach Hubraum aufgehoben (siehe Tab. 2). Sowohl bei Kleinkrafträdern als auch bei Krafträdern bringt Euro 2 eine deutliche Verschärfung der Grenzwerte für Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe.

Ab 2006 gilt für die Typgenehmigung von Krafträdern die Grenzwertstufe Euro 3.⁴ Hiermit ist eine weitere deutliche Absenkung der Grenzwerte verbunden. Zudem werden durch eine Änderung der Testzyklen die Emissionen aus der Startphase und dem Warmlaufen des Motors in die Abgasmessung einbezogen, was eine weitere HC- und CO-Reduktion erfordert. Die Schadstoffemissionen von neuen Krafträdern werden sich damit ab Euro 3 dem Niveau heutiger Otto-Pkw annähern.

Tab. 2: Grenzwerte für Schadstoffemissionen motorisierter Zweiräder (in g/km)

Stufe	Richtlinie	Gültig ab	Klasse	Testzyklus	CO	HC	NO _x
Kleinkraftrad							
Euro 1	97/24/EG	17.06.1999	-	ECE R47	6	3,0	
Euro 2	97/24/EG	17.06.2002	-	ECE R47	1	1,2	
Kraftrad							
Euro 1	97/24/EG	17.06.1999	2-Takt	ECE R40	8	4	0,1
			4-Takt	ECE R40	13	3	0,3
Euro 2	2002/51/EG	01.04.2003	< 150 ccm	ECE R40	5,5	1,2	0,3
			≥ 150 ccm	ECE R40	5,5	1	0,3
Euro 3	2002/51/EG	01.01.2006	< 150 ccm	ECE R40, kalt	2	0,8	0,15
			≥ 150 ccm	ECE R40, kalt + EUDC	2	0,3	0,15

³ 2002/51/EG, Art. 2, Abs.3

⁴ Für Kleinkrafträder gibt es derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen über eine dritte Grenzwertstufe. Jedoch ist die Europäische Kommission angehalten, einen entsprechenden Vorschlag zu erarbeiten (s. EU-Richtlinie 2002/51/EG Art. 8 Abs. 3 Buchstabe e).

3.2 Datengrundlagen

Grundlage für einen Vergleich von Schadstoffemissionen verschiedener Motorräder sind Daten, die für alle Fahrzeuge einer Klasse in einem identischen und repräsentativen Fahrzyklus erhoben wurden. Zudem sollten diese Daten auch das durchschnittliche Emissionsverhalten der Fahrzeuge während ihrer Lebenszeit beschreiben. Die Verfügbarkeit einer entsprechenden Datengrundlage wird im folgenden untersucht.

Messzyklen bei verschiedenen Grenzwertstufen

Um im Rahmen der Motorrad-Umweltliste eine Bewertung der Schadstoffemissionen durchführen zu können, die sich an den Unterschieden der Emissionshöhe zwischen den Modellen orientiert, ist Grundvoraussetzung, dass die Testbedingungen, unter denen die Emissionen ermittelt werden, untereinander vergleichbar sind. Je nach Grenzwertstufe sowie in Abhängigkeit der Fahrzeugeigenschaften bestehen jedoch Unterschiede in den zur Überprüfung der Grenzwerte vorgeschriebenen Messzyklen, welche die Vergleichbarkeit einschränken oder sogar komplett aufheben können.

Für **Kleinkrafträder** sind zurzeit die beiden Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2 von Bedeutung. In beiden Grenzwertstufen ist der gleiche Fahrzyklus nach ECE R47 (simuliert den Stadtverkehr; mit Warmstart – siehe Abb. 2) für die Typprüfung vorgeschrieben. Daher können Emissionswerte beider Stufen direkt gegenübergestellt werden.

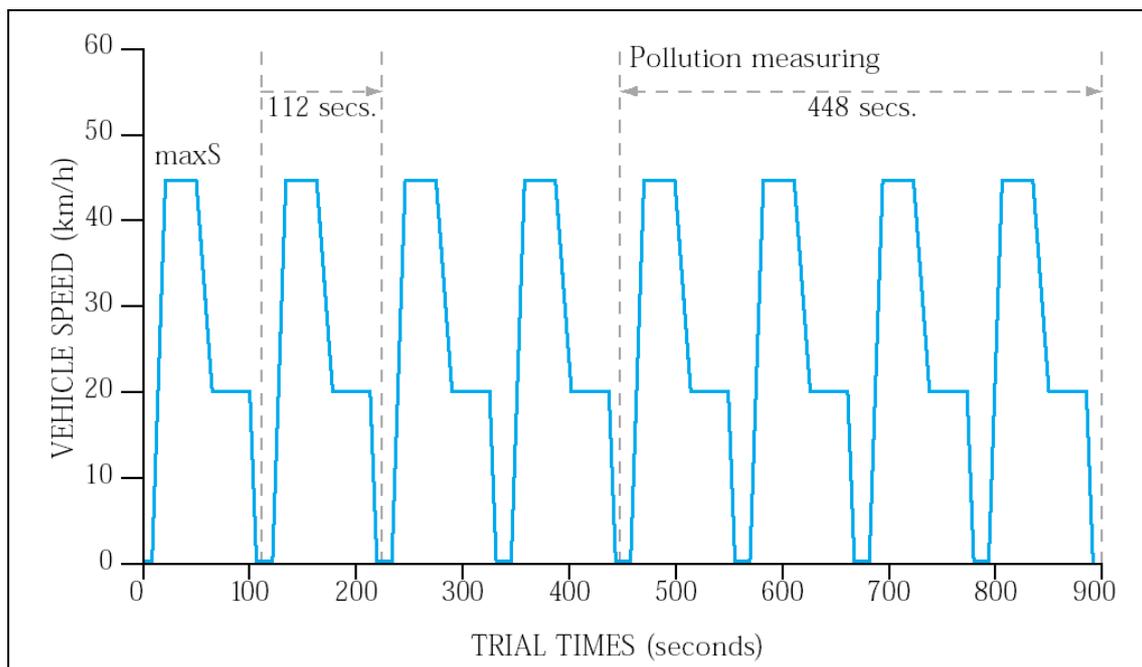


Abb. 2: Vorgeschriebener Fahrzyklus für Kleinkrafträder der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2 /ADEME 2001/

Auch für **Krafträder** ist das Messverfahren für die beiden aktuell gültigen Grenzwertstufen Euro 1 und 2 identisch. Dazu wird der Fahrzyklus nach ECE R40 mit Warmstart absolviert, d.h. der Zyklus wird 6mal durchfahren, die ersten beiden Zyklen dienen der Konditionierung des Fahrzeuges, ab dem 3. Zyklus wird gemessen (siehe Abb. 3).

Unterschiede gibt es jedoch beim Wechsel zur Stufe Euro 3. Dann durchfahren Kraft-
räder < 150 ccm die gleiche Prüfung mit Kaltstart, d. h. der Zyklus wird 6 mal durchfah-

ren, die Schadstoffmessung beginnt sofort (siehe Abb. 4). Für Krafräder ≥ 150 ccm kommt bei Euro 3 zusätzlich zum bisherigen Fahrzyklus ECE R40 inkl. Kaltstart ein Außerorts-Fahrzyklus (EUDC) hinzu, wie der rechte Teil in Abb. 4 verdeutlicht.

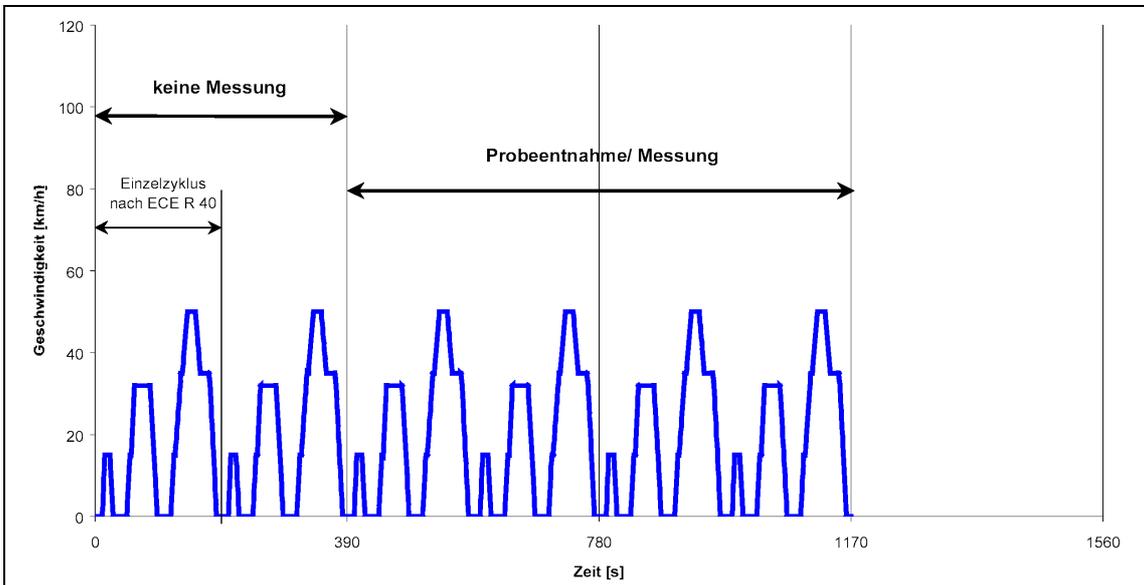
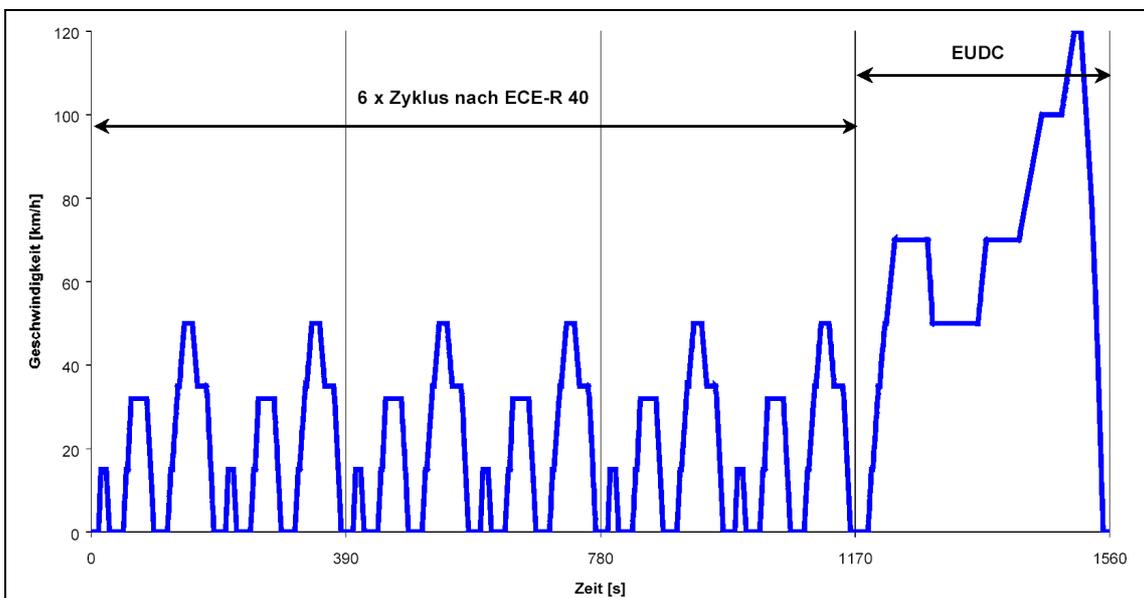


Abb. 3: Vorgeschriebener Fahrzyklus für Krafräder der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2 /ADAC 2003/



Erläuterungen: Für Krafräder < 150 ccm sind nur die 6 Zyklen nach ECE R40 vorgeschrieben, für Krafräder ≥ 150 ccm gilt der komplette in der Grafik dargestellte Ablauf

Abb. 4: Vorgeschriebener Fahrzyklus für Krafräder der Grenzwertstufe Euro 3 /ADAC 2003/

Somit unterscheiden sich Kleinkrafräder und Krafräder bereits bei den Testzyklen für Euro 1 und Euro 2. Ab Euro 3 sind auch die Testbedingungen für die beiden Größenklassen der Krafräder unterschiedlich; die Emissionswerte sind nicht mehr direkt vergleichbar. Eine solche Vergleichbarkeit könnte mit geeigneten **Korrekturfaktoren** hergestellt werden, anhand derer eine Umrechnung der Emissionswerte möglich ist. Zur

Überprüfung dieser Möglichkeit haben wir eine Felduntersuchung ausgewertet, die der TÜV Nord im Jahr 2000 im Auftrag des UBA durchgeführt hat /TÜV Nord 2000/. In dieser Untersuchung wurden u.a. bei 33 Krafträdern mit einem Hubraum ≥ 150 ccm Schadstoffmessungen sowohl in dem für Euro 1 und Euro 2 vorgeschriebenen Fahrzyklus ECE R40 durchgeführt als auch im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ), der dem für Euro 3 vorgeschriebenen Messzyklus sehr ähnlich ist. Weiterhin haben wir die Ergebnisse des ADAC-Motorrad-Abgastest /ADAC 2003/ hinsichtlich der Emissionen in den verschiedenen Messzyklen ausgewertet.

Bei den meisten Fahrzeugen der Untersuchung des TÜV Nord nahmen die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid im NEFZ gegenüber dem Zyklus nach ECE R40 ab, während die Stickoxidemissionen anstiegen. Dabei war die Bandbreite der prozentualen Veränderung zwischen den verschiedenen Fahrzyklen jedoch sehr groß⁵. Bei ca. 10 bis 20 % der Fahrzeuge trat zudem jeweils der umgekehrte Fall ein, d. h. im NEFZ verringerten sich die Stickoxidemissionen, während Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxidemissionen zunahmen.

Aus dem ADAC-Motorrad-Abgastest liegen differenzierte Emissionswerte der einzelnen Phasen der Schadstoffmessung vor, wodurch für Kaltstart und Außerortszyklus der Einfluss auf die Schadstoffemissionen gesondert betrachtet werden konnte. Im ECE R40 mit Kaltstart stiegen die HC-Emissionen gegenüber dem ECE R40 mit Warmstart bei allen Fahrzeugen deutlich an. Im NEFZ dagegen glichen die niedrigeren Emissionen während des Außerortszyklus die hohen HC-Emissionen der Kaltstartphase im Gesamtzyklus teilweise aus oder führten gegenüber dem ECE R40 (warm) sogar zu einer Verringerung der Emissionswerte. Bei den Stickoxiden führte vor allem der Außerortszyklus zu einem Anstieg der Emissionswerte, während kein eindeutiger Einfluss des Kaltstarts ersichtlich war. Da vom ADAC insgesamt nur 7 Fahrzeuge untersucht wurden, ist anhand der Ergebnisse keine Ableitung von verlässlichen Korrekturfaktoren zur Umrechnung der Emissionswerte zwischen den Grenzwertstufen möglich.

Die Bestimmung von verlässlichen, für ein Öko-Ranking brauchbaren Korrekturfaktoren zur Umrechnung der Emissionswerte von Krafträdern der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2 auf den Messzyklus nach Euro 3 scheint damit nicht direkt möglich zu sein. Bisher werden auch keine serienmäßigen Euro 3-Modelle auf dem Zweiradmarkt angeboten. Deshalb ist für die Schadstoffbewertung die Vergleichbarkeit der Emissionswerte der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2 zu Euro 3 in der Motorrad-Umweltliste 2004 noch nicht erforderlich. Zur Bewertung der Schadstoffemissionen für zukünftige Jahre können Einflüsse des Messzyklus auf die Emissionen nur grob geschätzt werden. Dies wird bei der Vergabe der Bewertungspunkte berücksichtigt (siehe Kap. 3.3).

Grenzwerte versus Typprüfwerte

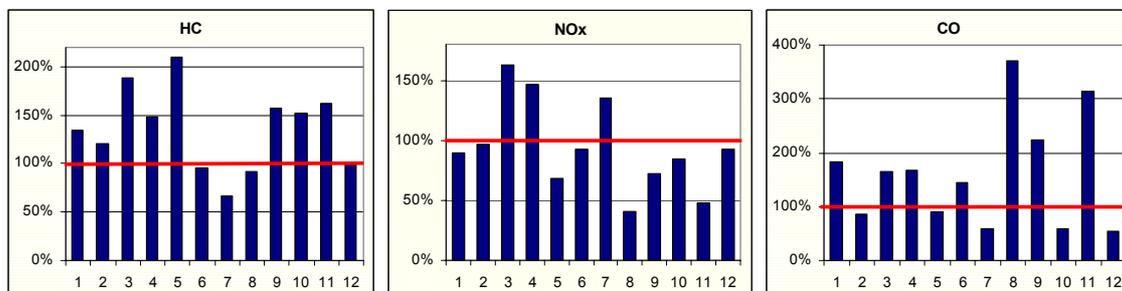
Zur Überprüfung, ob ein neues Zweirad-Modell die aktuell vorgeschriebene Grenzwertstufe einhält und damit eine Typgenehmigung für den Straßenverkehr erhält, müssen zuvor im Auftrag der europäischen Genehmigungsbehörden die Emissionen von Kohlenwasserstoffen (HC), Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxiden (NO_x) gemessen werden. Stellvertretend für alle Fahrzeuge eines baugleichen Modells durchfährt dazu ein ausgewählter Prototyp auf dem Rollenprüfstand den jeweiligen für die Grenzwertstufe vor-

⁵ Veränderung NEFZ zu ECE R40 bei HC um 32 – 174 %, bei CO um 47 – 192 %, bei NO_x um 43 – 300 % (jeweils ohne Berücksichtigung von niedrigstem und höchstem Wert)

gegebenen Messzyklus. Die Typprüfung gilt als bestanden, wenn die gemessenen Emissionen des Prototyps unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen. Diese von einer herstellerunabhängigen Institution gemessenen Typprüfwerte werden von den Herstellern bzw. Importeuren an das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) gemeldet. Damit liegen für jedes Modell spezifische Emissionsdaten vor, die Grundlage einer Motorrad-Umweltliste sein könnten.

Die Typprüfwerte liegen in der Praxis meist erheblich unterhalb der Grenzwerte. Verschiedene so genannte Felduntersuchungen, also Untersuchungen von Serienfahrzeugen mit verschieden hoher Laufleistung, haben jedoch gezeigt, dass ein Motorrad mit guten Typprüfwerten nicht automatisch im Feldversuch gut abschneidet. Ebenso tritt der Fall ein, dass ein Motorrad in der Felduntersuchung deutlich besser abschneidet als dies laut Typprüfwerten zu erwarten ist ⁶ (siehe Abb. 5).

Die Abweichungen zwischen Messungen der Feldüberwachung und den Typprüfwerten sind durchaus verständlich. Laut KBA müssen zwar „die in Serie gebauten Fahrzeuge (...) mit den in der Typprüfung ermittelten und festgelegten Kenndaten übereinstimmen“. Maßgebend sind bei den Schadstoffen allerdings nicht die Typprüfwerte, sondern „die in der jeweiligen Einzelrichtlinie oder ECE-Regelung festgelegten Grenzwerte“.⁷ D.h. die tatsächlichen Emissionen eines Fahrzeugs müssen nicht mit den zugehörigen Typprüfwerten übereinstimmen, solange die Einhaltung der Grenzwerte über alle produzierten Fahrzeuge einer Serie gewährleistet ist („Übereinstimmung der Produktion“). Daraus resultieren in der Realität vielfach erhebliche Abweichungen zu den Typprüfwerten und Grenzwerten. Die mögliche Bandbreite wird an den in Abb. 5 dargestellten Untersuchungsergebnissen deutlich.



Anmerkungen: - Fahrzeug 1 mit G-Kat und Sekundärluftsystem, Fahrzeuge 2-7 nur mit G-Kat,
 - Fahrzeug 8 mit U-Kat und Sekundärluftsystem, Fahrzeuge 9-11 nur mit U-Kat,
 - Fahrzeug 12 ohne Abgasreinigung.

Abb. 5: Messungen der Feldüberwachung von zwölf Krafrädern im Vergleich zu den modellspezifischen Typprüfwerten (Typprüfwert = rote Linie jeweils zu 100 % gesetzt); RWTÜV 2003a

Bei Verwendung der Typprüfwerte für die Bewertung der Schadstoff-Emissionen von Motorrädern bestünde eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine Fehlbewertung zwischen den Modellen. Die Typprüfwerte können daher nicht für die Schadstoffbewertung im Rahmen der Motorrad-Umweltliste herangezogen werden, sondern die Bewertung muss auf Grundlage der für die Modelle jeweils gültigen Grenzwerte erfolgen.

⁶ Bericht /RWTÜV 2003a/ und dort zitierte Messungen

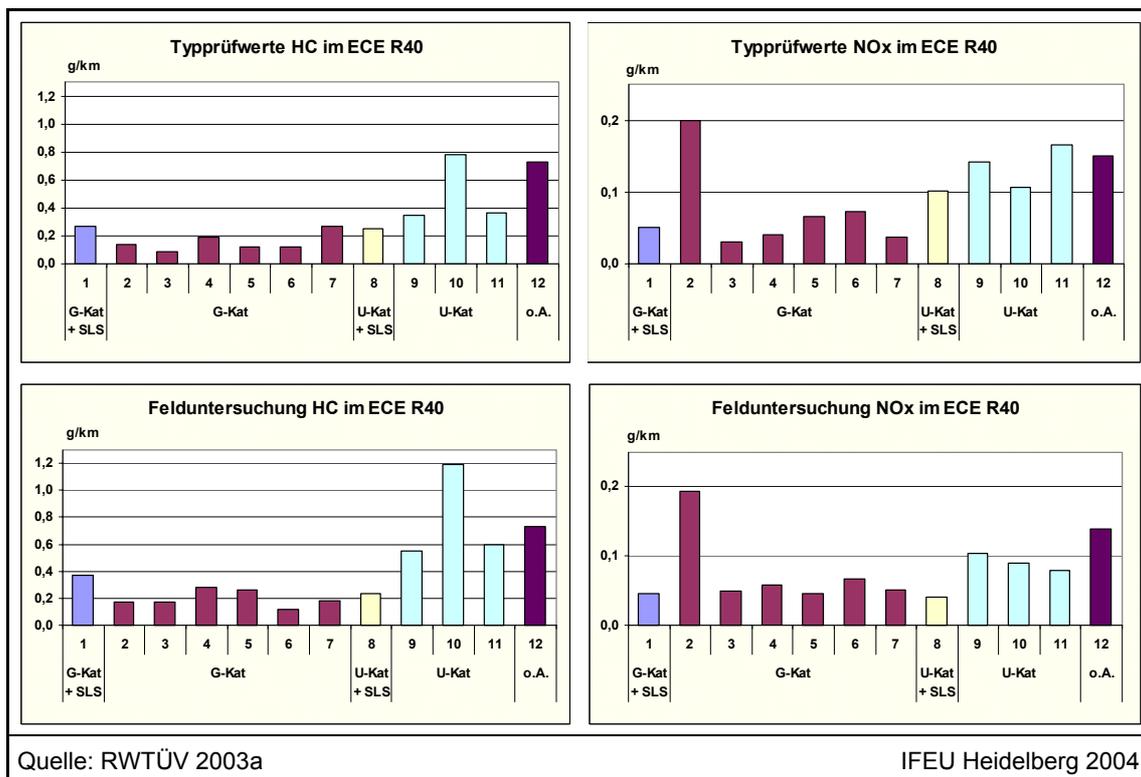
⁷ /KBA 2003a/ S. 8: Erläuterungen zu den Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsprüfwerten.

Einfluss der eingesetzten Technik zur Abgasnachbehandlung

Viele neue Modelle sind inzwischen standardmäßig mit einem geregelten Katalysator (G-Kat) ausgestattet, bei den anderen Modellen ist i.a. zumindest ein ungeregelter Katalysator (U-Kat) vorzufinden. Weiterhin gibt es verschiedene Techniken zur Abgasrückführung und -nachverbrennung (z.B. Sekundärluftsystem SLS), die meist ergänzend zum Katalysator eingesetzt werden.

Um in der Umweltbewertung den Einfluss der Technik auf die Emissionsminderung zu berücksichtigen, müssen klare und eindeutige Unterschiede in der emissionsmindernden Wirkung der verschiedenen Systeme gesichert sein, die eine Abstufung der Bewertung innerhalb der jeweiligen Grenzwertstufe ermöglichen und rechtfertigen. Diese Unterschiede sollten während der Lebensdauer der Fahrzeuge gewährleistet sein.

Verschiedene von RWTÜV zitierte Messungen /RWTÜV 2003a/ sowie der ADAC-Motorrad-Abgastest 2003 /ADAC 2003/ belegen unterschiedliche Auswirkungen des Einsatzes von geregelten Katalysatoren auf die Höhe der Schadstoffemissionen. Bei den vom RWTÜV ausgewerteten Typprüfwerten und Messungen aus der Feldüberwachung (s. Abb. 6) haben die HC-Emissionen der Krafträder mit geregeltem Katalysator einen Vorteil gegenüber anderen Minderungstechniken. Bei den Stickoxidemissionen können sie jedoch – in der dargestellten Untersuchungsreihe zumindest bei einem Fahrzeug – Nachteile haben.



Quelle: RWTÜV 2003a

IFEU Heidelberg 2004

Abb. 6: Schadstoffemissionen bei Euro 1-Krafträdern mit verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen

Der Motorrad-Abgastest des ADAC (siehe Abb. 7) bestätigt diese Einschätzung. Die HC-Emissionen sind gemäß den Typprüfwerten bei allen Fahrzeugen mit G-Kat geringer als bei dem einzigen mit U-Kat ausgestatteten Fahrzeug im Test. Anhand der Felduntersuchung im gleichen Messzyklus (ECE R40) ist allerdings kein so eindeutiger

Einfluss der Minderungstechnik erkennbar. Die Höhe der HC-Emissionen ist hier sehr uneinheitlich.

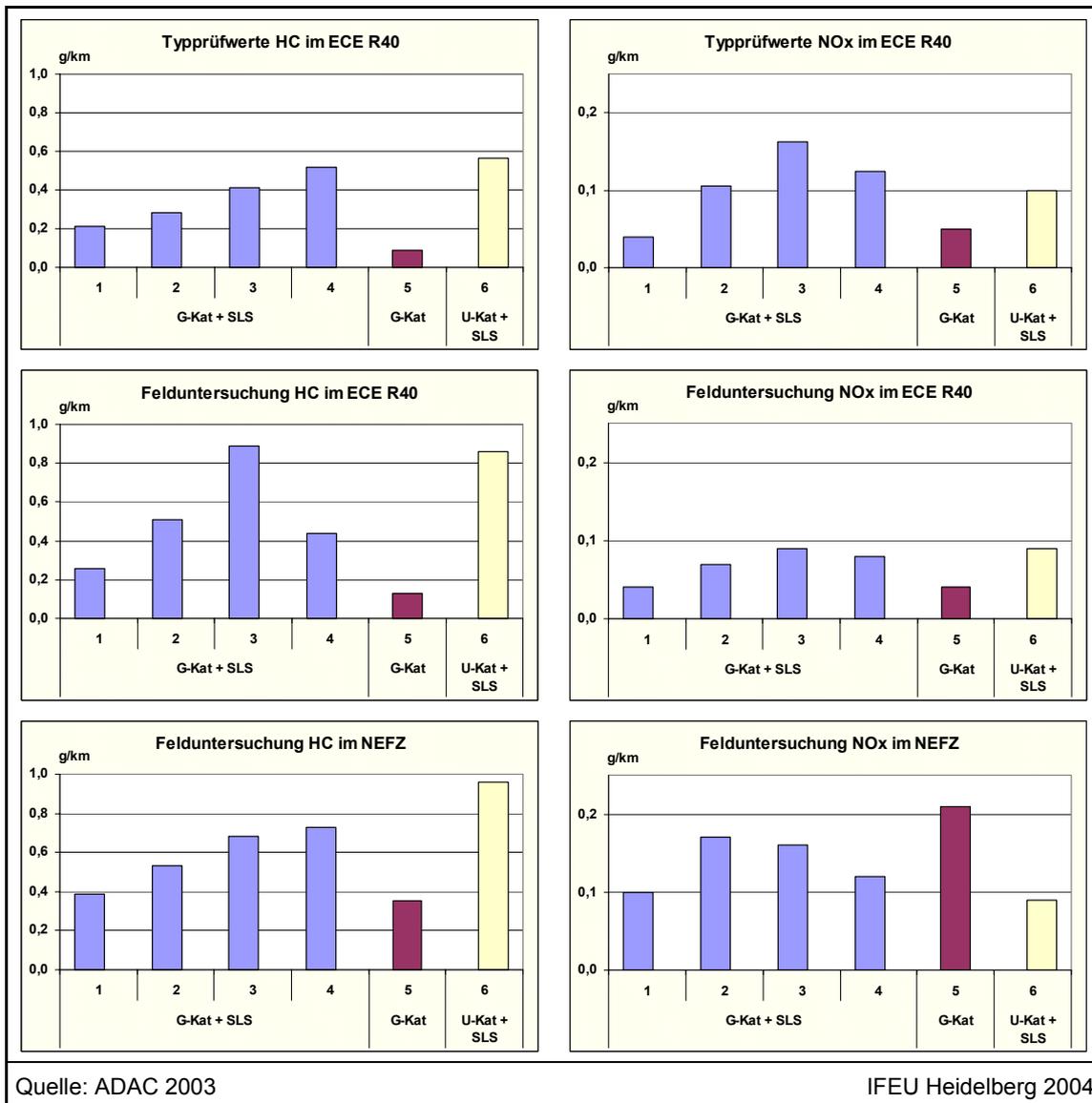


Abb. 7: Schadstoffemissionen bei Euro 2-Krafträdern mit verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen

Bei den NO_x-Emissionen ist im ADAC-Test ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen Fahrzeugen mit G-Kat bzw. U-Kat zu erkennen. Bei den Messungen im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ), der zum für Krafträder ab Euro 3 vorgeschriebenen Messzyklus vergleichbar ist, hat das Motorrad mit U-Kat die niedrigsten NO_x-Emissionen. An diesen Messungen wird deutlich, dass der volle Funktionsumfang eines Katalysators außerhalb des Messzyklus der Typprüfung (bisher) nicht immer gegeben ist. Fahrzeug 5 hat zwar einen sehr niedrigen NO_x-Typprüfwert, auch der Wert bei der Feldmessung im ECE R40 ist der niedrigste im Testfeld. Bei der Messung im NEFZ sind die NO_x-Emissionen jedoch höher als bei allen anderen Fahrzeugen, bedingt durch einen sehr starken Anstieg der Emissionen im Außerortszyklus.

Bisher wird demnach eine Reduktion der Schadstoffemissionen durch den Einsatz von geregelten Katalysatoren gegenüber Modellen mit U-Kat nicht sicher erreicht. Eine Abstufung der Schadstoffbewertung entsprechend der Emissionsminderungstechnik ist damit nicht möglich.

Zusätzlich muss (im Gegensatz zu Pkw) für Motorräder bisher nicht gewährleistet werden, dass ihre Minderungstechnik über die gesamte Lebensdauer zuverlässig funktioniert. Erst ab Inkrafttreten der Norm Euro 3 müssen die Hersteller auch die Funktionsfähigkeit der emissionsrelevanten Einrichtungen während der „normalen Lebensdauer“ eines Fahrzeugs bis zu einer Kilometerleistung von 30.000 km gewährleisten⁸.

Somit sind weder anhand der modellspezifischen Typprüfwerte noch über die eingesetzte emissionsmindernde Technik sichere Aussagen über die Höhe der Schadstoffemissionen neuer Zweirad-Modelle möglich. Der jeweils gültige Grenzwert ist damit der einzige Wert, der von allen Modellen eingehalten werden muss und eine entsprechende Vergleichbarkeit innerhalb der Modellgruppen gewährleistet. *Daher bewerten wir jedes Motorrad allein anhand der Grenzwertstufe, nach der es zugelassen ist.*

Dennoch sind Kauf und Nutzung eines Motorrades mit einem geregeltem Katalysator zweifelsohne ökologisch vernünftiger als ein Verzicht auf derartige emissionsmindernde Bauteile. Diese Einschätzung gilt erst recht, wenn die neuen Grenzwerte sicher und stabil eingehalten werden.

Verdunstungsemissionen und nichtlimitierte Schadstoffe

Neben den Auspuffemissionen treten insbesondere bei Benzin betriebenen Fahrzeugen so genannte Verdunstungsemissionen auf. Sie entstehen bei Verdunstung von Kraftstoff durch permanente Tankatmung sowie infolge von Heißabstellvorgängen.

Während bei Pkw ein Grenzwert für Verdunstungsemissionen von 2 g/Prüfung festgelegt ist /KOM 1991/, gibt es für Motorräder in Europa bisher keine entsprechende Regulierung, weswegen ihre Verdunstungsemissionen relativ hoch sind. Da die Abgasemissionen von Kohlenwasserstoffen in den nächsten Jahren stark zurückgehen werden, erwartet das Umweltbundesamt, dass der Anteil aus Verdunstungsemissionen an den gesamten Kohlenwasserstoffemissionen ohne entsprechende Gegenmaßnahmen zukünftig bis zu 44 % betragen wird /UBA 2002/.

Maßnahmen zur Reduktion der Verdunstungsemissionen sind bei Motorrädern bereits Stand der Technik. So gilt in dem US-Bundesstaat Kalifornien bereits seit 1983 auch für Motorräder ein Grenzwert für Verdunstungsemissionen /CCR 1976/. Daher sind inzwischen fast alle Zweirad-Modelle für den kalifornischen Markt mit einer Aktivkohlefallle zur Reduktion der Verdunstungsemissionen ausgestattet, während die gleichen Modelle auf anderen Märkten nach wie vor ohne Filter verkauft werden.

Wie Abb. 8 zeigt, treten zwischen heutigen Motorrädern sehr große Unterschiede bei den Verdunstungsemissionen auf. Ursachen hierfür sind vor allem bauartbedingt, wie aus einer Auswertung der Messungen des TÜV Nord durch das Umweltbundesamt /UBA 2002/ hervorgeht. So sind die Verdunstungsemissionen bei Motorrädern mit Einspritzung im Verhältnis niedriger als bei Vergaserfahrzeugen. Am höchsten sind die Verdunstungsemissionen bei konstruktionsbedingten Öffnungen des Tanks zur Atmosphäre (z.B. Überlaufschlauch zum Druckausgleich).

⁸ 2002/51/EG, Art. 5

Die Datenlage zu den Verdunstungsemissionen aus Tankatmung und der Heißabstellphase gestattet keine sicheren Aussagen über die Höhe der Abweichungen bei verschiedenen Konstruktionsmerkmalen der Modelle. Weiterhin können die erforderlichen konstruktionsbedingten Merkmale im Rahmen der Datenerhebung für die Motorrad-Umweltliste nicht modellspezifisch erhoben werden. Daher ist es in dieser Untersuchung nicht möglich, die Verdunstungsemissionen in die Schadstoffbewertung einzu beziehen. Durch die Einführung eines gängigen Messverfahrens zur Ermittlung der Verdunstungsemissionen (z.B. SHED⁹) in Europa und eine Begrenzung dieser Emissionen könnten entsprechende Daten in Zukunft von den Herstellern ermittelt und für die Motorrad-Umweltliste ausgewertet werden.

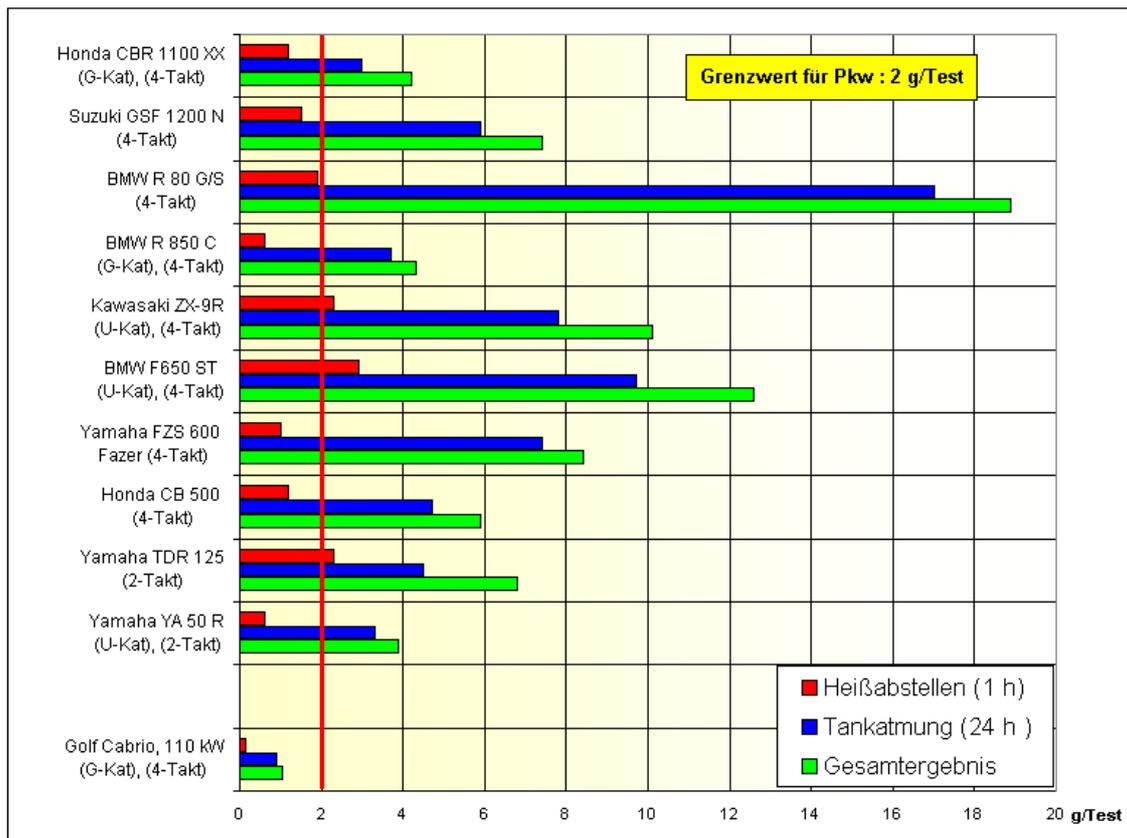


Abb. 8: Verdunstungsemissionen von Motorrädern (Messungen des TÜV Nord für UBA; Auswertungen & Grafik: /UBA 2002/)

Neben denjenigen Schadstoffen, die durch die gesetzlichen Vorschriften begrenzt sind (CO; Summe HC, NO_x), werden von motorisierten Zweirädern auch weitere Substanzen emittiert, so genannte "nicht-limitierte Komponenten". Diese Stoffe sind entweder als Teil einer der oben genannten Stoffgruppen nur indirekt begrenzt (beispielsweise Benzol als ein Kohlenwasserstoff oder Schwefeldioxid als Verbrennungsprodukt des Kraftstoffes) oder nicht begrenzt (N₂O). Da sich die Kraftstoffe und Antriebstechniken der Motorräder nicht (mehr) wesentlich unterscheiden, zudem die schwache Datenlage keine Differenzierung erlaubt, werden diese Emissionen für den Vergleich der Motorrad-Umweltliste außer Acht gelassen.

⁹ SHED: Sealed Housing for Evaporative Determination

3.3 Bewertungsmethodik

Wie bereits bei der Konzeption, Umsetzung bzw. Aktualisierung der Auto-Umweltliste /IFEU 1997/ bewerten wir auch bei der Motorrad-Umweltliste die Höhe der einzelnen Emissionen in einer Punkteskala von 0 bis 10 Punkten. Die Setzung der Endpunkte der Skala („Spreizung“) und dabei insbesondere des Startpunktes (Anfangs- oder schlechtestester Wert) hat einen großen Einfluss auf die Punktevergabe und damit auch auf das Endergebnis. Die Zusammenfassung der Einzelwerte erfolgt dann durch eine gewichtete Addition.

Unsere Vorstellung, die Skalen verschiedener Straßenfahrzeuge wie der motorisierten Zweiräder mit denjenigen von Pkw so zu gestalten, dass die absoluten Punktzahlen einer Schadstoffkomponente miteinander vergleichbar sind, konnte in der hier vorliegenden Untersuchung nicht umgesetzt werden. Dazu hätten u.a. die jeweiligen Testzyklenergebnisse aneinander angepasst, die Nutzungsmuster berücksichtigt und auch die angebotenen Beförderungsplätze einbezogen werden müssen. Auch hätten sich dadurch die jeweiligen Skalen der Motorräder in manchen Umweltwirkungen auf einen sehr eingeschränkten Teil der Skala (z.B. zwischen 0 und 1) beschränkt.

Üblicherweise werden für Umweltvergleiche die Emissionen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden herangezogen. Wir berücksichtigen die Kohlenmonoxidemissionen nicht, da sie keinen relevanten Indikator für die heutige Umweltverträglichkeit eines Motorrads darstellen. Denn seit geraumer Zeit erreichen die verkehrsbedingten Kohlenmonoxidmissionen selbst an hoch belasteten Straßen keine kritischen Werte mehr. Die nachfolgend erläuterte Bewertungsmethodik ist daher auf die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden begrenzt.

Zunächst werden für Krafträder die Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen einzeln betrachtet und separate Bewertungsskalen ermittelt. Anschließend werden verschiedene Vorschläge zur Gewichtung der beiden Komponenten diskutiert und angewandt. Kleinkrafträder werden anschließend, der Unterschiedlichkeit von Grenzwerten und Technik entsprechend, gesondert betrachtet.

3.3.1 Krafträder – Einzelbewertung von HC und NO_x

Die im Frühjahr 2004 angebotenen neuen Krafträder sind zum kleineren Teil noch Modelle mit Typzulassung nach Euro 1; die Mehrheit ist nach Euro 2 zertifiziert. Beiden Zulassungen liegt der Testzyklus ECE R40 zu Grunde.

Die Grenzwerte nach **Euro 1** sind nach Motorart in Zwei- und Viertakt unterteilt, wobei für Zweitakt-Modelle deutlich höhere HC-Emissionen zulässig sind als für Viertaktmodelle. Ab **Euro 2** wurde vom Gesetzgeber die Unterscheidung nach Motorart aufgegeben; Krafträder werden nach Hubraum in < 150 ccm und ≥ 150 ccm unterteilt. Die HC-Grenzwerte für die Modelle < 150 ccm liegen um 20 % höher als die der größeren Motorräder, die NO_x-Anforderungen sind gleich (vgl. Schadstoffgrenzwerte in Tab. 2).

Zusätzliche Probleme der Emissionsbewertung entstehen dann, wenn **Euro 3**-Modelle auf dem Zweiradmarkt verfügbar sind und „gerankt“ werden sollen. Aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit der Testzyklen der Grenzwertstufe Euro 3 zu den Stufen Euro 1 und Euro 2 und damit der erlaubten Emissionshöhe ist eine präzise Schadstoffbewertung, die sich auf die Unterschiede zwischen den Grenzwerten bezieht, nicht oder zumindest erschwert möglich. Nachfolgend wird eine Bewertungsmethodik dargestellt, wie sie in den nächsten Jahren in der Motorrad-Umweltliste Anwendung finden könnte.

Für jedes Modell werden entsprechend seiner Schadstoffnorm und den damit gültigen Grenzwerten Bewertungspunkte in einer linearen Bewertungsskala von 0 bis 10 Punkten vergeben. Als Nullpunkt der Skala fungieren die recht hohen spezifischen Emissionen der Norm Euro 1. 10 Punkte werden bei Nullemission vergeben. Fahrzeuge ohne lokale Schadstoffemissionen sind zum Erreichen heutiger Luftqualitätsziele zwar nicht unbedingt erforderlich. Sie senken die tolerierten Risiken jedoch noch weiter ab und bieten zudem gegenüber heute unbekanntem Schadstoffwirkungen größere Sicherheit als Verbrennungskraftfahrzeuge. Die Umsetzung der Punktevergabe ist in Abb. 9 und Abb. 10 grafisch dargestellt.

HC: Da beide Euro 1-Grenzwerte für HC sehr hoch sind, wurde der etwas bessere (3 g/km) als Nullpunkt gewählt. Damit bekommen Zweitaktmodelle Euro 1 Negativpunkte.

Die für Krafträder Euro 3 < 150 ccm berechneten Bewertungspunkte wurden anschließend an das abweichende Messverfahren in der Typprüfung angepasst. In den ausgewerteten Untersuchungen betragen die HC-Emissionen im Prüfzyklus ohne Kaltstart (Euro 1 und 2) durchschnittlich 60 % gegenüber den Emissionswerten mit Kaltstart (Euro 3). Dadurch erhöht sich die Bewertung von 7,3 auf 8,3 Punkte.

Bei Euro 3 ≥ 150 ccm ergeben sich keine Bewertungsunterschiede durch das abweichende Messverfahren. Zwar müsste einerseits auch hier der Kaltstart zu einer Höherbewertung führen, andererseits wäre aber auch ein Außerortszyklus zu berücksichtigen, der die HC-Emissionen meist reduziert. Daher wurde die Annahme getroffen, dass sich beide Effekte ausgleichen (siehe Abb. 9).

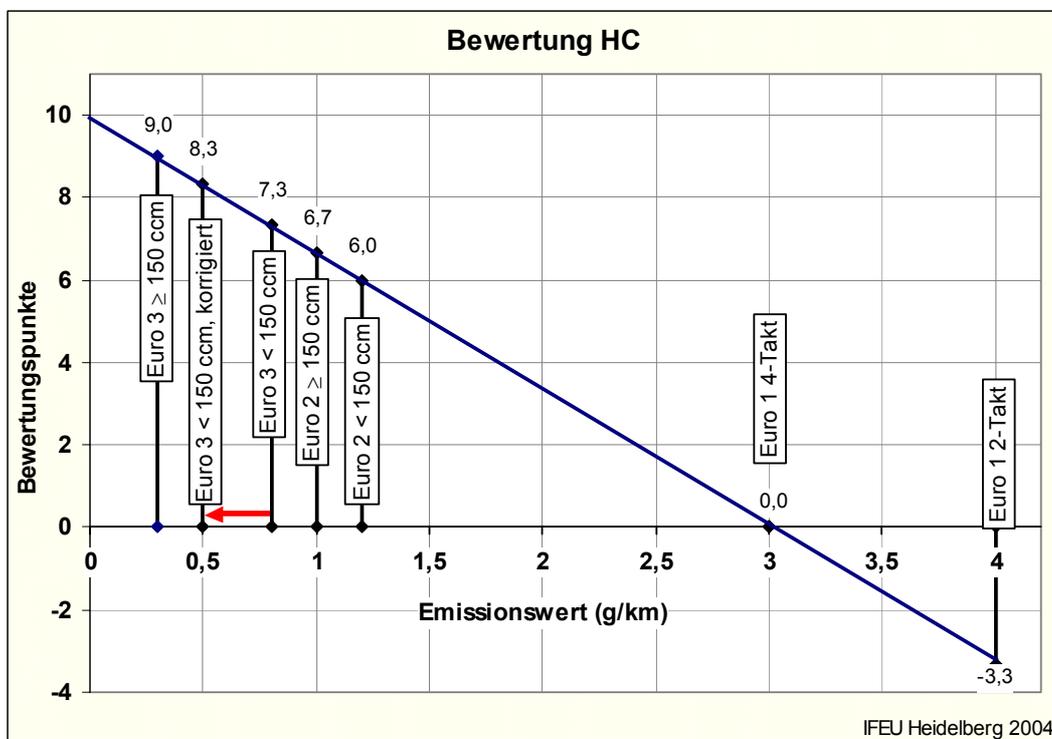


Abb. 9: Krafträder - Einzelbewertung HC (inkl. Anpassung an abweichenden Messzyklus bei Euro 3 < 150 ccm)

NO_x: Als Nullpunkt wurde der Grenzwert für Viertakter Euro 1 bestimmt, der weiterhin auch für Euro 2 unverändert bleibt. Modelle dieser drei Kategorien bekommen damit in der NO_x-Bewertung 0 Punkte.

Die direkt berechnete Bewertung für Euro 3 ≥ 150 ccm wurde anschließend an das abweichende Messverfahren angepasst, in dem durch den hinzugekommenen Außerortszyklus die Erreichung des Grenzwerts erschwert wird. Der Wert wurde von 5,0 auf 7,0 Punkte erhöht, was eine Emission von 0,09 g/km NO_x bedeutet. Diese Reduktion gegenüber dem Grenzwert (0,15 g/km) entspricht dem durchschnittlichen Unterschied zwischen den Messungen im ECE R40 und im NEFZ in den ausgewerteten Untersuchungen. Für Euro 3 < 150 ccm wurde keine Korrektur vorgenommen, da der einzige Unterschied im Messzyklus gegenüber Euro 1 und Euro 2, der Kaltstart, zu keinen signifikanten Änderungen in der Höhe der NO_x-Emissionen führt (siehe Abb. 10).

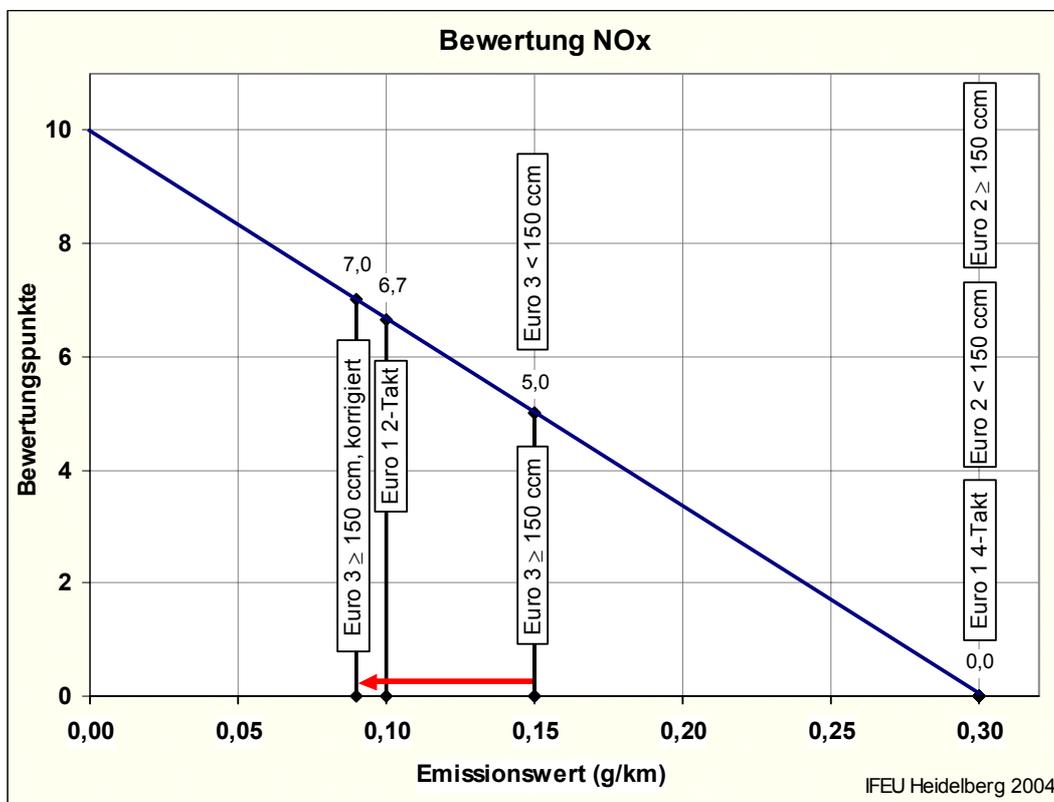


Abb. 10: Krafträder - Einzelbewertung NO_x (inkl. Anpassung an abweichenden Messzyklus bei Euro 3 ≥ 150 ccm)

3.3.2 Krafträder – Gesamtbewertung Luftschadstoffe

Während die Stickoxidemissionen von Motorrädern schon immer auf relativ niedrigem Niveau liegen und mit modernen Pkw vergleichbar sind ¹⁰, betragen die Kohlenwasserstoffemissionen bei Motorrädern ein Vielfaches der Pkw-Werte. So lauten die Grenzwerte für aktuelle Euro 3- und Euro 4-Pkw 0,2 bzw. 0,1 g HC/km. Die aktuellen Grenz-

¹⁰ Die Stickoxidemissionen motorisierter Zweiräder liegen niedriger als Diesel-Pkw (Euro 3: 0,5 g/km, Euro 4: 0,25 g/km), aber nicht auf Otto-Pkw-Niveau (Euro 3: 0,15 g/km; Euro 4: 0,08 g/km) – betrachtet unabhängig von den Einflüssen unterschiedlicher Testzyklen

werte für Motorräder liegen dagegen für die Euro 1- bzw. Euro 2-Norm bei 3 bzw. 1 g HC/km. Dementsprechend tragen Motorräder trotz sehr geringer Fahrleistung wesentlich stärker zu den verkehrsbedingten Kohlenwasserstoffemissionen bei (siehe Abb. 1). Die Kohlenwasserstoffemissionen müssen daher wesentlich stärker in die Schadstoff-Gesamtbewertung einfließen als Stickoxide, deren Beitrag zu den Gesamtemissionen überproportional niedrig ist. Die Punktezahlen für die HC- und die NO_x -Emissionen werden aus diesem Grund im Verhältnis 80 : 20 gewichtet.

Wegen der hohen Gewichtung bestimmt die Reihenfolge aus der Punktwertung der HC-Emissionen im Wesentlichen auch das Gesamtergebnis. Zweitakter Euro 1 werden trotz der relativ günstigen NO_x -Emissionen schlechter als Viertakter bewertet, sie erhalten auch in der Gesamtbewertung Minuspunkte (siehe Abb. 11). Der Bewertungsabstand zwischen Euro 3 und Euro 2 erhöht sich trotz der deutlich schlechteren NO_x -Bewertung von Euro 2-Modellen nur in geringem Maße.

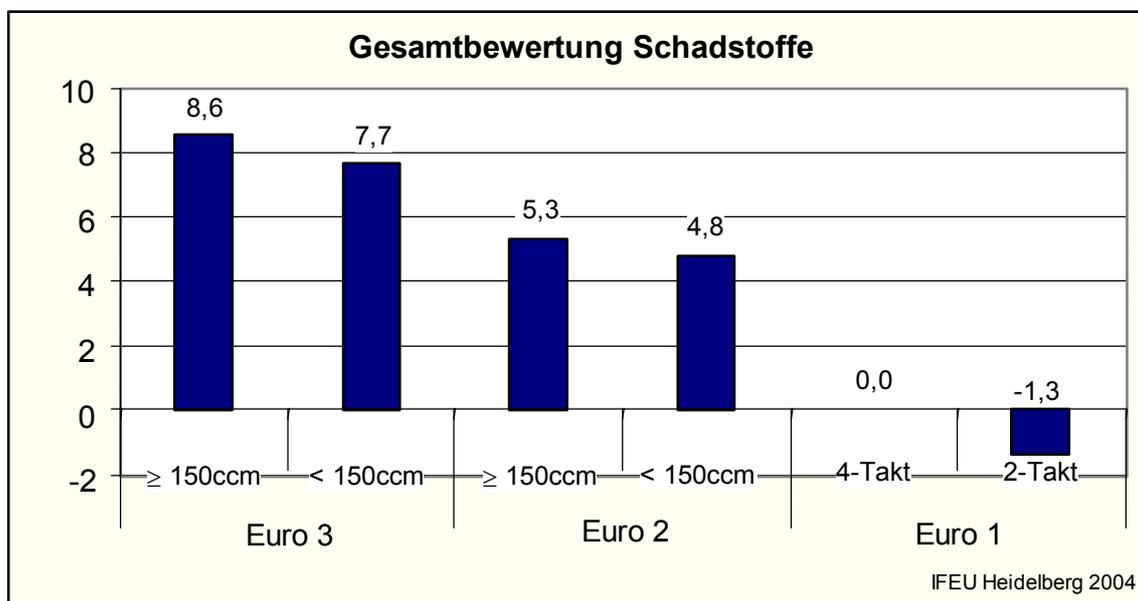


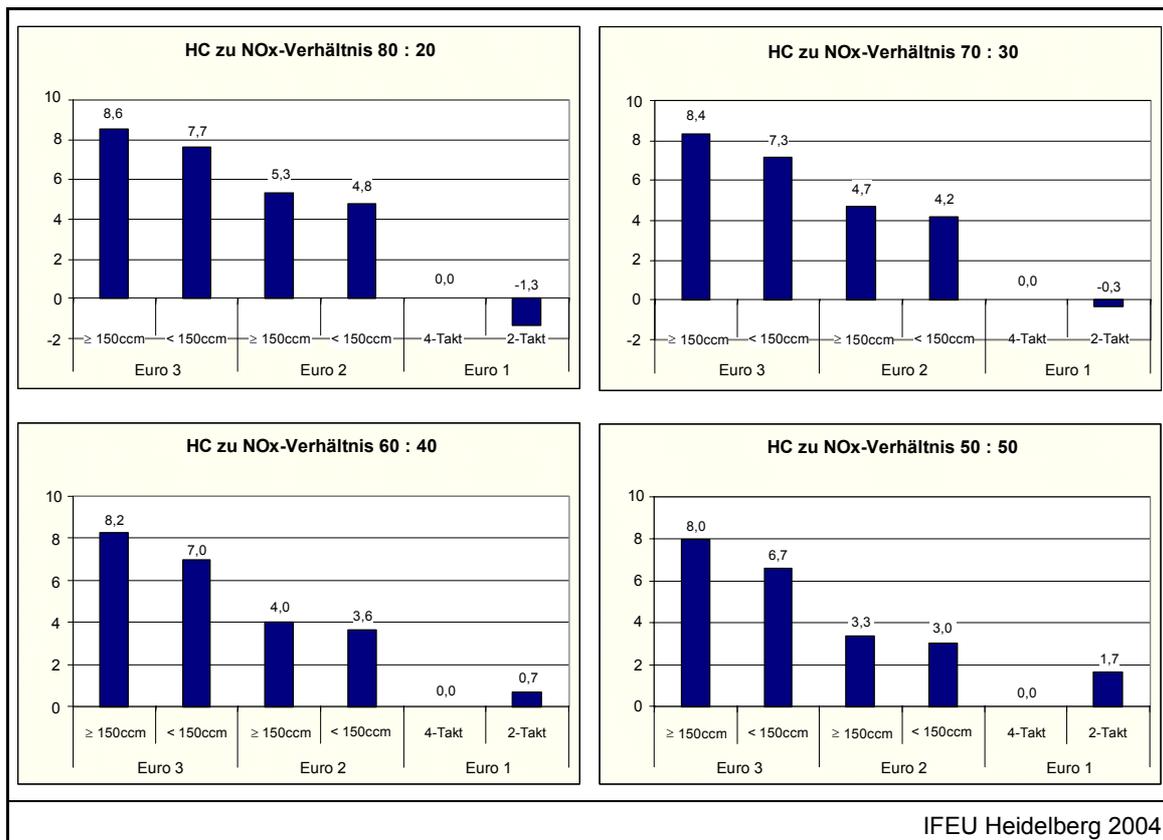
Abb. 11: Krafträder - Gesamtbewertung Luftschadstoffe

Sensitivitätsbetrachtung für unterschiedliche Gewichtungen

Um den Einfluss der Gewichtung der HC- und NO_x -Punktezahlen auf das Ergebnis zu verdeutlichen, haben wir in einer Sensitivitätsbetrachtung neben dem Vorschlagswert „80 zu 20“ auch die Gewichtungen „70 zu 30“, „60 zu 40“ und „50 zu 50“ berechnet.

Die Sensitivitätsberechnungen (siehe Abb. 12) zeigen erwartungsgemäß, dass mit zunehmendem Anteil der NO_x -Bewertung an dem Gesamtergebnis Zweitakt-Modelle besser bewertet werden. Dazu verringert sich auch die Spreizung der Punkteskala, da sie bei den Stickoxidemissionen geringer als bei den Kohlenwasserstoffemissionen ist. Weil der Unterschied in der Stickoxidbewertung zwischen Euro 2 und 3 recht hoch, bei den Kohlenwasserstoffen dagegen recht gering ist, wird mit zunehmender NO_x -Gewichtung auch der Unterschied zwischen Euro 2 und 3 im Gesamtergebnis größer.

Da die Gewichtung durch die Bedeutung der Kohlenwasserstoffemissionen bzw. der Stickoxidemissionen an den gesamten verkehrsbedingten Emissionen bestimmt wird, wäre neben der vorgewählten Gewichtung 80 zu 20 lediglich das Verhältnis 70 zu 30 für die Gesamtbewertung geeignet. In beiden Fällen sind die Ergebnisse vergleichbar.



IFEU Heidelberg 2004

Abb. 12: Krafträder – Sensitivitätsanalyse zur Gesamtbewertung Luftschadstoffe

3.3.3 Kleinkrafträder

Für Kleinkrafträder existieren keine getrennten Grenzwerte, sondern nur ein Summen-grenzwert HC+NO_x. Weiterhin gibt es nur die zwei Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2, die in die Schadstoffbewertung einzubeziehen sind. Da die Grenzwerte beider Stufen direkt vergleichbar sind, ist hier der Bezug auf die Nullemission als Emissionsziel gut möglich, eine Anpassung der Grenzwerte aufgrund abweichender Messzyklen ist nicht erforderlich. Gleichzeitig sollte die Punktevergabe bei Kleinkrafträdern grundsätzlich vergleichbar zur Punktevergabe bei Krafträdern sein.

Für Modelle mit Euro 1-Zulassung werden 0 Punkte vergeben, da Euro 1 nicht mehr dem Stand der Technik entspricht. Für Modelle mit Euro 2-Zulassung werden anhand der linearen Bewertungsskala 6 Punkte vergeben. Diese Punktezahl ist durch die starke Reduzierung des Grenzwerts von Euro 1 zu Euro 2 begründet, die auch eine deutliche Verringerung des Abstands zum Bewertungsmaximum Nullemission darstellt. Die Bewertung für Kleinkrafträder Euro 2 liegt damit auf ähnlicher Höhe wie für Krafträder Euro 2 im analogen Bewertungsverfahren (bei Gewichtung 80 : 20).

3.4 Ergebnisse 2004

Von 241 durch die Hersteller an uns gemeldeten Kraftrad- und Kleinkraftradmodellen sind 38 Modelle noch nach der Norm Euro 1 zugelassen. Sie dürfen gemäß Gesetzgebung noch bis Juli 2004 als neue Motorräder verkauft werden. Die anderen 180 gemeldeten Modelle erfüllen den Standard Euro 2. Modelle nach Euro 3-Norm sind bisher nicht auf dem Markt verfügbar.

Die Grenzwerte Euro 1 und Euro 2 bei den im Jahr 2004 betrachteten Krafträdern unterscheiden sich bei den hier diskutierten Schadstoffen nur bei den Kohlenwasserstoffemissionen. Bei Kleinkrafträdern liegt nur ein Summengrenzwert für HC+NO_x vor.

Aus den genannten Gründen ist Ranking der Zweiräder in der „Motorrad-Umweltliste 2004“ nicht sinnvoll. Alternativ wird für die Motorrad-Umweltliste 2004 vorgeschlagen, die jeweilige Abgasnorm der einzelnen Modelle anzugeben. Mit dieser Information steht dem Nutzer der Liste ein einfaches Auswahlkriterium zur Bewertung der Umweltrelevanz der Motorräder zur Verfügung.

4 Kraftstoffverbrauch

Der Kraftstoffverbrauch und die damit einhergehenden Kohlendioxidemissionen sind ein sehr wichtiges Kriterium für die ökologische Verträglichkeit von motorisierten Zweirädern. Wie Tests in Motorradzeitschriften zeigen, liegt der Verbrauch von Motorrädern häufig bei 6 l/100km; auch Testverbräuche bis zu 8 l auf 100 km sind keine Seltenheit. Damit verbrauchen Motorräder genauso viel oder mehr als ein moderner Kleinwagen und tragen entsprechend zur verkehrsbedingten Klimagefährdung bei.

Für den Kraftstoffverbrauch bzw. für die CO₂-Emissionen existieren im Straßenverkehr bisher keine Grenzwerte. Allerdings müssen seit 1996 für die Typgenehmigung von Pkw die Emissions- und Verbrauchswerte ermittelt und „in einem dem Fahrzeughalter beim Kauf zu übergebenden Dokument enthalten“ sein /KOM 1993/¹¹. Eine vergleichbare Verpflichtung für Krafträder tritt erst mit der Euro 3-Norm ab dem Jahr 2006 in Kraft /KOM 2002/¹². Bis dahin besteht für die Zweiradhersteller noch keine Verpflichtung, die Emissionen von Kohlendioxid sowie den Kraftstoffverbrauch zu bestimmen. Darüber hinaus ist von der Europäischen Kommission zum jetzigen Zeitpunkt auch noch kein einheitliches Messverfahren zur Ermittlung dieser Werte festgelegt worden.

4.1 Datengrundlagen

Der Kraftstoffverbrauch wird i.a. nicht direkt gemessen, sondern aus den Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HC) berechnet. Eine weitere Grundlage für Verbrauchsangaben können Testfahrten mit kalibrierter Verbrauchsmessung sein. Da – wie oben gesagt – keine gesetzliche Verpflichtung zur Bestimmung des Kraftstoffverbrauchs besteht, verfügen viele Hersteller nach eigenen Angaben über keine entsprechende Datenbasis für ihre Modelle. Auch wenn Verbrauchsdaten verfügbar sind, so sind diese i.a. nicht vergleichbar, da sie auf herstellereigenen Messzyklen bzw. Konstantfahrten basieren. Vergleichbarkeit besteht jedoch nur bei Verwendung eines einheitlichen Verfahrens wie dem offiziellen Messzyklus der Schadstoff-Typprüfung.

Ein zusätzliches Problem, auch bei ausreichender Datenlage, stellt vor allem bei Krafträdern ≥ 150 ccm die Repräsentativität von Verbrauchsangaben aus der Schadstoff-Typprüfung dar. Da der Typprüfung für Krafträder der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2 der Stadtfahrzyklus zu Grunde liegt, wird das *durchschnittliche* Fahrverhalten nur ungenügend abgebildet, und der Verbrauch tendenziell zu hoch bewertet. Die Typprüfung für Euro 3-Motorräder enthält zusätzlich einen Fahranteil außerorts (siehe Abb. 4). Damit wird der durchschnittliche Verbrauch der Motorräder besser wiedergegeben. Gleichzeitig schränkt dies aber die Vergleichbarkeit mit den aus der Typprüfung erhaltenen Verbrauchsangaben für Euro 1- und Euro 2-Modelle ein

Die Bestimmung von etwaigen Korrekturfaktoren zwischen Verbrauchsangaben nach Euro 1 bzw. Euro 2 und Angaben nach Euro 3 ist im Rahmen dieses Projekts nicht möglich. In der Motorrad-Umweltliste 2004 ist die Vergleichbarkeit auch nicht erforderlich, da bisher noch keine serienmäßigen Euro 3-Modelle auf dem Zweiradmarkt angeboten werden. Für die Zukunft müssen hierfür jedoch entsprechende Korrekturfaktoren bestimmt werden.

¹¹ 93/116/EG, Art. 2

¹² 2002/51/EG, Art. 7

4.2 Bewertungsmethodik

Nachstehend wird eine Bewertungsmethodik aufgezeigt, die in der Motorrad-Umweltliste der folgenden Jahre Anwendung finden könnte. Die Bewertung erfolgt direkt anhand des Kraftstoffverbrauchs, der ein guter Indikator für die damit verbundenen Kohlendioxidemissionen ist, da alle betrachteten Motorräder mit Benzin betankt werden. Gleichzeitig ist der Verbrauch auch ein für den Motorradfahrer gut nachvollziehbarer Indikator der Umweltwirkungskategorie „Ressourcenverbrauch“. Andere klimarelevante Emissionen wie die eventuell unterschiedlich hohen Methan- und Distickstoffoxidemissionen werden aufgrund ihrer generell geringen Bedeutung im Verkehr vernachlässigt.

Krafträder

Der Kraftstoffverbrauch jedes Modells wird innerhalb einer Skala von 0 bis 10 Punkten eingeordnet, ausgehend von Verbrauchswerten im derzeit gültigen Messzyklus ECE R40 (Innerortsfahrt). Die **Nullpunkt-Marke** wird auf 8,5 l/100km festgelegt, das entspricht ca. 200 g/km CO₂ (unter der üblichen Annahme der vollständigen Oxidation des im Kraftstoff enthaltenen Kohlenstoffes). Höhere Verbrauchswerte werden mit entsprechenden Minus-Punkten belegt. Die **10-Punkte-Marke** wird auf 2 l/100km festgelegt, das entspricht ca. 50 g/km CO₂. Diese Bewertungsskala gilt für alle Krafträder (< 150 ccm und ≥ 150 ccm) gleichermaßen. Die Punktevergabe erfolgt analog zum Vorgehen bei den Schadstoffemissionen linear (Abb. 13).

Wie aus den für die „Motorrad-Umweltliste 2004“ gemeldeten Verbrauchsdaten für ca. 30 Modelle bekannt ist, liegt der Kraftstoffverbrauch im Messzyklus ECE R40 in einem Bereich von 2,8 l/100km bis zu 8,6 l/100km. Dabei kommen auch große, leistungsstärkere Modelle durchaus auf Verbrauchswerte unter 4 l/100km.

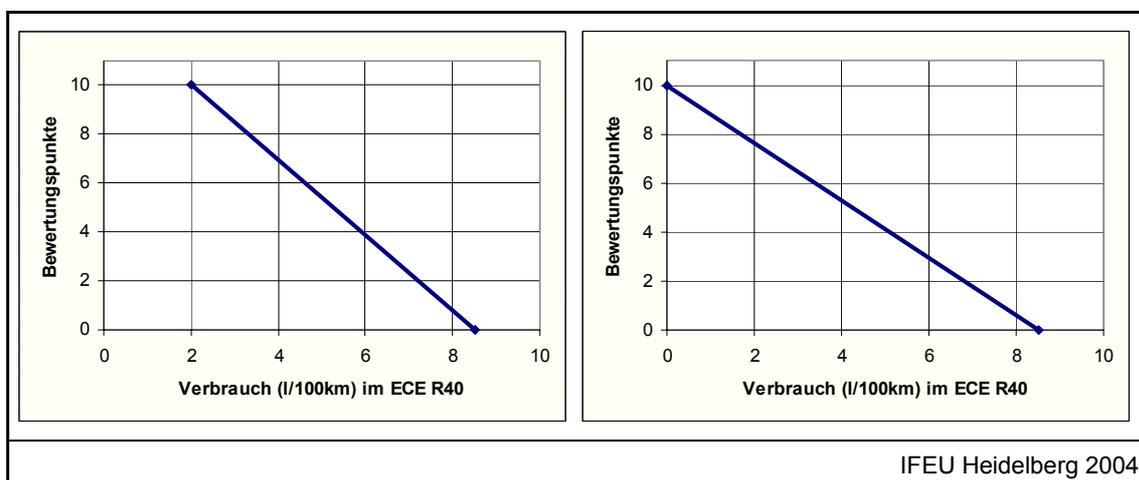


Abb. 13: Krafträder – Bewertung Kraftstoffverbrauch (Bewertungsmaximum links = 2l/100km, rechts = „Null-Verbrauch fossil“)

Möglicherweise gibt es auf dem Zweiradmarkt bereits Krafträder, deren Verbrauch unter 2 l/100km liegt. Dann müsste eine Anpassung der Bewertungsskala vorgenommen werden. Grundsätzlich ist eine Bewertungsskala, welche die Maximal-Punktezahl bei Erreichen des Maximums, nämlich dem Verbrauch von keinen fossilen Ressourcen bzw. der Nullemission von klimarelevanten Gasen, aufweist, anzustreben (siehe

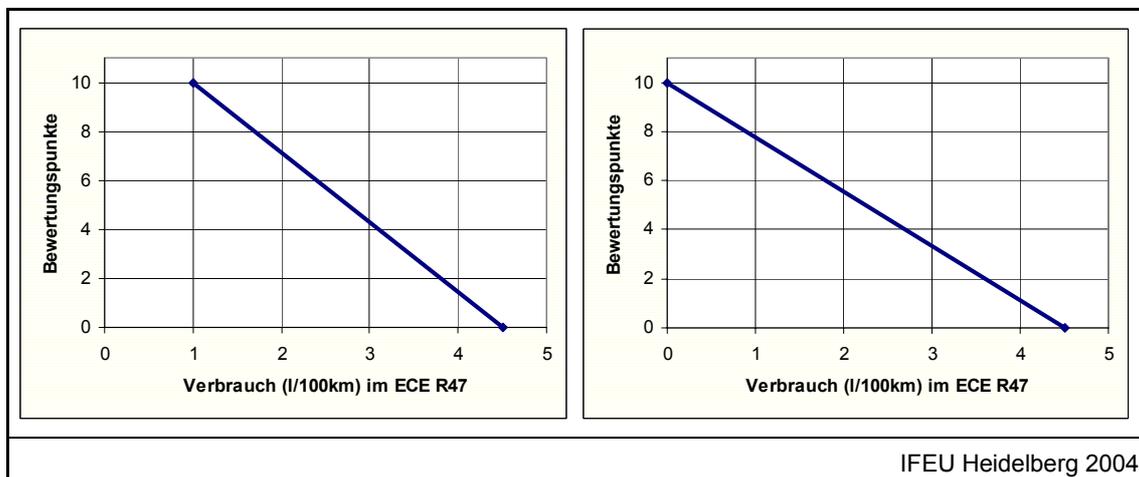
Abb. 13, rechter Teil). Derzeit sind noch keine solchen Kraftrad-Modelle erhältlich, jedoch ist eine zukünftige Entwicklung in diese Richtung auch hier denkbar.

Untersuchungen des TÜV Nord /TÜV Nord 2000/ sowie des ADAC /ADAC 2003/ haben gezeigt, dass der Kraftstoffverbrauch von Motorrädern im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) um ca. 20 % niedriger liegt als im bisher gültigen Typprüfzyklus ECE R40. Der NEFZ ist dem bisher für Euro 3 vorgesehenen Messzyklus sehr ähnlich, weshalb dort von einer ähnlichen Minderung der Verbrauchswerte auszugehen ist. Wenn in Zukunft Euro 3-Modelle in der Motorrad-Umweltliste erfasst werden, muss daher eine entsprechende Korrektur der Verbrauchswerte erfolgen, um den gegenüber Euro 1 und 2 geänderten Messzyklus der Typprüfung zu berücksichtigen.

Kleinkrafträder

Kleinkrafträder sind bauartbedingt bereits deutlich verbrauchsärmer als Krafträder. Außerdem findet die Typprüfung in einem eigenen spezifischen Fahrzyklus statt (ECE R47), dessen Werte nicht mit den Angaben für Krafträder vergleichbar sind. Sie müssen daher getrennt bewertet werden.

Die Bewertungsskala für Kleinkrafträder wird von 4,5 l/100km (**Nullpunkt-Marke**) bis hin zu 1 l/100km (**10-Punkte-Marke**) festgelegt (s. Abb. 14). Das entspricht ungefähr Kohlendioxidemissionen im Bereich zwischen 30 und 100 g/km CO₂. Da von den Herstellern keinerlei Verbrauchsdaten zu Kleinkrafträdern vorliegen, kann die Eignung dieser Skala jedoch nicht endgültig abgeschätzt werden. Auch für Kleinkrafträder ist in Abb. 14 zusätzlich die Veränderung der Bewertungsskala dargestellt, wenn zukünftige Fahrzeuge ohne fossilen Energieverbrauch erfasst werden sollen.



IFEU Heidelberg 2004

Abb. 14: Kleinkrafträder – Bewertung Kraftstoffverbrauch (Bewertungsmaximum links = 1l/100km, rechts = „Null-Verbrauch fossil“)

4.3 Ergebnisse „Kraftstoffverbrauch in der Motorrad-Umweltliste 2004“

Bisher liegen kaum vergleichbare Daten zum Kraftstoffverbrauch von Motorrädern vor. Als einziger Hersteller konnte uns BMW im Rahmen der Datenerhebung Verbrauchsdaten für alle Modelle im Typprüfzyklus zur Verfügung stellen, Yamaha verfügt für einen Teil seiner Modelle über Verbrauchsdaten. Eine Verpflichtung, entsprechende Verbrauchsdaten zu erheben und zur Verfügung zu stellen, haben die Hersteller erst ab dem Jahr 2006.

Da somit kein vollständiger Datensatz zur Verfügung steht, kann in der diesjährigen Motorrad-Umweltliste keine Bewertung der Modelle anhand des Kraftstoffverbrauchs durchgeführt werden. Wegen der hohen Relevanz der Umweltkategorien „Ressourcenverbrauch“ und „Treibhauseffekt“ sollte der Motorradkäufer in der veröffentlichten Ranking-Liste auf die Bedeutung des Kraftstoffverbrauchs aufmerksam gemacht werden. Dabei sollte er die Möglichkeit nutzen, sich beim Fachhändler nach Verbrauchstests zu erkundigen bzw. einschlägige Motorradmagazine heranziehen. Denn auch nach Berücksichtigung der unterschiedlichen Messbedingungen (Konstantfahrt, verschiedene Zyklen) zeigen sich noch große Unterschiede in der Höhe des Kraftstoffverbrauchs bei Motorrädern vergleichbarer Leistung.

Da ab dem Jahr 2006 für alle neuen Krafträder Verbrauchsdaten in einem gesetzlich festgelegten Prüfzyklus vorliegen müssen, kann spätestens zu diesem Zeitpunkt eine Bewertung des Kraftstoffverbrauchs vorgenommen werden. Es wäre wünschenswert, wenn die Hersteller schon zu einem vorgezogenem Zeitpunkt entsprechende Daten zur Verfügung stellen, um diese dann in die Bewertung einzubeziehen.

5 Geräuschemissionen

Verkehrslärm spielt in der Umweltdiskussion eine zunehmende Rolle. Er wird von einem großen Teil der Bevölkerung als Hauptursache der Lärmbelästigung angesehen /Infratest 1993/. Motorräder nehmen zudem eine Sonderrolle ein, da sie sich wegen ihres spezifischen Geräuschverhaltens vor allem bei unangepasster Fahrweise schnell vom übrigen Verkehr abheben.

Neben der Belästigungswirkung hinaus kann anhaltend starker Umweltlärm auch zu Gesundheitsbeeinträchtigungen führen. Lärm ruft unspezifische Stressreaktionen hervor. Zudem geben Befunde zu der Befürchtung Anlass, dass durch Lärm Risiken für Krankheiten des Herz-Kreislauf-, Magen-Darm- und Immunsystems erhöht werden können. Epidemiologische Studien zeigen zudem einen Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Herzinfarkt /UBA 2000/.

Während bei den gekapselten Motoren von Pkw und Nutzfahrzeugen vielfach die Reifen-/Fahrbahngeräusche die dominierenden Teilschallquellen darstellen, dominieren beim Motorrad die Antriebsgeräusche /BMU 1998/. Somit ist Motorradlärm ein Problem der Fahrzeugtechnik, d.h. der Auslegung von Motor, Ansaug- und Abgassystem und der Fahrweise. Dabei tragen Ansaug- und Abgassystem sowie Motorgeräusch zu über 80 % zum Motorradgeräusch bei /IMMA 1996/. Zudem können die Geräuschemissionen durch Manipulationen an der Auspuffanlage bzw. durch den Anbau nicht zugelassener Anlagen erhöht werden.

5.1 Gesetzgebung

Zu jedem Zweirad-Modell, das für den Straßenverkehr in Deutschland zugelassen werden soll, müssen das **Fahrgeräusch** sowie das **Standgeräusch** nach den in Richtlinie 97/24/EG /KOM 1997/ vorgeschriebenen Messverfahren an Prototypen ermittelt und der Fahrgeräusch-Typprüfwert sowie der Standgeräuschmesswert an das KBA übermittelt werden.

Das **Fahrgeräusch** soll die beschleunigte Vorbeifahrt im Straßenverkehr nachbilden. Es wird in der Mitte einer 20 m langen Messstrecke im Abstand von 7,5 m zur Fahrspur des Zweirads ermittelt, das bei festgelegtem Gang aus einer konstanten Geschwindigkeit am Anfang der Messstrecke voll beschleunigt wird. Krafträder müssen mit 50 km/h an die Messstrecke heranfahren und anschließend voll beschleunigen. Kleinkrafträder, deren Höchstgeschwindigkeit auf 45 km/h begrenzt ist, müssen ausgehend von 30 km/h maximal beschleunigen. Falls die Höchstgeschwindigkeit eines Modells unter 30 km/h liegt, ist die gesamte Messung bei Höchstgeschwindigkeit durchzuführen. Die Messung des Fahrgeräuschs ist mindestens zweimal auf jeder Seite des Kraftrads durchzuführen und der maximale Geräuschpegel zu ermitteln. Als Typprüfwert wird anschließend der Durchschnittswert dieser vier Maximalpegel angegeben.

Auf den Fahrgeräusch-Typprüfwert beziehen sich auch die in Richtlinie 97/24/EG /KOM 1997/ festgelegten Grenzwerte für Geräuschemissionen motorisierter Zweiräder. Sie gelten unverändert seit dem Jahr 1999 (siehe Tab. 3). Da die Grenzwerte bei unterschiedlichen Testbedingungen gemessen werden, sind sie zwischen Krafträdern und Kleinkrafträdern nicht direkt vergleichbar.

Tab. 3: Grenzwerte für das Fahrgeräusch von motorisierten Zweirädern

Kleinkraftrad (Testzyklus nach 97/24/EG, Anhang II)		Kraftrad (Testzyklus nach 97/24/EG, Anhang III)		
≤ 25 km/h	> 25 km/h	≤ 80 ccm	> 80 ≤ 175 ccm	> 175 ccm
65 dB(A)	71 dB(A)	75 dB(A)	77 dB(A)	80 dB(A)
Quelle: KOM 1997		IFEU Heidelberg 2004		

An dem Prüffahrzeug, das die Fahrgeräuschgrenzwerte erfüllt hat, wird auch ein **Standgeräusch** bestimmt. Dieses dient als Vergleichswert für die Geräuschemissionen eines Modells im Straßenverkehr. D.h. das Standgeräusch kann bei Kontrollen von der Polizei zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Auspuffanlage gemessen werden¹³, z.B. um durch den Fahrer vorgenommene Manipulationen festzustellen¹⁴. Der Standgeräuschpegel wird mindestens durch drei Messungen ermittelt. Gemessen wird im Leerlauf in einem Abstand von 50 cm (Nahfeld) und im 45-Grad-Winkel längs zur Auspufföffnung. Der lauteste der drei Messwerte wird als Überprüfungswert angenommen. Als vorgeschriebene Drehzahl gilt

- 50 % der Nenndrehzahl¹⁵ (falls diese über 5.000 U/min liegt)
- 75 % der Nenndrehzahl (falls diese unter 5.000 U/min liegt).

¹³ Aus dem *Polizeihandbuch*: „Besteht Anlass zu der Annahme, dass ein KFZ den gesetzlichen Anforderungen nicht entspricht § 49 StVZO, so ist der Führer des KFZ auf Weisung der Polizei verpflichtet, den Schallpegel im Nahfeld feststellen zu lassen.“

§ 17 STVZO: Bei allen vermeintlichen Mängeln - dazu zählen auch defekte oder zu laute Auspuffanlagen - kann die Polizei einen Mängelbericht nach § 17 (...) ausstellen, der in angemessener Zeit (1-2 Wochen) zu überprüfen ist.

¹⁴ Bei einer Überprüfung des Standgeräuschs im Straßenverkehr wird von dem gemessenen Wert eine Toleranz von 5 dB(A) abgezogen. Ist der so ermittelte Wert höher als der im Kfz-Schein eingetragene Typprüfwert, gilt die Betriebserlaubnis des Motorrads als erloschen. Als Bußgeld sind dann ca. 50 Euro und 18 Euro Verwaltungskosten fällig.

¹⁵ Nenndrehzahl nennt man die Drehzahl, bei der der Motor die angegebene Leistung in PS oder kW abgibt (z.B. 80 PS bei 8000 U/min, dann ist 8000 die "Nenndrehzahl" des Motors).

5.2 Datengrundlagen

Für jedes in Deutschland zugelassene Motorrad liegen Daten zum Stand- und zum Fahrgeräusch vor. Beide Geräusche kommen somit prinzipiell für eine Bewertung der Motorradgeräusche in Frage. Für eine Bewertung der Motorräder wurden die Repräsentativität sowie die Anwendbarkeit der Geräuschdaten analysiert.

Fahrgeräusch

Das Fahrgeräusch soll die Beschleunigung unter Volllast im Stadtverkehr nachbilden. Es ist die Grundlage für die Grenzwertgesetzgebung. Der vorgeschriebene Fahrzyklus ist jedoch für Krafträder wenig repräsentativ, da das tatsächliche Geräuschverhalten im Verkehr damit nur unzureichend abgebildet wird. Dazu gibt es verschiedene Gründe:

- Größere Motorräder werden vorwiegend *auf Landstraßen* betrieben und dort häufig als störend wahrgenommen (z.B. in Naherholungsgebieten). Durch die Fahrgeräuschmessung der Typprüfung werden Außerortsfahrten jedoch nicht erfasst.
- In ähnlicher Weise wird das Anfahren *aus dem Stand* (z.B. an Ampeln) als lästig empfunden, da Motorräder eine erheblich höhere Beschleunigung erlauben als Pkw und so eher in einen hohen Drehzahlbereich und damit zu einem hohen Geräuschpegel kommen (nach /BMU 2002/).
- Für die Geräuschemissionen bei Motorrädern ist vor allem die Motordrehzahl ausschlaggebend. Zwischen Leerlauf und Höchstdrehzahl kann ein Unterschied im Geräuschpegel bis zu 30 dB(A) auftreten. Das bedeutet bei richtiger Interpretation des logarithmischen Dezibel einen Anstieg der Schallleistung auf das Tausendfache. Mit anderen Worten: 1000 Motorräder sind bei Leerlaufdrehzahl zusammen „nur“ so laut wie ein einziges Motorrad des gleichen Typs bei Höchstdrehzahl (nach /BMU 2002/). Im Geschwindigkeitsbereich zwischen 20 und 60 km/h sind die von Motorrädern erreichten Drehzahlen vergleichbar zum Pkw, und auch bei den Geräuschemissionen fallen Zweiräder in diesem Geschwindigkeitsbereich nicht auf. Über 60 km/h erreichen sie in einer vergleichbaren Zeitspanne jedoch aufgrund der größeren Beschleunigung erheblich höhere Drehzahlen als Pkw. In Folge steigt auch das Fahrgeräusch oftmals deutlich stärker an. Dieser Geschwindigkeits- und Drehzahlbereich wird im Messzyklus nicht abgebildet.
- Die auf die Nenndrehzahl normierten Drehzahlen bei der Typprüfung für das Fahrgeräusch nehmen mit zunehmenden Leistungsgewicht ab, allerdings bei großen Streuungen (Abb. 15). Motorräder mit größerem Leistungsgewicht könnten aber höhere Geschwindigkeiten und höhere Drehzahlen erreichen – damit auch einen höheren Fahrgeräuschpegel. Auch dies wird im Zyklus nicht abgebildet.

Es hat sich gezeigt, dass mit geringem Aufwand durch die Hersteller Anpassungen eines Motorrads (z.B. Änderung der Übersetzung) möglich sind, wodurch im Bereich des Messzyklus der Fahrgeräuschprüfung geringere Drehzahlen (Leistungsloch) auftreten als in anderen Geschwindigkeitsbereichen und somit auch das Fahrgeräusch sinkt. Für die Lärmbelastung im normalen Stadtverkehr sind aufgrund solcher konstruktiven Maßnahmen allerdings kaum positiven Auswirkungen zu erwarten¹⁶.

¹⁶ „In der realen Fahrpraxis wird sich in diesem Fall mit großer Wahrscheinlichkeit allerdings keine Lärmverbesserung zeigen, da der Fahrer wegen der neuen Übersetzung vermehrt die unteren Gänge nutzen wird.“ (Dr.-Ing. Gert Kemper, in /BMU 2002/)

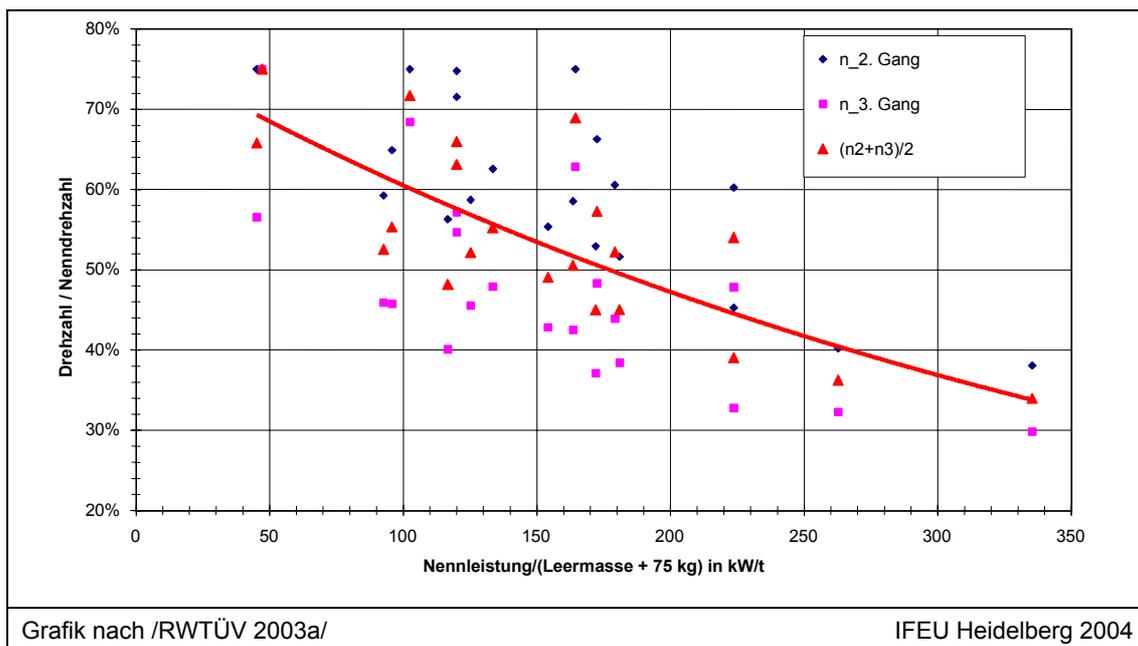


Abb. 15: Drehzahlen in der Fahrgeräuschmessung (auf Nenndrehzahl normiert)

Eine Weiterentwicklung des Geräuschmessverfahrens ist unbedingt notwendig, um die im praktischen Fahrbetrieb häufig auftretenden Fahrzustände mit hohen Motordrehzahlen bei der Typprüfung besser erfassen zu können /BMU 1998/. Mit der Einführung eines Modifikationsvorschlags auf der Basis einer Untersuchung des TÜV Bayern/Sachsen aus dem Jahr 1994 würde sich die Bevorzugung der Fahrzeugtypen mit hoher spezifischer Leistung durch das Messverfahren deutlich verringern.

Allein auf der Basis der Fahrgeräusch-Typprüfwerte kann somit keine geeignete Lärmbewertung durchgeführt werden.

Standgeräusch

Das Standgeräusch – auch Nahfeldgeräuschpegel genannt – dient als Kriterium, um Manipulationen am Motorrad zu identifizieren, die zu einer Erhöhung des Geräuschpegels führen können. Bei der Überprüfung eines Motorrads im Straßenverkehr muss der lauteste von drei Messwerten nach Abzug einer Toleranz von 5 dB(A) mit dem in den Fahrzeugpapieren eingetragenen Typmesswert übereinstimmen.

Die Drehzahl bei der Messung des Nahfeldgeräusches ist nur abhängig von der Nenndrehzahl (75 % der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahlen kleiner 5.000 U/min; sonst 50 % der Nenndrehzahl). Da somit die bei der Standgeräuschmessung erreichte maximale Drehzahl für die meisten vergleichbaren Motorräder im gleichen Verhältnis zur Nenndrehzahl liegt, wird angenommen, dass das Standgeräusch ein guter Parameter zur Beschreibung der Geräuscheigenschaften der motorisierten Zweiräder ist (da die Drehzahl ein wichtiger Parameter der Lärmentwicklung ist).

Problematisch ist der Vergleich für Motorräder mit Nenndrehzahlen im Grenzbereich um 5.000 U/min, da hier das Prüfverfahren abweicht und damit keine vergleichbaren Ergebnisse erzielt werden. Bei einer Nenndrehzahl von z.B. 4.800 U/min wird das Standgeräusch bei 3.600 U/min gemessen, bei einer Nenndrehzahl von 5.000 bei 2.500 U/min. Hiervon sind insgesamt jedoch nur wenige Modelle mit großem Hubraum (> 1.500 ccm).

5.3 Bewertungsmethodik

Auf Basis der Analyse der vorliegenden Geräuschemissionsdaten bei Zweirädern haben wir ein Bewertungsverfahren entwickelt, welches sowohl das grenzwertrelevante Fahrgeräusch als auch das Standgeräusch einbezieht.

- Das **Fahrgeräusch** ist gesetzlich begrenzt. Es stellt einen Anhaltspunkt für die Lärmbelastung im innerstädtischen Bereich dar. Allerdings werden bei leistungsstarken Maschinen besonders hohe Drehzahlen nicht ausreichend berücksichtigt.
- Das **Standgeräusch** erfasst demgegenüber hohe Drehzahlen, weil die Testvorschriften an die Nenndrehzahl gekoppelt sind. Durch die unterschiedliche Höhe der Messdrehzahl bei Motoren unter oder über 5.000 1/min Nenndrehzahl wird das Geräuschpotential teilweise in unterschiedlichem Maße erfasst.

Die für die einzelnen Motorradmodelle ermittelten Prüf- bzw. Messwerte werden getrennt nach Fahr- und Standgeräusch auf einer Skala von 0 – 10 eingeordnet und über eine Gewichtung zu einem Geräusch-Gesamtwert zusammengeführt. Wegen der verschiedenen Messzyklen sind die Werte für Kleinkrafträder und Krafträder nicht direkt vergleichbar und werden auf verschiedenen Skalen geführt.

Fahrgeräusch

Da für die einzelnen Motorradklassen verschiedene Grenzwerte für das **Fahrgeräusch** bestehen, wird jeweils eine Skala definiert, deren Eckpunkte sich am aktuellen Grenzwert (= 0 Punkte) und einem sehr anspruchsvollen Zielwert orientieren.

Tab. 4: Bewertungsmaßstab Fahrgeräusch

	Kleinkrafträder	Krafträder ≤ 175 ccm	Krafträder > 175 ccm
0 Punkte	71	77	80
10 Punkte	63	70	73
Zum Vergleich			
Grenzwert ¹⁾	71	77	80
Minimum der Liste ²⁾	66	73	76
Minimum - 99 – 2001 ³⁾	63	71	74
Vorschlag D, 2. Stufe ⁴⁾	66	75	77
Anm.: ¹⁾ Grenzwert nach Richtlinie 97/24/EG ²⁾ Minimalwert der in der Liste 2004 aufgenommenen Modelle ³⁾ Minimalwert der Grundlagendaten zu RWTÜV 2003 ⁴⁾ Vorschlag von Deutschland (BMU, BMV, UBA, Industrie) für 2. Stufe /BMU 1999/			
IFEU Heidelberg 2004			

Standgeräusch

Beim **Standgeräusch** orientieren sich die von uns vorgeschlagenen Eckpunkte der Skalen an dem technisch Machbaren, was sich aus einer Analyse vorliegender Daten ergibt. Da keine Grenzwerte existieren, werden in der folgenden Tabelle Tab. 5 auch die Maximalwerte angegeben.

Tab. 5: Bewertungsmaßstab Standgeräusch

	Kleinkrafträder	Krafträder ≤175 ccm	Krafträder > 175 ccm
0 Punkte	90	100	100
10 Punkte	68	75	75
Zum Vergleich			
Maxima – Liste ²⁾	87	95	106 ⁴⁾
Minimum – Liste ²⁾	75	76	82
Maxima - 99 - 2001 ³⁾	90	96	101 ⁴⁾
Minimum - 99 - 2001 ³⁾	68	76	79
Anm.: ²⁾ in der Liste 2004 aufgenommene Modelle ³⁾ Minimalwert der Grundlagendaten zu RWTÜV 2003 ⁴⁾ Werte liegen über Bewertungsmaximum, da Nenndrehzahl < 5.000 1/min und deshalb bei 75 % der Nenndrehzahl gemessen, anstatt bei 50 % wie die meisten Modelle. Solche Modelle werden bei der Bewertung des Standgeräuschs zur Vermeidung von Fehlbewertungen nicht einbezogen.			
IFEU Heidelberg 2004			

Gewichtung von Fahr- und Standgeräusch

Der unterschiedlichen gesetzlichen Bedeutung (Grenzwert versus Kontrollwert) entsprechend setzen wir das Fahrgeräusch als wichtiger, das Standgeräusch als etwas unwichtiger an und gewichten für die Zusammenfassung als die Einzelbewertungen von Fahr- und Standgeräusch im Verhältnis **Zwei zu Eins**.

5.4 Ergebnisse 2004

In der Motorrad-Umweltliste 2004 gibt es keine Modelle mit einem Hubraum zwischen 150 und 175 ccm. Damit ist die Trennung in der Geräuschbewertung bei 175 ccm gleichbedeutend zu der generell in der Motorrad-Umweltliste vorgenommenen Größenklasseneinteilung bei 150 ccm. In Abb. 16 sind Fahr- und Standgeräusch für alle Modelle dargestellt, welche für die Motorrad-Umweltliste 2004 aufgenommen wurden. Die meisten Modelle halten den Grenzwert für das Fahrgeräusch gerade ein oder unterschreiten ihn um nur um 1-2 dB(A). Beim Standgeräusch, das keinem Grenzwert unterliegt, ist die Bandbreite deutlich größer, sie beträgt bei Krafträdern > 175 ccm immerhin 24 dB(A). Ein Einfluss des Hubraums auf die Höhe der Geräuschwerte ist innerhalb der verschiedenen Motorradklassen nicht ersichtlich.

Die Geräuschprüfwerte werden in Abb. 16 weiterhin auch nach dem Leistungsgewicht der Modelle differenziert dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass Modelle mit geringem Leistungsgewicht auch niedrigere Standgeräuschwerte erreichen als Modelle mit hohem Leistungsgewicht. Während bei einem Leistungsgewicht < 300 kW/t das Standgeräusch teilweise 86 dB(A) oder weniger beträgt, liegt im Bereich > 300 kW/t nur ein einziges Modell unter 90 dB(A). Bei den maximal auftretenden Standgeräuschpegeln ist keine Abhängigkeit vom Leistungsgewicht erkennbar.

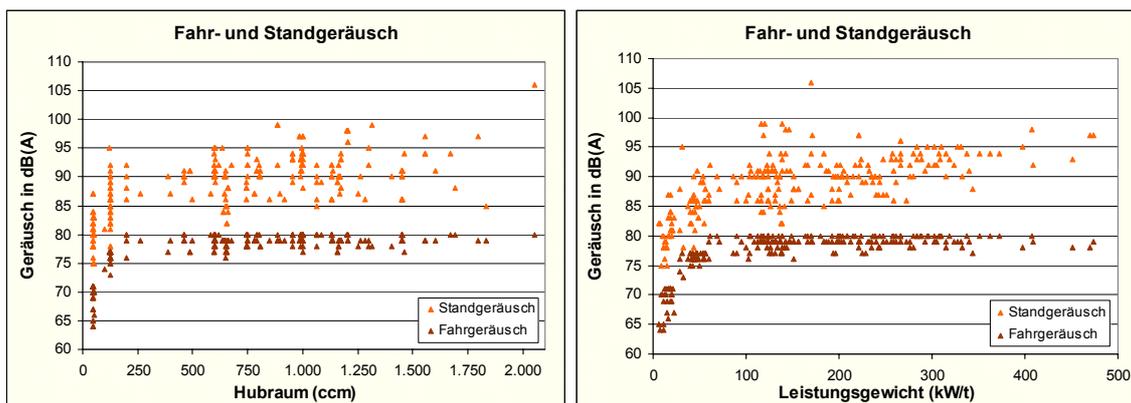


Abb. 16: Stand- und Fahrgeräusch der untersuchten Zweiräder (geordnet nach Hubraum und nach Leistungsgewicht)

Nach der vorgeschlagenen Bewertungsmethode liegt die Punktezahl:

- beim **Fahrgeräusch** für Kleinkrafträder zwischen 0 und 9 Punkten. Krafträder erreichen zwischen 0 und 6 Punkten (Abb. 17), obwohl für die gleiche Punktezahl eine geringere Reduktion des Fahrgeräuschs erforderlich ist als bei Kleinkrafträdern. Weder beim Hubraum noch beim Leistungsgewicht ist ein eindeutiger Einfluss auf die Fahrgeräuschbewertung zu erkennen.
- beim **Standgeräusch** zwischen 0 und 10 Punkten (Abb. 18). Es ist eine Tendenz zu höheren Bewertungspunkten bei Krafträdern mit niedrigem Hubraum erkennbar, die allerdings vorrangig durch die gemeinsame Bewertungsskala für Krafträder aller Hubraumklassen bedingt ist. Mit zunehmendem Leistungsgewicht (was meist auch eine höhere Nenndrehzahl bedeutet), nimmt die Punktezahl tendenziell ab. Die Standgeräuschbewertung der Modelle mit einer Nenndrehzahl < 5.000 1/min muss aufgrund des abweichenden Messverfahrens eigentlich gesondert durchge-

führt werden, was aufgrund der geringen Anzahl und damit unzureichenden Datenlage jedoch nicht möglich ist. Nachfolgend werden diese Modelle daher in Abb. 18 aufgeführt (farbig hervorgehoben), es erfolgt jedoch keine abschließende Geräusch-Gesamtbewertung.

- beim **Gesamtgeräusch** zwischen 0 und 8 Punkten (Abb. 19). Tendenziell nimmt die Punktezahl mit zunehmendem Leistungsgewicht ab, was im Wesentlichen durch die Standgeräuschbewertung bedingt ist. Es gibt allerdings genauso auch Modelle mit einem sehr geringem Leistungsgewicht, die nur wenige Punkte in der Gesamtgeräuschbewertung erhalten.

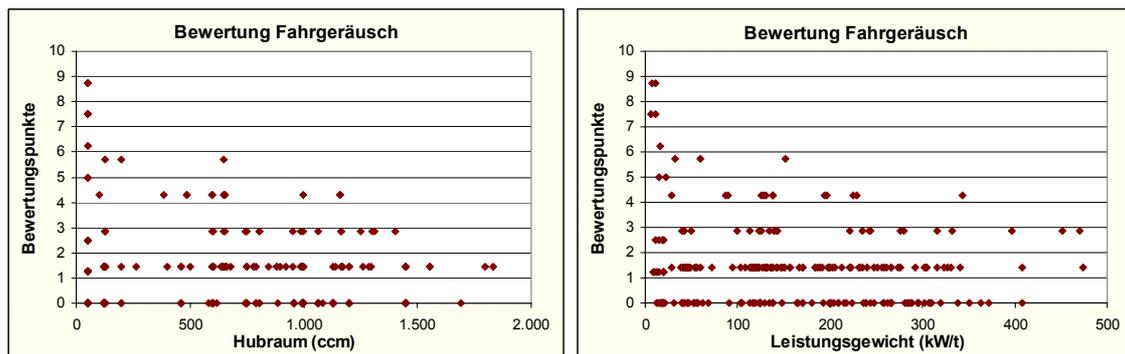
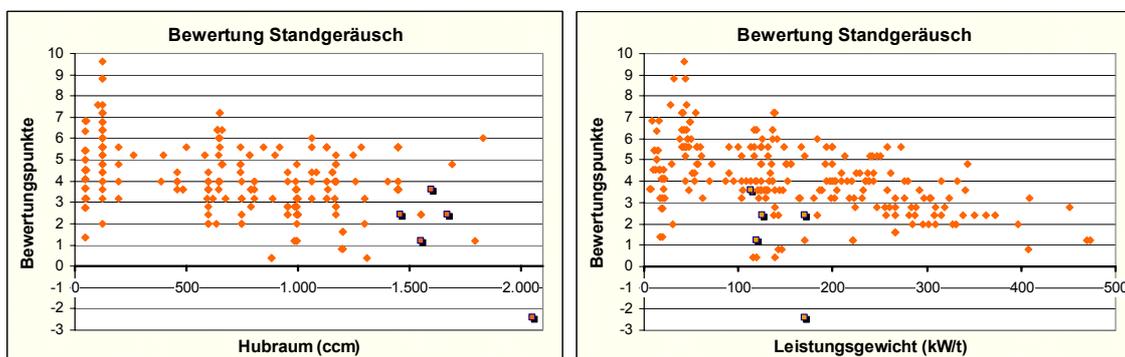


Abb. 17: Fahrgeräuschbewertung



Anm.: Die Modelle, bei denen das Messverfahren aufgrund einer Nenndrehzahl $< 5.000 \text{ 1/min}</math> für das Standgeräusch abweicht, sind in der Abbildung hervorgehoben. Die für diese Modelle vorgenommene Standgeräuschbewertung ist mit der Bewertung der anderen Modelle nicht direkt vergleichbar.$

Abb. 18: Standgeräuschbewertung

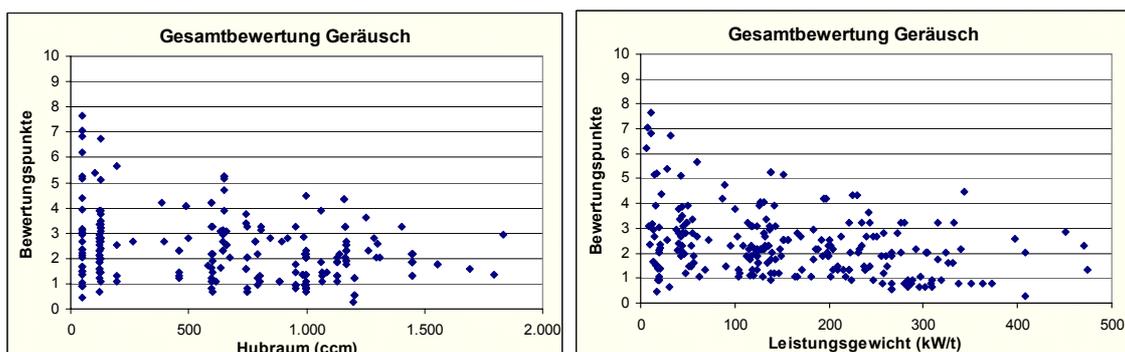


Abb. 19: Geräusch-Gesamtbewertung

In Abb. 20 ist beispielhaft dargestellt, wie sich die Gesamtpunktzahl für den Lärm bei den bewerteten Krafrädern der Klasse ≤ 175 ccm zusammensetzt. Die ersten Plätze nehmen Motorräder ein, die sowohl beim Stand- als auch beim Fahrgeräusch geringe Geräuschwerte aufweisen. Motorräder, die den Grenzwert im Fahrgeräusch gerade einhalten, sind schlechter platziert. Hier sind die Bewertungsunterschiede nur noch durch die Höhe des Standgeräusches gegeben.

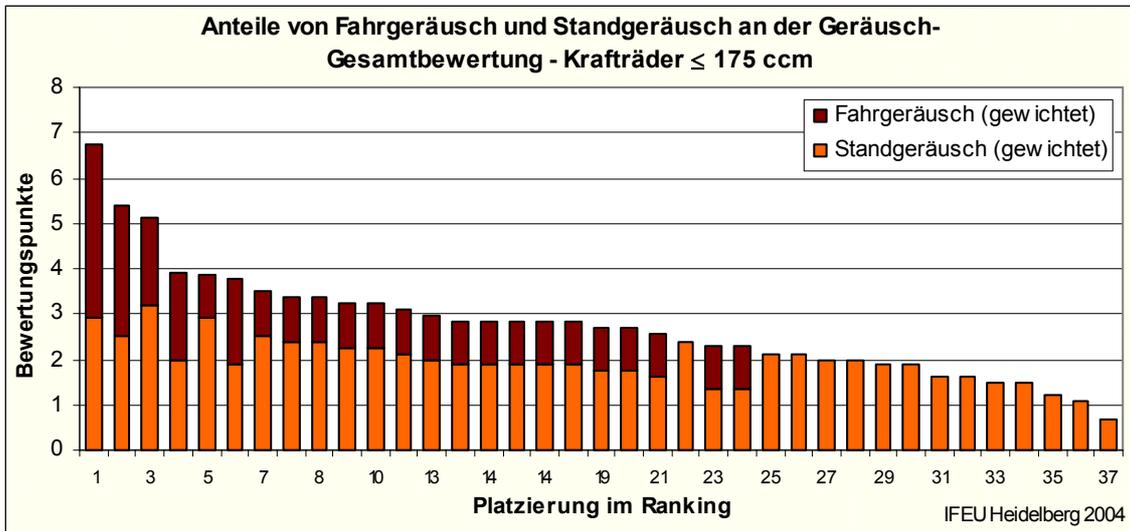


Abb. 20: Einfluss der gewichteten Fahrgeräusch- und Standgeräuschbewertung auf die Platzierung der Krafräder ≤ 175 ccm im Ranking

Auch bei den Krafrädern mit einem Hubraum > 175 ccm bestimmt das Fahrgeräusch die Belegung der vordersten Plätze. Es gibt jedoch auch Motorräder, die ein hohes Fahrgeräusch haben, deren Standgeräusch aber recht gering ist (z.B. im Bereich um Platz 95, vorwiegend Modelle mit großem Hubraum und einer Nenndrehzahl knapp oberhalb 5.000 1/min). Diese Motorräder erreichen mit der vorgeschlagenen Bewertungsmethode noch höhere Ränge als andere Modelle, die den Fahrgeräusch-Grenzwert unterschreiten, aber ein hohes Standgeräusch haben.

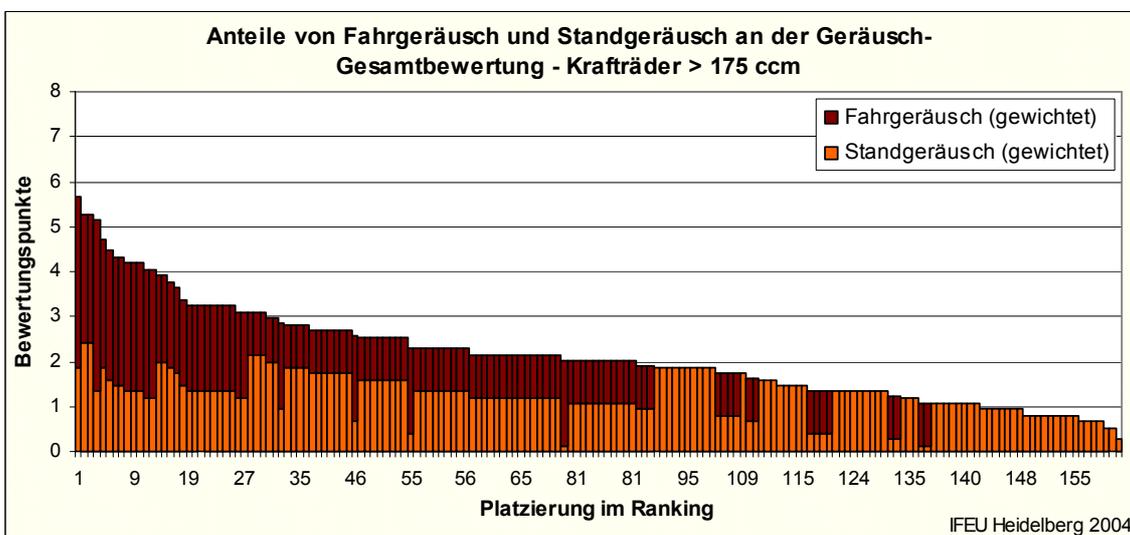


Abb. 21: Einfluss der gewichteten Fahrgeräusch- und Standgeräuschbewertung auf die Platzierung der Krafräder > 175 ccm im Ranking

Lärmbewertungsklassen

Zwischen den einzelnen Modellen bestehen teilweise nur sehr geringe Unterschiede im Rahmen des Einzel-Rankings. Eine Empfehlung einzelner Modelle erscheint in dem Fall nicht sinnvoll. Für eine Lärmbewertung wird daher vorgeschlagen, Lärmklassen zu bilden, denen die Modelle nach ihrer Geräuschbewertung zugeordnet werden. Dabei wird in fünf Klassen unterschieden, wobei die lautesten Modelle der niedrigsten Klasse zugeordnet werden (Tab. 6).

Tab. 6: Zuordnung der Geräusch-Gesamtbewertung zu Lärmklassen

Bewertungspunkte	$0 \leq x < 1,5$	$1,5 \leq x < 3,5$	$3,5 \leq x < 6,5$	$6,5 < x \leq 8,5$	$x > 8,5$
Einstufung	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5

In Abb. 22 wird die Zuordnung der Modelle in der Motorrad-Umweltliste 2004 nach Lärmklassen dargestellt. Danach erreicht kein Motorrad die Lärm-Klasse 5 und lediglich vier Motorräder werden nach Klasse 4 eingestuft. Alle vier Modelle gehören zudem zur Klasse der Kleinkrafträder oder der Krafträder ≤ 175 ccm. Generell dominieren in der Motorrad-Umweltliste 2004 Modelle, die nach unserer Geräuschbewertung der Klasse 2 zugeordnet werden.

In einigen Fällen bewirken bereits geringe Bewertungsunterschiede einen Übergang in eine andere Lärmklasse, wie aus Abb. 22 ebenfalls deutlich wird. Dadurch ergibt sich für manche Motorrad-Modelle trotz ähnlichem Lärmverhalten eine Zuordnung zu verschiedenen Klassen.

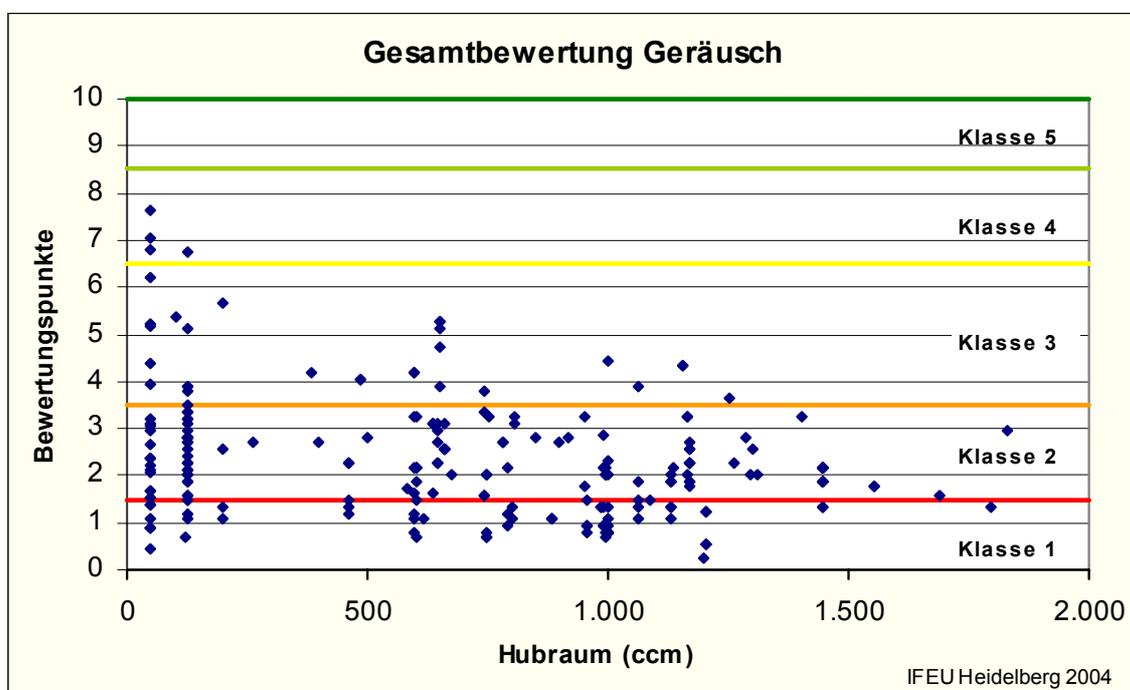


Abb. 22: Geräusch-Gesamtbewertung inkl. Lärmklassenzuordnung

6 Zusammenfassung der Ergebnisse 2004

Mit dieser Studie wurden die Grundlagen für ein Umweltranking von Motorrädern geschaffen. Dazu haben wir wichtige Umwelteigenschaften von Motorrädern untersucht und dabei die Umweltwirkungskategorien „Belastungen der Gesundheit und der Umwelt“, „Ressourcenverbrauch“ und „Klimarelevanz“ sowie die bei Motorrädern besonders relevante Kategorie „Lärmbelastung“ berücksichtigt. Mit den verfügbaren Daten wurde ein Ranking-Verfahren entwickelt. Die entsprechenden Daten für die Modelle des Jahres 2004 haben wir mit Hilfe eines Fragebogens bei den Herstellern abgefragt.

Die Umweltwirkungskategorie „Belastungen der Gesundheit und der Umwelt“ lässt sich durch die Emissionen von limitierten Schadstoffen beschreiben. Unsere Analyse zeigt, dass als Emissionswerte der verschiedenen Motorräder letztlich die Grenzwerte ihrer Typzulassung herangezogen werden müssen. Nur diese müssen von den in Serie gebauten Motorrädern auch während des Betriebs eingehalten werden. Zwar liegen die so genannten Typprüfwerte, die das Einhalten des Grenzwertes im Zulassungsverfahren dokumentieren, oft deutlich unter den geforderten Grenzwerten. Doch zeigen Felduntersuchungen, dass die Typprüfwerte stark von den realen Emissionsdaten der Motorräder abweichen können. Auf Basis von Typprüfwerten ist damit keine verlässliche Bewertung möglich.

Darüber hinaus haben wir untersucht, ob der Einbau von bestimmten Abgasminderungsstechniken (z.B. G-Kat, U-Kat) einen eindeutig vorteilhaften Einfluss auf die Höhe der Emissionen haben könnte und damit die Vergabe von Bonuspunkten in der Bewertung rechtfertigt. Auch hier konnte eine solche Wirkung nicht garantiert werden, was somit die Berücksichtigung abgasmindernder Bauteile in der Bewertung ausschließt.

Die Umweltwirkungskategorie „Ressourcenverbrauch“ und „Klimarelevanz“ wird am besten durch den Kraftstoffverbrauch ausgedrückt. Daten zum Kraftstoffverbrauch von Motorrädern werden heute zwar auch in Testberichten verschiedener Zeitschriften sowie von einigen Herstellern veröffentlicht. Sie werden aber meist für unterschiedliche Fahrzyklen (z.B. Konstantfahrt, NEFZ) ermittelt und sind somit nicht direkt vergleichbar. Die Vergleichbarkeit und Verfügbarkeit der Daten ist erst ab dem Modelljahr 2006 für Krafräder gewährleistet, wenn für jedes Modell Daten zum Kraftstoffverbrauch in einem definierten Zyklus veröffentlicht werden müssen.

Für die Modelle des Jahres 2004 wurden nur von einem Hersteller vollständige Verbrauchsdaten in dem gewünschten Typprüfzyklus bereitgestellt. Somit kann für das Modelljahr 2004 keine Bewertung des Kraftstoffverbrauchs in der Motorrad-Umweltliste erfolgen. Es kann nur auf die Unterschiede im Kraftstoffverbrauch von Motorrädern der gleichen Leistungsklasse hingewiesen und der Motorradkäufer damit motiviert werden, sich über den Fachhändler oder einschlägige Testhefte zu informieren.

Die bei den Motorrädern besonders relevante Umweltwirkungskategorie „Lärmbelastung“ kann über den gemessenen Geräuschpegel ausgedrückt werden. Für jedes Motorrad wird sowohl der Geräuschpegel bei der Vorbeifahrt als auch im Stand in einem genau definierten Verfahren ermittelt. Dabei zeigen die Werte der im Rahmen der Fragebogenaktion erfassten Modelle eine große Bandbreite. Die Bewertung der durch Motorräder verursachten Geräuschbelastung soll nach unserer Meinung durch eine Kombination von Fahrgeräusch und Standgeräusch erfolgen, wobei der Vorbeifahrtswert stärker gewichtet wird.

In der für ein zukünftiges Ranking der Motorräder in dieser Studie entwickelten Methode werden - analog dem Verfahren bei der Auto-Umweltliste - die Daten in den drei berücksichtigten Kategorien jeweils auf einer Skala zwischen 0 und 10 Punkten (Bestwert) bewertet. Zur Gesamtbewertung der Umweltwirkung der Motorräder müssen dann die Punktezahlen jeder Kategorie jedes einzelnen Modells auf Grund der Relevanz der Umweltkategorie gewichtet werden. Bei einer quantitativen Gewichtung aller drei Umweltwirkungskategorien könnten z.B. der Kraftstoffverbrauch mit 50 % sowie Lärm und Schadstoffe mit je 25 % in das Gesamtergebnis einfließen.

Für die Erstellung der Motorrad-Umweltliste des Jahres 2004 bedeutet dies: Es liegen praktisch keine vergleichbaren Datensätze zum Kraftstoffverbrauch vor. Zudem sind die Daten bei den limitierten Schadstoffen wenig differenziert, da die Modelle nur zwei verschiedenen Schadstoffstufen (Euro 1 und Euro 2) genügen. Daher schlagen wir vor, für das Modelljahr 2004 kein Ranking der Motorräder aufzustellen. Würden nur die verfügbaren Daten (Lärm, Schadstoffe) für ein Ranking genutzt, dann könnte dies unter Umständen zu unbefriedigenden Ergebnissen führen, da die aus heutiger Sicht sehr wichtige Klimakomponente nicht ins Endergebnis einfließt.

Stattdessen stellen wir in der diesjährigen Motorrad-Umweltliste für jedes Motorrad die eingehaltene Grenzwertstufe sowie eine auf Basis der Geräuschmesswerte vorgenommene Kategorisierung dar. Liegen zukünftig vollständigere Daten zum Kraftstoffverbrauch von Motorrädern vor, kann auf der Basis des hier entwickelten Verfahrens ein differenziertes Ranking vorgenommen werden.

7 Literatur

- ADAC 2003 ADAC-Fahrzeugtechnik: Motorrad-Abgastest 2003; Fahrzyklen für Motorräder und Pkw - Detaildaten der Motorrad-Abgasmessungen; 2003.
- ADEME 2001 Barbusse, St.: Motorcycles, mopeds: polluting emissions and energy consumption. Initial observations; Mai 2001
- BMU 1999 Bundesministerium für Umwelt: Dokumentation Motorrad und Umwelt; 1999.
- BMU 2002 Bundesministerium für Umwelt: Symposium „MACHT LÄRM MOTORRAD-FAHREN ERST SCHÖN?"; Berlin, 6. September 2002.
- CCR 1976 Title 13, California Code of Regulations, Section 1976: Standards and Test Procedures for Motor Vehicle Fuel Evaporative Emissions.
- IFEU 1997 Lambrecht, U. und Höpfner, U.: Aktualisierung der Bewertungskriterien der VCD-Auto-Umwelt-Liste; gefördert von VCD und Umweltbundesamt; 1997 und nachfolgende ergänzende Arbeiten.
- IMMA 1996 The international Motorcycle Manufacturers Association (IMMA): Motorcycle Noise: The Curious Silence – A report by the motorcycle industry. Genf 1996.
- Infratest 1993 Infratest i.A. des VDA – Befragungen 1977 – 1993. Zugrundeliegende Fragestellung: „Welche Lärmquellen stören Sie persönlich am meisten?"; zitiert nach
- KOM 1991 RICHTLINIE 91/441/EWG DES RATES vom 26. Juni 1991 zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen; erschienen in Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 30.08.1991.
- KOM 1993 RICHTLINIE 93/116/EG DER KOMMISSION vom 17. Dezember 1993 zur Anpassung der Richtlinie 80/1268/EWG des Rates über den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt; erschienen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 30.12.1993.
- KOM 1997 RICHTLINIE 97/24/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Juni 1997 über bestimmte Bauteile und Merkmale von zweirädrigen oder dreirädrigen Kraftfahrzeugen; erschienen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 18.08.1997.
- KOM 2002 RICHTLINIE 2002/51/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Juli 2002 zur Verminderung der Schadstoffemissionen von zweirädrigen und dreirädrigen Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 97/24/EG; erschienen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 20.09.2002.
- KBA 2003 Kraftfahrt-Bundesamt: Statistische Mitteilungen; Reihe 1: Kraftfahrzeuge; Heft Dezember 2002; Flensburg, 2003.
- KBA 2003a Kraftfahrt-Bundesamt: Kraftstoffverbrauchs- und Emissions-Typprüfwerte; 13. Ausgabe; Flensburg, 2003.
- RWTÜV 2003 Steven, H., RWTÜV: MULI – Kriterien zur Geräuschbewertung, Essen, 2003.
- RWTÜV 2003a Steven, H., RWTÜV: Update der Emissionsfaktoren für Motorräder; im Rahmen des UBA-Vorhabens Nr. F+E 298 43 100/02; im Auftrag von INFRAS; Essen 2003.
- TÜV Nord 2000 Braun, T. et al., TÜV Nord Straßenverkehr GmbH: Ermittlung der Schadstoffemissionen von motorisierten Zweirädern einschließlich der Verdunstungsemissionen und Entwicklung eines Prüfverfahrens zur jährlichen Abgasuntersuchung; im Auftrag des Umweltbundesamtes; Hannover, 2000.
- UBA 2000 Umweltbundesamt: Jahresbericht 1999; Berlin, 2000.
- UBA 2002 Kolke, R., Umweltbundesamt: Berechnung der Verdunstungsemissionen von motorisierten Zweirädern (MZR); Berlin, 2002.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Marken, deren Erfassung in der Motorrad-Umweltliste angestrebt wurde.....	5
Tab. 2: Grenzwerte für Schadstoffemissionen motorisierter Zweiräder	7
Tab. 3: Grenzwerte für das Fahrgeräusch von motorisierten Zweirädern.....	27
Tab. 4: Bewertungsmaßstab Fahrgeräusch.....	30
Tab. 5: Bewertungsmaßstab Standgeräusch.....	31
Tab. 6: Zuordnung der Geräusch-Gesamtbewertung zu Lärmklassen	35

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Fahrleistung und Emissionen des Straßenverkehrs in Deutschland 1990-2010 ..	6
Abb. 2: Vorgeschriebener Fahrzyklus für Kleinkrafträder der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2	8
Abb. 3: Vorgeschriebener Fahrzyklus für Krafträder der Grenzwertstufen Euro 1 und Euro 2	9
Abb. 4: Vorgeschriebener Fahrzyklus für Krafträder der Grenzwertstufe Euro 3.....	9
Abb. 5: Messungen der Feldüberwachung von zwölf Krafträdern im Vergleich zu den modellspezifischen Typprüfwerten	11
Abb. 6: Schadstoffemissionen bei Euro 1-Krafträdern mit verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen	12
Abb. 7: Schadstoffemissionen bei Euro 2-Krafträdern mit verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen	13
Abb. 8: Verdunstungsemissionen von Motorrädern	15
Abb. 9: Krafträder - Einzelbewertung HC	17
Abb. 10: Krafträder - Einzelbewertung NO _x	18
Abb. 11: Krafträder - Gesamtbewertung Luftschadstoffe	19
Abb. 12: Krafträder – Sensitivitätsanalyse zur Gesamtbewertung Luftschadstoffe.....	20
Abb. 13: Krafträder – Bewertung Kraftstoffverbrauch	23
Abb. 14: Kleinkrafträder – Bewertung Kraftstoffverbrauch	24
Abb. 15: Drehzahlen in der Fahrgeräuschmessung.....	29
Abb. 16: Stand- und Fahrgeräusch der untersuchten Zweiräder	32
Abb. 17: Fahrgeräuschbewertung	33
Abb. 18: Standgeräuschbewertung	33
Abb. 19: Geräusch-Gesamtbewertung.....	33
Abb. 20: Einfluss der gewichteten Fahrgeräusch- und Standgeräuschbewertung auf die Platzierung der Krafträder ≤ 175 ccm im Ranking	34
Abb. 21: Einfluss der gewichteten Fahrgeräusch- und Standgeräuschbewertung auf die Platzierung der Krafträder > 175 ccm im Ranking	34
Abb. 22: Geräusch-Gesamtbewertung inkl. Lärmklassenzuordnung	35

Anhang 1 – Fahrzeugdaten der Modelle 2004

Krafträder

Hersteller	Modell	Marktsegment	Preis (Euro)	Leistung (kW)	Hubraum (ccm)	v-max (km/h)	Motortyp	G-Kat	Abgasnorm	Laermbewertung	Laermklasse
Aprilia	Atlantic 125	Leichtkraftrad -roller	3.649	10	124	110	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	Atlantic 500	Kraftroller	5.649	29	459	148	4-Takt	Nein	Euro 2	2,29	Klasse 2
	ETV 1000 Caponord	Enduro / Reiseenduro	9.999	72	998	210	4-Takt	Ja	Euro 2	2,02	Klasse 2
	Leonardo 125	Leichtkraftrad -roller	3.449	9	125	100	4-Takt	Nein	Euro 2	2,82	Klasse 2
	Mojito 125 Custom	Leichtkraftrad -roller	3.349	8	124	90	4-Takt	Nein	Euro 1	2,13	Klasse 2
	MX 125 Supermoto	Leichtkraftrad -roller	4.299	11	125	103	2-Takt	Nein	Euro 2	3,35	Klasse 2
	RS 125 Replica	Sportler / Supersportler	4.949	22	125	155	2-Takt	Nein	Euro 2	2,69	Klasse 2
	RS 125 Tuono	Sportler / Supersportler	4.749	22	125	145	2-Takt	Nein	Euro 2	1,07	Klasse 1
	RSV 1000 R	Sportler / Supersportler	13.299	92	998	210	4-Takt	Ja	Euro 2	0,80	Klasse 1
	RSV 1000 Tuono R	Sportler / Supersportler	10.799	92	998	221	4-Takt	Ja	Euro 2	0,80	Klasse 1
	Scarabeo 500	Kraftroller	6.649	28	459	155	4-Takt	Nein	Euro 2	1,47	Klasse 1
	BMW	F 650 CS	Klassisches Motorrad	7.600	37	652	178	4-Takt	Ja	Euro 2	3,90
F 650 GS		Enduro / Reiseenduro	7.250	37	652	170	4-Takt	Ja	Euro 2	5,26	Klasse 3
F 650 GS Dakar		Enduro / Reiseenduro	7.800	37	652	178	4-Takt	Ja	Euro 2	5,26	Klasse 3
K 1200 GT		Tourer / Luxustourer	15.950	96	1.171	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	1,89	Klasse 2
K 1200 GT (98 PS)		Tourer / Luxustourer	15.950	72	1.171	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,55	Klasse 2
K 1200 LT		Tourer / Luxustourer	19.950	85	1.171	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	1,75	Klasse 2
K 1200 RS		Tourer / Luxustourer	14.950	96	1.171	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	1,89	Klasse 2
K 1200 RS (98 PS)		Tourer / Luxustourer	14.950	72	1.171	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,55	Klasse 2
R 1100 S		Sportler / Supersportler	11.450	72	1.085	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	1,47	Klasse 1
R 1150 GS Adventure		Enduro / Reiseenduro	11.500	62,5	1.130	192	4-Takt	Ja	Euro 2	1,87	Klasse 2
R 1150 R		Klassisches Motorrad	10.350	62,5	1.130	197	4-Takt	Ja	Euro 2	1,87	Klasse 2
R 1150 R Rockster		Klassisches Motorrad	10.750	62,5	1.130	197	4-Takt	Ja	Euro 2	1,87	Klasse 2
R 1150 RS		Tourer / Luxustourer	12.100	70	1.130	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	1,07	Klasse 1
R 1150 RT		Tourer / Luxustourer	14.450	70	1.130	200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,02	Klasse 2
R 1200 C Classic		Chopper / Cruiser	13.200	45	1.170	168	4-Takt	Ja	Euro 2	2,29	Klasse 2
R 1200 C Independent		Chopper / Cruiser	13.750	45	1.170	168	4-Takt	Ja	Euro 2	2,29	Klasse 2
R 1200 C Montauk		Chopper / Cruiser	13.750	45	1.170	168	4-Takt	Ja	Euro 2	2,29	Klasse 2
R 1200 CL		Chopper / Cruiser	15.300	45	1.170	159	4-Takt	Ja	Euro 2	2,29	Klasse 2
R 1200 GS		Enduro / Reiseenduro	11.500	72	1.170	> 200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,69	Klasse 2
R 850 R		Klassisches Motorrad	9.900	52	848	187	4-Takt	Ja	Euro 2	2,82	Klasse 2
Buell	XB12R Firebolt	Sportler / Supersportler	10.439	74,6	1.202	217	4-Takt	Nein	Euro 2	0,53	Klasse 1
	XB12S Lightning	Sportler / Supersportler	11.499	74,6	1.202	217	4-Takt	Nein	Euro 2	0,53	Klasse 1
	XB9R Firebolt	Sportler / Supersportler	10.439	62	985	217	4-Takt	Nein	Euro 1	1,35	Klasse 1
	XB9S Lightning	Sportler / Supersportler	11.499	62	985	211	4-Takt	Nein	Euro 1	1,35	Klasse 1
Ducati	749	Sportler / Supersportler	13.095	76	748	240	4-Takt	Nein	Euro 2	0,80	Klasse 1
	999	Sportler / Supersportler	16.795	91	998	265	4-Takt	Nein	Euro 2	0,93	Klasse 1
	1000 Supersport	Sportler / Supersportler	10.595	64	992	230	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	749 R	Sportler / Supersportler	19.795	87	749	255	4-Takt	Nein	Euro 2	0,67	Klasse 1
	749 S	Sportler / Supersportler	14.495	81	748	250	4-Takt	Nein	Euro 2	0,67	Klasse 1
	800 Supersport	Sportler / Supersportler	8.795	55	803	210	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	999 R	Sportler / Supersportler	29.800	102	999	270	4-Takt	Nein	Euro 2	0,80	Klasse 1
	999 S	Sportler / Supersportler	20.795	100	998	270	4-Takt	Nein	Euro 2	0,80	Klasse 1
	Monster 1000	Klassisches Motorrad	9.795	62	992	210	4-Takt	Nein	Euro 2	0,93	Klasse 1
	Monster 620	Klassisches Motorrad	7.695	44	618	180	4-Takt	Nein	Euro 2	1,07	Klasse 1
	Monster 800	Klassisches Motorrad	8.795	54	803	200	4-Takt	Nein	Euro 2	1,07	Klasse 1
	Monster S4 R	Klassisches Motorrad	11.995	83	996	240	4-Takt	Nein	Euro 2	0,67	Klasse 1
	Multistrada	Sportler / Supersportler	11.295	62	992	210	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	ST 3	Tourer / Luxustourer	10.995	75	992	230	4-Takt	Nein	Euro 2	0,93	Klasse 1
	ST4S	Tourer / Luxustourer	12.995	85	996	250	4-Takt	Nein	Euro 2	0,80	Klasse 1
	Gilera	Nexus 500	Kraftroller	6.949	29	459	160	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33
Runner 125 VX		Leichtkraftrad -roller	3.399	10,8	124	106	4-Takt	Nein	Euro 1	2,29	Klasse 2
Runner 200 VXR		Kraftroller	3.770	14,5	198	120	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2

Hersteller	Modell	Marktsegment	Preis (Euro)	Leistung (kW)	Hubraum (ccm)	v-max (km/h)	Motortyp	G-Kat	Abgasnorm	Laembewertung	Laermklasse
Harley-Davidson	FLHRCI Road King Classic	Tourer / Luxustourer	19.660	52	1.449	165	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	FLHRI Road King Classic EFI	Tourer / Luxustourer	20.300	52	1.449	165	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	FLHRSI Road King Custom	Tourer / Luxustourer	20.300	52	1.449	185	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	FLHTCI Electra Glide Classic	Tourer / Luxustourer	20.650	52	1.449	160	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	FLHTCSE	Tourer / Luxustourer		60	1.690	182	4-Takt	Nein	Euro 2	1,60	Klasse 2
	FLHTCUI Ultra Classic Electra Glide	Tourer / Luxustourer	23.780	52	1.449	160	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	FLHTI Electra Glide Standard	Tourer / Luxustourer	16.645	52	1.449	160	4-Takt	Nein	Euro 2	1,87	Klasse 2
	FLSTCI Softail Heritage Classic	Chopper / Cruiser	20.300	47	1.449	160	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FLSTFI Fat Boy	Chopper / Cruiser	20.010	47	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	FXDI Dyna Super Glide	Chopper / Cruiser	13.515	49	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FXDLI Dyna Glide Low Rider	Chopper / Cruiser	17.805	49	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FXDWGI Dyna Wide Glide	Chopper / Cruiser	18.675	49	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FXDXI Dyna Super Glide Sport	Chopper / Cruiser	14.905	49	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FXSTBI Night Train	Chopper / Cruiser	17.400	47	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FXSTDI Softail Deuce	Chopper / Cruiser	20.300	47	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	FXSTI Softail Standard	Chopper / Cruiser	16.010	47	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	FXSTSI Softail Springer	Chopper / Cruiser	18.965	47	1.449	180	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	VRSCA V-Rod	Chopper / Cruiser	20.185	86	1.131	240	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	VRSCB V-Rod	Chopper / Cruiser	19.025	86	1.131	240	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	XL(H)53C Sportster 53Custom	Chopper / Cruiser	8.470	40	883	170	4-Takt	Nein	Euro 2	1,09	Klasse 1
	XL(H)883 Sportster 883	Chopper / Cruiser	7.890	40	883	170	4-Takt	Nein	Euro 2	1,09	Klasse 1
XL1200C Sportster 1200 Custom	Chopper / Cruiser	10.960	49	1.202	190	4-Takt	Nein	Euro 2	1,22	Klasse 1	
XL1200R Sportster 1200 Roadster	Chopper / Cruiser	10.960	49	1.202	190	4-Takt	Nein	Euro 2	1,22	Klasse 1	
Honda	CB1300	Tourer / Luxustourer	9.990	85	1.284	230	4-Takt	Nein	Euro 2	2,82	Klasse 2
	CBF600	Tourer / Luxustourer	6.190	57	599	210	4-Takt	Nein	Euro 2	4,19	Klasse 3
	CBF600S	Tourer / Luxustourer	6.490	57	599	210	4-Takt	Nein	Euro 2	4,19	Klasse 3
	CBR1100XX Super Blackbird	Sportler / Supersportler	12.790	112	1.137	290	4-Takt	Ja	Euro 2	2,15	Klasse 2
	CBR125R	Leichtkraftrad -roller	2.690	10	125	110	4-Takt	Nein	Euro 2	3,90	Klasse 3
	CBR600F	Sportler / Supersportler	9.540	80	599	254	4-Takt	Ja	Euro 2	2,15	Klasse 2
	CBR600RR	Sportler / Supersportler	10.290	84	599	261	4-Takt	Ja	Euro 2	0,80	Klasse 1
	Deauville	Tourer / Luxustourer	8.140	41	647	184	4-Takt	Nein	Euro 2	3,10	Klasse 2
	Dylan 125	Leichtkraftrad -roller	2.740	10	125	100	4-Takt	Nein	Euro 2	3,22	Klasse 2
	Gold Wing	Tourer / Luxustourer	24.790	87	1.832	200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,95	Klasse 2
	Hornet 600	Tourer / Luxustourer	7.190	71	599	229	4-Takt	Nein	Euro 2	1,20	Klasse 1
	Hornet 900	Tourer / Luxustourer	8.940	80	919	230	4-Takt	Nein	Euro 2	2,82	Klasse 2
	Lead 100	Leichtkraftrad -roller	1.690	5,2	102	81	4-Takt	Nein	Euro 2	5,39	Klasse 3
	Pan-European ABS	Tourer / Luxustourer	15.990	93	1.261	225	4-Takt	Ja	Euro 2	2,29	Klasse 2
	Pantheon	Leichtkraftrad -roller	3.640	10	125	100	4-Takt	Ja	Euro 2	2,82	Klasse 2
	SH125	Leichtkraftrad -roller	3.090	10	125	101	4-Takt	Nein	Euro 2	3,22	Klasse 2
	Shadow 125	Leichtkraftrad -roller	4.190	11	125	103	4-Takt	Nein	Euro 2	2,00	Klasse 2
	Shadow 750	Chopper / Cruiser	6.990	33	745	150	4-Takt	Nein	Euro 2	3,77	Klasse 3
	Silver Wing ABS	Kraftroller	8.890	37	582	160	4-Takt	Nein	Euro 2	1,73	Klasse 2
	Transalp 650	Enduro / Reiseenduro	7.490	39	647	169	4-Takt	Nein	Euro 2	2,95	Klasse 2
	Varadero 1000	Enduro / Reiseenduro	10.290	69	996	200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,15	Klasse 2
	Varadero 125	Leichtkraftrad -roller	4.540	11	125	110	4-Takt	Nein	Euro 2	3,09	Klasse 2
	VFR	Sportler / Supersportler	11.690	80	782	244	4-Takt	Ja	Euro 2	2,69	Klasse 2
	VFR-ABS	Sportler / Supersportler	12.640	80	782	244	4-Takt	Ja	Euro 2	2,69	Klasse 2
	VTR1000 SP-2	Sportler / Supersportler	14.840	99	999	278	4-Takt	Nein	Euro 2	0,80	Klasse 1
	VTR1000F Fire Storm	Sportler / Supersportler	9.790	78	996	241	4-Takt	Nein	Euro 2	2,02	Klasse 2
	VTX1300	Chopper / Cruiser	11.390	55	1.312	178	4-Takt	Nein	Euro 2	2,04	Klasse 2
VTX1800	Chopper / Cruiser	16.190	71	1.795	194	4-Takt	Ja	Euro 2	1,35	Klasse 1	
XR125L	Leichtkraftrad -roller	29.400	9	124	100	4-Takt	Nein	Euro 2	3,89	Klasse 3	
Kawasaki	Eliminator 125	Leichtkraftrad -roller	3.255	8,5	124	100	4-Takt	Nein	Euro 2	2,95	Klasse 2
	ER-5	Tourer / Luxustourer	4.195	36	499	175	4-Takt	Nein	Euro 2	2,82	Klasse 2
	Ninja ZX-10R	Sportler / Supersportler	12.995	128,4	998	295	4-Takt	Nein	Euro 2	1,35	Klasse 1
	Ninja ZX-12R	Sportler / Supersportler	13.595	131	1.199	298	4-Takt	Nein	Euro 2	0,27	Klasse 1
	Ninja ZX-6R	Sportler / Supersportler	9.745	87	636	263	4-Takt	Nein	Euro 2	1,62	Klasse 2
	Ninja ZX-6RR	Sportler / Supersportler	10.195	86	599	257	4-Takt	Nein	Euro 2	1,62	Klasse 2
	VN1600 Classic	Chopper / Cruiser	11.395	49	1.553	180	4-Takt	Nein	Euro 2	1,35	Klasse 1
	VN1600 Mean Streak	Chopper / Cruiser	12.195	54	1.553	185	4-Takt	Nein	Euro 2	1,75	Klasse 2
	VN2000	Chopper / Cruiser	17.195	76	2.053	203	4-Takt	Ja	Euro 2	-0,80	Klasse 1
	VN800 Classic	Chopper / Cruiser	6.945	40,5	805	167	4-Takt	Nein	Euro 2	3,10	Klasse 2
	W650	Klassisches Motorrad	6.655	35	676	178	4-Takt	Nein	Euro 2	2,02	Klasse 2
	Z 1000	Sportler / Supersportler	9.995	93,4	953	245	4-Takt	Nein	Euro 2	1,75	Klasse 2
	Z 750	Sportler / Supersportler	7.195	81	748	235	4-Takt	Nein	Euro 2	2,02	Klasse 2
	ZRX 1200	Sportler / Supersportler	8.995	90	1.165	238	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2
	ZRX 1200R	Sportler / Supersportler	9.355	93,4	953	245	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2
	ZRX 1200S	Sportler / Supersportler	9.655	90	1.165	235	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2
	ZZR1200	Sportler / Supersportler	11.995	112	1.165	275	4-Takt	Nein	Euro 2	2,02	Klasse 2
	ZZR600	Tourer / Luxustourer	8.295	72	600	240	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2

Hersteller	Modell	Marktsegment	Preis (Euro)	Leistung (kW)	Hubraum (ccm)	v-max (km/h)	Motortyp	G-Kat	Abgasnorm	Laembewertung	Laermklasse
Moto Guzzi	Breva 750 i.E.	Tourer / Luxustourer	7.680	36	744	170	4-Takt	Ja	Euro 2	3,37	Klasse 2
	California EV	Tourer / Luxustourer	12.780	55	1.064	200	4-Takt	Ja	Euro 2	1,07	Klasse 1
	Nevada 750 Base	Chopper / Cruiser	6.990	34	744	170	4-Takt	Nein	Euro 1	1,60	Klasse 2
	Nevada 750 Club	Chopper / Cruiser	7.490	34	744	170	4-Takt	Nein	Euro 1	1,60	Klasse 2
	V11 Coppa Italia	Sportler / Supersportler	13.780	67	1.064	220	4-Takt	Nein	Euro 2	1,47	Klasse 1
	V11 Sport naked	Sportler / Supersportler	11.390	67	1.064	220	4-Takt	Ja	Euro 2	1,33	Klasse 1
MZ	1000 S	Sportler / Supersportler	11.990	86	999	250	4-Takt	Ja	Euro 2	1,07	Klasse 1
	125 SM	Leichtkraftrad -roller	3.890	11	124	110	4-Takt	Nein	Euro 1	1,60	Klasse 2
	125 SX	Leichtkraftrad -roller	3.690	11	124	110	4-Takt	Nein	Euro 1	1,60	Klasse 2
	Baghira	Enduro / Reiseenduro	6.390	37	660	165	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2
	Baghira Black Panther	Enduro / Reiseenduro	6.690	37	660	165	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2
	Baghira Forest	Enduro / Reiseenduro	6.390	37	660	165	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2
	Baghira Street Moto	Enduro / Reiseenduro	6.690	37	660	165	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2
	Mastiff	Tourer / Luxustourer	6.690	37	660	165	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2
	Moskito 125	Leichtkraftrad -roller	1.990	5,3	124	90	4-Takt	Nein	Euro 1	2,55	Klasse 2
	RT 125	Leichtkraftrad -roller	3.590	11	124	108	4-Takt	Nein	Euro 1	2,82	Klasse 2
	RT 125 Classic	Leichtkraftrad -roller	3.890	11	124	108	4-Takt	Nein	Euro 1	1,87	Klasse 2
Piaggio	Beverly 125	Leichtkraftrad -roller	3.640	10,9	124	105	4-Takt	Nein	Euro 1	1,20	Klasse 1
	Beverly 200	Kraftroller	4.099	14,2	198	120	4-Takt	Nein	Euro 1	1,07	Klasse 1
	Beverly 500	Kraftroller	5.590	29	459	160	4-Takt	Nein	Euro 2	2,29	Klasse 2
	Skipper 125 ST	Leichtkraftrad -roller	2.380	8	124	95	4-Takt	Nein	Euro 1	2,13	Klasse 2
	X8 125	Leichtkraftrad -roller	3.640	11	124	105	4-Takt	Nein	Euro 2	2,82	Klasse 2
	X8 200	Kraftroller	3.950	13,8	198	120	4-Takt	Nein	Euro 2	5,68	Klasse 3
	X9 125 Evolution	Leichtkraftrad -roller	4.199	11	124	105	4-Takt	Nein	Euro 2	2,00	Klasse 2
	X9 500 Evolution	Kraftroller	6.850	29	459	158	4-Takt	Nein	Euro 2	1,20	Klasse 1
	Sachs	Roadster 650	Klassisches Motorrad	6.130	37	650	166	4-Takt	Nein	Euro 2	5,14
XTC 125		Leichtkraftrad -roller	5.199	11	125	105	4-Takt	Nein	Euro 2	1,47	Klasse 1
Suzuki	Bandit 1200 (GSF 1200)	Klassisches Motorrad	7.990	72	1.157	225	4-Takt	Nein	Euro 2	4,32	Klasse 3
	Bandit 1200 S (GSF 1200 S)	Klassisches Motorrad	8.270	72	1.157	230	4-Takt	Nein	Euro 2	4,32	Klasse 3
	Bandit 600 (GSF 600)	Klassisches Motorrad	5.980	57	600	200	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	Bandit 600 S (GSF 600 S)	Klassisches Motorrad	6.270	57	600	205	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	Burgman 125 (UH 125)	Leichtkraftrad -roller	3.680	9	125	105	4-Takt	Nein	Euro 2	2,40	Klasse 2
	Burgman 400 (AN 400)	Kraftroller	6.250	24	385	140	4-Takt	Ja	Euro 2	4,19	Klasse 3
	Burgman 650 (AN 650)	Kraftroller	8.790	41	638	160	4-Takt	Ja	Euro 2	3,09	Klasse 2
	Burgman 650 Executive	Kraftroller	9.090	41	638	160	4-Takt	Ja	Euro 2	3,09	Klasse 2
	DR-Z 400 S	Enduro / Reiseenduro	6.460	29	398	140	4-Takt	Nein	Euro 2	2,69	Klasse 2
	GS 500	Klassisches Motorrad	4.595	35	487	170	4-Takt	Nein	Euro 2	4,06	Klasse 3
	GS 500 F	Klassisches Motorrad	4.895	35	487	170	4-Takt	Nein	Euro 2	4,06	Klasse 3
	GSX 1400	Klassisches Motorrad	9.670	78	1.402	225	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2
	GSX 750 F	Tourer / Luxustourer	7.400	68	750	220	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2
	GSX-R 1000	Sportler / Supersportler	12.650	121	988	285	4-Takt	Nein	Euro 2	2,84	Klasse 2
	GSX-R 600	Sportler / Supersportler	9.820	88	599	256	4-Takt	Nein	Euro 2	3,24	Klasse 2
	GSX-R 750	Sportler / Supersportler	11.130	109	749	275	4-Takt	Nein	Euro 2	2,02	Klasse 2
	Hayabusa 1300 (GSX 1300 R)	Sportler / Supersportler	12.950	129	1.299	295	4-Takt	Ja	Euro 2	2,57	Klasse 2
	Intruder 125 LC (VL 125)	Leichtkraftrad -roller	4.240	10	124	100	4-Takt	Nein	Euro 1	2,29	Klasse 2
	Intruder 1500 LC (VL 1500)	Chopper / Cruiser	11.050	49	1.462	170	4-Takt	Nein	Euro 1	3,66	Klasse 3
	Intruder 800 LC Volusia (VL 800)	Chopper / Cruiser	8.090	38	805	160	4-Takt	Nein	Euro 1	3,24	Klasse 2
	Marauder 125 (GZ 125)	Leichtkraftrad -roller	2.380	8,6	125	100	4-Takt	Nein	Euro 2	3,77	Klasse 3
	Marauder 1600 (VZ 1600)	Chopper / Cruiser	12.455	54	1.553	185	4-Takt	Nein	Euro 2	1,75	Klasse 2
	SV 1000	Klassisches Motorrad	9.530	88	996	235	4-Takt	Ja	Euro 2	2,02	Klasse 2
	SV 1000 S	Klassisches Motorrad	9.930	88	996	250	4-Takt	Ja	Euro 2	2,02	Klasse 2
	SV 650	Klassisches Motorrad	6.460	53	645	200	4-Takt	Nein	Euro 2	2,29	Klasse 2
	SV 650 S	Klassisches Motorrad	6.770	53	645	205	4-Takt	Nein	Euro 2	2,29	Klasse 2
VanVan 125 (RV 125)	Leichtkraftrad -roller	3.390	8,7	125	100	4-Takt	Nein	Euro 2	5,10	Klasse 3	
V-Strom 1000 (DL 1000)	Enduro / Reiseenduro	9.730	72	996	200	4-Takt	Ja	Euro 2	2,02	Klasse 2	
V-Strom 650 (DL 650)	Enduro / Reiseenduro	7.120	49	645	180	4-Takt	Ja	Euro 2	2,69	Klasse 2	
Triumph	America	Chopper / Cruiser	8.590	45	790	160	4-Takt	Nein	Euro 2	0,93	Klasse 1
	Bonneville	Klassisches Motorrad	7.690	45	790	185	4-Takt	Nein	Euro 2	2,15	Klasse 2
	Daytona 600	Sportler / Supersportler	9.750	81	600	252	4-Takt	Ja	Euro 2	0,67	Klasse 1
	Daytona 955i	Sportler / Supersportler	11.750	108	955	260	4-Takt	Ja	Euro 2	0,80	Klasse 1
	Speed Four	Sportler / Supersportler	7.750	72	600	235	4-Takt	Nein	Euro 2	1,47	Klasse 1
	Speed Triple	Sportler / Supersportler	10.750	88	955	240	4-Takt	Ja	Euro 2	0,93	Klasse 1
	Speedmaster	Chopper / Cruiser	9.050	45	790	170	4-Takt	Nein	Euro 2	1,20	Klasse 1
	Sprint RS	Sportler / Supersportler	9.860	88	955	240	4-Takt	Ja	Euro 2	0,93	Klasse 1
	Sprint ST	Tourer / Luxustourer	11.460	88	955	240	4-Takt	Ja	Euro 2	0,93	Klasse 1
	Thunderbird Sport	Klassisches Motorrad	9.160	57	885	205	4-Takt	Nein	Euro 1	1,07	Klasse 1
	Tiger	Enduro / Reiseenduro	10.360	78	955	215	4-Takt	Ja	Euro 2	1,47	Klasse 1

Hersteller	Modell	Marktsegment	Preis (Euro)	Leistung (kW)	Hubraum (ccm)	v-max (km/h)	Motortyp	G-Kat	Abgasnorm	Laermbewertung	Laermklasse
Vespa	125L Granturismo	Leichtkraftrad -roller	3.699	11	124	102	4-Takt	Nein	Euro 2	1,47	Klasse 1
	200L Granturismo	Kraftroller	3.979	14,7	198	115	4-Takt	Nein	Euro 2	1,33	Klasse 1
	ET4 125	Leichtkraftrad -roller	3.150	8	124	93	4-Takt	Nein	Euro 1	2,82	Klasse 2
	PX 125FL DT	Leichtkraftrad -roller	2.870	5,6	123	87	2-Takt	Nein	Euro 1	0,67	Klasse 1
Yamaha	BT 1100	Tourer / Luxustourer	8.845	48	1.063	180	4-Takt	Nein	Euro 1	1,87	Klasse 2
	Cygnus	Leichtkraftrad -roller	2.495	6	125	88	4-Takt	Nein	Euro 1	6,74	Klasse 4
	FJR 1300 A	Tourer / Luxustourer	14.995	106	1.298	245	4-Takt	Ja	Euro 2	2,02	Klasse 2
	FZ 6 Fazer	Sportler / Supersportler	7.350	72	600	210	4-Takt	Nein	Euro 2	1,89	Klasse 2
	FZS 1000 Fazer	Sportler / Supersportler	9.995	105	998	250	4-Takt	Nein	Euro 1	4,46	Klasse 3
	TDM 900	Tourer / Luxustourer	9.755	63	897	210	4-Takt	Ja	Euro 2	2,69	Klasse 2
	TT 600 RE	Enduro / Reiseenduro	5.995	31	595	155	4-Takt	Nein	Euro 2	1,07	Klasse 1
	TW 125	Leichtkraftrad -roller	3.400	9	125	102	4-Takt	Nein	Euro 1	3,49	Klasse 2
	VP 300	Kraftroller	5.495	15	264	121	4-Takt	Nein	Euro 2	2,69	Klasse 2
	XJR 1300	Tourer / Luxustourer	9.495	78	1.251	215	4-Takt	Nein	Euro 2	3,64	Klasse 3
	XT 660 R	Enduro / Reiseenduro	6.350	35	660	160	4-Takt	Nein	Euro 2	3,09	Klasse 2
	XV 1600 A WildStar	Chopper / Cruiser	11.500	46	1.602	170	4-Takt	Nein	Euro 1	2,15	Klasse 2
	XV 1700 Warrior	Chopper / Cruiser	15.495	63	1.670	185	4-Takt	Nein	Euro 1	0,80	Klasse 1
	XVS 1100 A DragStar Classic	Chopper / Cruiser	10.075	46	1.063	167	4-Takt	Nein	Euro 2	3,90	Klasse 3
	XVS 125	Leichtkraftrad -roller	4.245	10	124	107	4-Takt	Nein	Euro 1	2,69	Klasse 2
	XVS 650 A DragStar Classic	Chopper / Cruiser	7.495	29	649	140	4-Takt	Nein	Euro 2	4,72	Klasse 3
	YP 125	Leichtkraftrad -roller	3.600	9	124	105	4-Takt	Nein	Euro 2	3,35	Klasse 2
	YZF R1	Sportler / Supersportler	13.295	126	998	285	4-Takt	Nein	Euro 2	2,30	Klasse 2

Kleinkrafträder

Hersteller	Modell	Preis (Euro)	Leistung (kW)	Hubraum (ccm)	v-max (km/h)	Motortyp	Abgasnorm	Laermbewertung	Laermklasse
Aprilia	Mojito 50 Custom	2.529	1,7	50	45	2-Takt	Euro 1	2,35	Klasse 2
	MX 50 Supermoto	3.049	1,5	50	45	2-Takt	Euro 2	3,11	Klasse 2
	Scarabeo 50 AC DITECH	2.329	2,5	49	45	2-Takt	Euro 2	3,94	Klasse 3
	SR 50 LC DITECH	2.599	4	49	45	2-Takt	Euro 2	4,39	Klasse 3
	SR 50 LC DITECH (25km/h)	2.599	2,9	50	25	2-Takt	Euro 1	5,23	Klasse 3
	SR 50 LC Funmaster	1.999	2,7	49	45	2-Takt	Euro 2	5,15	Klasse 3
Gilera	DANN 50 GP	2.890	3	49	45	2-Takt	Euro 2	0,45	Klasse 1
	RCR Enduro	2.446	1,85	49	45	2-Takt	Euro 2	6,82	Klasse 4
	Runner 50 SP	2.370	3,3	49	45	2-Takt	Euro 2	1,06	Klasse 1
	Runner 50 SP Pure Jet	2.629	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	0,91	Klasse 1
	SMT Super Moto	2.578	1,85	49	45	2-Takt	Euro 2	7,65	Klasse 4
	Stalker 50 DT	1.820	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	2,35	Klasse 2
Piaggio	Ciao M 25	1.099	0,9	49	25	2-Takt	Euro 2	7,05	Klasse 4
	Diesis 50	1.860	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	3,03	Klasse 2
	Liberty 50	1.990	3,4	49	45	2-Takt	Euro 2	2,20	Klasse 2
	NRG 50 PURE JET	2.530	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	2,12	Klasse 2
	NRG MC3 DD	2.299	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	0,91	Klasse 1
	NRG MC3 DT	2.099	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	0,91	Klasse 1
	TPH 60 X-R	1.880	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	2,05	Klasse 2
	Zip II 25 Cat. DT	1.799	0,9	49	25	2-Takt	Euro 1	6,21	Klasse 3
	Zip II 50 Cat. DT	1.750	3,3	49	45	2-Takt	Euro 2	1,36	Klasse 1
Suzuki	Katana 50 (AY 50)	2.130	2,1	49	45	2-Takt	Euro 1	2,95	Klasse 2
	Katana R50 (AY 50 W)	2.450	2,5	49	45	2-Takt	Euro 1	2,65	Klasse 2
Vespa	ET2 50	2.399	3,2	49	45	2-Takt	Euro 2	1,36	Klasse 1
Yamaha	Aerox	2.450	2	49	45	2-Takt	Euro 2	3,18	Klasse 2
	Jog R	1.950	2,09	49	45	2-Takt	Euro 2	1,67	Klasse 2
	Neo's	1.995	2,09	49	45	2-Takt	Euro 2	1,67	Klasse 2
	Slider	1.900	2,7	49	45	2-Takt	Euro 2	1,52	Klasse 2
	Why	2.050	2,4	49	45	2-Takt	Euro 2	1,52	Klasse 2

Anhang 2 – Fragebogen zu den Fahrzeugdaten der Modelle 2004

Hersteller:				
Modell				
Marktsegment	<input type="radio"/> Kleinkraftrad (KKR) <input type="radio"/> Leichtkraftrad u. Leichtkraftroller <input type="radio"/> Kraftroller <input type="radio"/> Klassisches Motorrad <input type="radio"/> Sportler u. Supersportler <input type="radio"/> Chopper u. Cruiser <input type="radio"/> Tourer u. Luxustourer <input type="radio"/> Enduro u. Reiseenduro	<input type="radio"/> Kleinkraftrad (KKR) <input type="radio"/> Leichtkraftrad u. Leichtkraftroller <input type="radio"/> Kraftroller <input type="radio"/> Klassisches Motorrad <input type="radio"/> Sportler u. Supersportler <input type="radio"/> Chopper u. Cruiser <input type="radio"/> Tourer u. Luxustourer <input type="radio"/> Enduro u. Reiseenduro	<input type="radio"/> Kleinkraftrad (KKR) <input type="radio"/> Leichtkraftrad u. Leichtkraftroller <input type="radio"/> Kraftroller <input type="radio"/> Klassisches Motorrad <input type="radio"/> Sportler u. Supersportler <input type="radio"/> Chopper u. Cruiser <input type="radio"/> Tourer u. Luxustourer <input type="radio"/> Enduro u. Reiseenduro	<input type="radio"/> Kleinkraftrad (KKR) <input type="radio"/> Leichtkraftrad u. Leichtkraftroller <input type="radio"/> Kraftroller <input type="radio"/> Klassisches Motorrad <input type="radio"/> Sportler u. Supersportler <input type="radio"/> Chopper u. Cruiser <input type="radio"/> Tourer u. Luxustourer <input type="radio"/> Enduro u. Reiseenduro
Preis [Euro]				
Leistung [kW]				
Hubraum [ccm]				
v_{max} [km/h]				
Leergewicht (fahrfertig) [kg]				
Verbrennungsart	<input type="radio"/> 2-Takt <input type="radio"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> G-Kat <input type="checkbox"/> SLS <input type="checkbox"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> U-Kat <input type="checkbox"/> Sonstige:	<input type="radio"/> 2-Takt <input type="radio"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> G-Kat <input type="checkbox"/> SLS <input type="checkbox"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> U-Kat <input type="checkbox"/> Sonstige:	<input type="radio"/> 2-Takt <input type="radio"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> G-Kat <input type="checkbox"/> SLS <input type="checkbox"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> U-Kat <input type="checkbox"/> Sonstige:	<input type="radio"/> 2-Takt <input type="radio"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> G-Kat <input type="checkbox"/> SLS <input type="checkbox"/> 4-Takt <input type="checkbox"/> U-Kat <input type="checkbox"/> Sonstige:
Abgasnachbehandlung				
Schadstoff-Grenzwertstufe <small>(nach EG-Richtlinie 97/24/EG bzw. 2002/51/EG)</small>	<input type="radio"/> Euro 1 <input type="radio"/> Euro 2 <input type="radio"/> Euro 3 <input type="radio"/> KKR Stufe 1 <input type="radio"/> KKR Stufe 2	<input type="radio"/> Euro 1 <input type="radio"/> Euro 2 <input type="radio"/> Euro 3 <input type="radio"/> KKR Stufe 1 <input type="radio"/> KKR Stufe 2	<input type="radio"/> Euro 1 <input type="radio"/> Euro 2 <input type="radio"/> Euro 3 <input type="radio"/> KKR Stufe 1 <input type="radio"/> KKR Stufe 2	<input type="radio"/> Euro 1 <input type="radio"/> Euro 2 <input type="radio"/> Euro 3 <input type="radio"/> KKR Stufe 1 <input type="radio"/> KKR Stufe 2
Verbrauch [l/100km]	Typprüfung			
	NEFZ (nach EG-Richtlinie 98/69/EG)			
	WMTC			
CO₂ [g/km]	Gemessen in der Typprüfung (Typ I)			
	CO			
	HC			
Schadstoff-Typprüfwerte [g/km]	NOx			
	Standgeräusch			
	Fahrgeräusch			
Geräusch-Typprüfwerte [dB(A)]				
Ansprechpartner:				
Name:				
Tel:				
E-Mail:				
Datum:				

Rücksendung bitte an: Dipl.-Ing. Frank Dünnebeil, E-Mail: frank.duennebeil@ifeu.de, Tel: 06221-476761, Fax: 06221-476719, Postanschrift: ifeu-Institut, Wickensstr. 3, 69120 Heidelberg.