



Institut für Zweiradsicherheit e.V.

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

AUK – Abgas-Untersuchung-Krafträder: Stand 04/2009

Liebe Leserin, lieber Leser,

schon seit Ende der 90er Jahre wurde in den entsprechenden Gremien der Bundesregierung über eine Abgasuntersuchung an Krafträdern nachgedacht. Seit dem **1. April 2006** ist die AUK nun verordnet und gilt für ca. 2,5 Millionen zugelassene motorisierte Zweiräder in Deutschland.

Mit den Empfehlungen des federführenden Verkehrsausschusses zur *41. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften* hat der Bundesrat [Bundesrat Drucksache 925/05 (Beschluss)] in seiner 819. Sitzung am 10. Februar 2006 die **Überprüfung der Umweltverträglichkeit von Krafträdern**, und dazu gehört auch die Abgasuntersuchung, beschlossen.

Ob Sinn oder Unsinn, mag jede Leserin und jeder Leser für sich beantworten. Tatsache ist, dass die Verordnung steht und bereits in die Praxis umgesetzt wird. Genauso gut fragen sich Hausbesitzer, warum ihre Edelstahlkamine jährlich für viel Geld gefegt werden müssen, obwohl ihre Heizungsanlagen den „blauen Engel“ tragen und mit Wirkungsgraden von über 95% laufen. „Wat iss, dat iss“.

Von der Überprüfung der Abgaswerte – im Rahmen einer effizienten und umweltgerechten Verkehrspolitik – verspricht sich die Bundesregierung eine weitere Senkung der Emissionswerte zur Verbesserung der Klimaschutzmaßnahmen.

Doch nun zu den Fakten:

Seit dem 1. April 2006 werden alle kennzeichenpflichtigen Krafträder, die **nach dem 1. Januar 1989 erstmals zugelassen** wurden, im Rahmen der 2-jährigen Hauptuntersuchung (**HU**) einer Abgasuntersuchung (**AUK**) unterzogen. Darunter fallen alle Krafträder mit einem amtlichen Kennzeichen und dazu zählen auch alle Motorroller und Leichtkrafträder mit einem Hubraum von mehr als 50 ccm sowie einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 45 km/h.

Von dem Prüfer wird keine separate Abnahme-Plakette – so wie man sie bisher vom Pkw kennt – auf dem Nummernschild angebracht. Die Abgasuntersuchung ist nämlich fester Bestandteil der Hauptuntersuchung (Datum der Prüf-Plakette).

Was ferner hinzukommt, ist die subjektive Geräuschbeurteilung des Prüfüngenieurs. Kommt dieser zu einem negativen, spricht zu einem lauten Ergebnis, so ist eine objektive Standgeräusch-Messung nach Anlage VIIIa 4.8.1.2 Krafträder StVZO durchzuführen.



Institut für Zweiradsicherheit e.V.

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

Hierdurch will der Gesetzgeber die Geräuschemission von Krafträdern besser überwachen. Dazu wurde eine spezielle Richtlinie zur Standgeräuschmessung entwickelt, die sowohl bei den Prüforaganen als auch bei der Polizei Anwendung findet.

Verwendet werden dürfen nur Geräuschmesswerte, deren Differenzen bei drei aufeinander folgenden Messungen nicht größer als 2 dB (Dezibel) sind. Als Messergebnis gilt der höchste der drei Messwerte. Anschließend werden 5 dB als Korrekturwert (Toleranz der Messgeräte u. a.) vom Messergebnis abgezogen. Die Grenzwerte der Standgeräuschmessung sind in den älteren Fahrzeugscheinen unter Ziffer 33, in den neuen Zulassungsbescheinigungen im Feld U1 eingetragen.

Die AUK darf sowohl von den Prüforaganen wie z.B. TÜV, DEKRA, GTÜ und KÜS als auch von anerkannten Fachwerkstätten (Anlage VIIc StVZO) zeitnah (max. 1 Monat vorher) zur Hauptuntersuchung durchgeführt werden. Werden die AUK und die HU nicht gleichzeitig durchgeführt, so ist eine AUK-Prüfbescheinigung bei der HU vorzulegen.

Je nach Abgasnachbehandlung des jeweiligen Kraftrades wird nach zwei verschiedenen Untersuchungsverfahren unterschieden:

- **Krafträder ohne Katalysator** oder **Krafträder mit unregelmäßigem Katalysator (U-Kat)**
- **Krafträder mit regelmäßigem Katalysator (G-Kat)**

Bei den Krafträdern ohne oder mit unregelmäßigem Katalysator erfolgt die Abgaskontrolle – *sofern keine anderen Fahrzeugherstellereigenschaften vorliegen* – unter Einhaltung folgender Parameter:

- **Motorbetriebstemperatur von 60° C**
- **Leerlaufdrehzahl**
- **CO-Gehalt nach Herstellervorgabe** oder **maximal 4,5 Volumen-%**

CO = Kohlenmonoxid

Bei den Krafträdern mit regelmäßigem Katalysator erfolgt die Abgaskontrolle – *sofern keine anderen Fahrzeugherstellereigenschaften vorliegen* – unter Einhaltung folgender Parameter:

- **Motorbetriebstemperatur von 60° C**
- **erhöhte Leerlaufdrehzahl von ca. 2000 min⁻¹**
- **CO-Gehalt nach Herstellervorgabe oder maximal 0,3 Vol.-%**



Institut für Zweiradsicherheit e.V.

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

Die korrekte Überprüfung der CO-Werte im Abgasstrom von Krafträdern ist nicht ganz ohne Schwierigkeiten (sehr kurze Auspuffanlagen → fehlende Abgasberuhigungsstrecken → stark pulsierendes Abgas) möglich. Da die Messsonde ebenfalls, zur Vermeidung von Messwertverfälschungen durch einen sich anreichernden Sauerstoffgehalt im Endrohrbereich, mindestens 300 mm in den Auspuff eingeführt werden muss, dies aber häufig bei Reflexionsschalldämpfern nicht möglich ist, wurden spezielle Auspuffverlängerungen erforderlich. Diese müssen gasdicht an den jeweiligen Endschalldämpfern angeschlossen werden und sollten mindesten 400 mm lang sein. Ihr Innendurchmesser sollte 50 mm nicht überschreiten. Bei Krafträdern mit mehreren, aber untereinander nicht verbundenen Auspuffrohren (heutzutage kaum mehr anzutreffen) muss in jedem Endrohr separat gemessen werden. Anschließend wird der arithmetische Mittelwert der Einzelmessergebnisse gebildet. Abgasentnahmesysteme, die die einzelnen Abgasströme aus ihren Schalldämpfern in ein Rohr zusammenführen, sind zulässig. In jedem Fall ist stets darauf zu achten, dass sich das Betriebsverhalten des Kraftrades durch unzulässige Gegendruck-erzeugung im Abgasentnahmesystem nicht verändert. Ferner ist zu beachten, dass bei Krafträdern mit Sekundärluftsystemen (SLS) dieses System während der CO-Messung deaktiviert wird, da ein während der Messung unzulässiger Restsauerstoffgehalt die Korrektheit der Messergebnisse verfälschen würde.

Um Ihnen das Abgas bzw. das Abgasverhalten erklären zu können, muss ich Ihnen an dieser Stelle ein bisschen Chemie und Physik zumuten.

Die Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches in einem Ottomotor ist ein chemischer Prozess, bei dem der Kohlenstoff (C) und auch der Wasserstoff (H) des Kraftstoffes, der ja bekanntlich aus so genannten Kohlenwasserstoffverbindungen (C_xH_y) besteht, mit Sauerstoff (O) der Luft reagieren.



Zum einen entsteht hierbei Kohlendioxid (CO_2), zum anderen Wasser (H_2O) in Form von Dampf. Diese Darstellung ist in Wirklichkeit viel komplexer und gilt daher nur *theoretisch*, da praktisch allen handelsüblichen Kraftstoffarten **Additive**, die bestimmte Eigenschaften des Kraftstoffes verbessern, dem Kraftstoff beigemischt werden. Von daher lassen sich in einem Abgasstrom auch weit mehr chemische Verbindungen messen, als die oben dargestellten.

In einem Abgasstrom eines Ottomotors sind neben Kohlendioxid und Wasserdampf auch Stickstoff (N_2), Sauerstoff und Edelgas, Kohlenmonoxid (CO), unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und geringe Mengen von Schwefeldioxid (SO_2) und Feststoffen (Ruß) enthalten.

x und y sind Variablen für die Anzahl der Atome des jeweiligen Elementes.

Gilt nur theoretisch!



Institut für Zweiradsicherheit e.V.

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

An der Emission von CO₂ lässt sich an einem vorhandenen Fahrzeug technisch soweit nichts ändern, es sei denn, dass das Fahrzeug durch technische Umbauten weniger Kraftstoff verbraucht oder die eigene Fahrweise zu weniger Verbrauch und somit weniger Emissionen führt. Deshalb sind es gerade die anderen gefährlichen Abgasstoffe, denen hier besonderes Augenmerk gewidmet wird.

Nach der EU-Abgasvorschrift gehören Kohlenmonoxid, Stickoxide und unverbrannte Kohlenwasserstoffe zu den limitierten Emissionen bei Kraftfahrzeugen. Auf die Ruß-Partikel möchte ich hier nicht eingehen, da es bisher kaum Krafträder mit Dieselmotor gibt.

Bevor ich jedoch zu der Schadstoffreduktion komme, lassen Sie mich kurz noch einen weiteren, wesentlichen Punkt – die *Güte der Verbrennung* – erklären. Damit ist gemeint, ob der zugeführte Kraftstoff auch vollständig verbrennt oder ob Rückstände, sprich unverbrannte Kraftstoffmengen, in den Abgasstrom gelangen.

Die Güte der Verbrennung wird durch den so genannten **Lambda-Wert (λ)** ausgedrückt. Dieser berechnet sich aus dem Verhältnis von der Masse der zugeführten Luft und der Luftmasse, die für eine vollständige Verbrennung des Kraftstoffes (gleich Aufspaltung der Kohlenwasserstoffverbindungen) theoretisch benötigt würde.

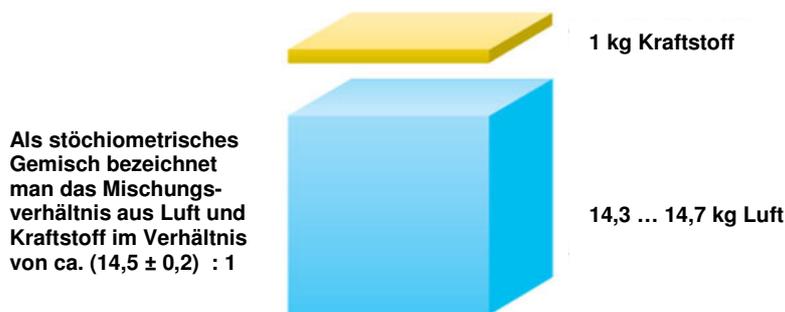
λ ist somit definiert als:

$$\lambda = \frac{\text{Tatsächlich zugeführte Luftmasse}}{\text{Theoretisch erforderliche Luftmasse}} \quad [-]$$

Ist λ = 1, so werden etwa 14,3 ...14,7 kg Luft für eine theoretisch vollständige Verbrennung von 1 kg Kraftstoff benötigt (**stöchiometrisches Verhältnis**). Die für die vollständige Verbrennung theoretisch erforderliche Luftmasse kann etwas schwanken und ist abhängig von der Komposition des Kraftstoffes wie z. B. dem Sauerstoffgehalt im Kraftstoff.



Mischungsverhältnis



Bildquelle: NGK (verändert)

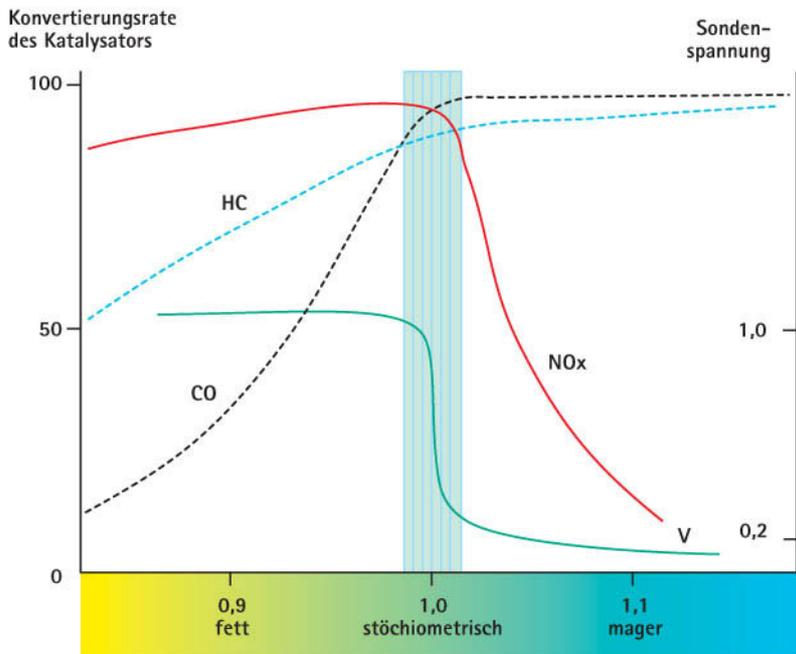
Ein Wert von $\lambda > 1$ bedeutet also nach obiger Formel, dass mehr Luft in den Zylinder belangt ist, als für die theoretisch vollständige Verbrennung notwendig wäre. Man spricht hier von einem **magerem Luft-Kraftstoff-Gemisch**.

Ist $\lambda < 1$, so liegt ein „Luftmangel“ vor, also ein **fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch**. In herkömmlichen Ottomotoren wird bei $\lambda = 0,85 \dots 0,92$ die höchste Leistung erzeugt, jedoch bei einem geringeren Wirkungsgrad (spezifischer Kraftstoffverbrauch), dessen Maximum bei $\lambda = 1,1 \dots 1,2$ liegt.

Um die Abgasqualität eines Ottomotors verbessern zu können, hat sich – aus heutiger Sicht – die Nachschaltung eines 3-Wege-Katalysators bewährt. Dieser wandelt die drei gefährlichen Abgasbestandteile (CO , HC und NO_x) durch Oxidation und Reduktion in Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser um, wo sein Name auch herrührt. Damit jedoch der 3-Wege-Katalysator seine optimale Wirkung erreichen kann, muss mittels *Lambda-Sonde* die Abgasqualität gemessen und das zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch auf das stöchiometrische Gemisch von $\lambda = 1$ geregelt werden.

In der nachfolgenden Grafik erkennt man die Konvertierungsrate eines Katalysators in Abhängigkeit vom λ -Wert. Nach den Aussagen einiger Fahrzeughersteller liegt die Abgasreinigungsleistung im angestrebten λ -Regelbereich bei ca. 85 – 90 %.

Lambda-Fenster



CO = Kohlenmonoxid

NO_x = Stickoxide

HC = Kohlenwasserstoffe

V = Lambda-Sonden-Spannung

Bildquelle: NGK

Ist Ihr Kraftrad also mit einem solchen geregelten Katalysator ausgerüstet, so werden diese Schadstoffe um ca. 90 Prozent vermindert. Der geregelte Katalysator stellt bisher das wirksamste Mittel zur Reduzierung dieser schädlichen Emissionen des Ottomotors dar.

☞ **Merke:** Der Katalysator verwandelt das schädliche und giftige Kohlenmonoxid (CO) fast vollständig in das völlig harmlose Kohlenstoffdioxid (CO₂) um.

Die neueste Richtlinie 2002/51/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Verminderung der Schadstoffemissionen an motorisierten Zweirädern soll dazu beitragen, den Umweltschutz weiter zu verbessern. So wurden die Abgasgrenzwerte nochmals reduziert und neue Testzyklen erarbeitet.

Zu unterscheiden ist zwischen den Homologations-Stichtagen, also dem Datum, ab dem eine neue Typprüfung beantragt wird und den Fristen, die für „in den Verkehr bringen“ gelten. Zwischen diesen liegen so genannte Übergangsfristen, die zwölf und mehr Monate betragen können. So durften Krafträder mit Stufe „Euro 1“ seit dem 1.07.2004 ohne Ausnahmegenehmigung nicht mehr als Neufahrzeuge verkauft werden, Krafträder mit Stufe „Euro 2“ dürfen noch bis zum 01.01.2007 zugelassen werden.

Einen Überblick über die Historie der gesetzlichen Reglementierung der Abgasgrenzwerte gibt die folgende Tabelle.

Historie der Grenzwerte für Schadstoffemissionen motorisierter Zweiräder:

Abgas-Stufe	Richtlinie	Homologations-Stichtag	Typ Klasse	Testzyklus	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]
Kleinkraftrad (Mofa, Moped, Mokick), ≤ 50 cm ³ , ≤ 45 km/h:							
-	national	01.01.1989	-	ECE R47	9,6	6,5	-
Euro 1	97/24/EG	17.06.1999	-	ECE R47	6,0	3,0**	
Euro 2	97/24/EG	17.06.2002	-	ECE R47	1,0	1,2**	
Krafträder:							
-	national	01.07.1994	2-Takt	ECE R40	16...40*	10,4...16,8*	-
			4-Takt	ECE R40	21...42*	6,0...8,4*	-
Euro 1	97/24/EG	17.06.1999	2-Takt	ECE R40	8,0	4,0	0,1
			4-Takt	ECE R40	13,0	3,0	0,3
Euro 2 (A)	2002/51/EG	01.04.2003	<150cm ³	ECE R40	5,5	1,2	0,3
			≥150cm ³	ECE R40	5,5	1,0	0,3
Euro 3 (B)	2002/51/EG	01.01.2006	<150cm ³	ECE R40 kalt	2,0	0,8	0,15
			≥150cm ³	ECE R40 kalt und 2x EUDC	2,0	0,3	0,15

Legende:

*) abhängig vom Gewicht des Kraftrades

**) Summengrenzwert von HC und NO_x

ECE R : Economic Commission for Europe Regulation

EUDC: Extra Urban Driving Cycle (ähnlich wie Pkw-Zyklus NEFZ)

NEFZ: Neuer Europäischer Fahrzyklus

Gut zu erkennen ist die deutliche Abnahme der zulässigen Grenzwerte über die letzten zwölf Jahre. Und auch in Zukunft wird weiter an den Grenzwerten gearbeitet, so dass nicht nur eine wirksame Abgasreinigungsleistung sondern ebenso eine wirkungsvollere Verbrennung und somit eine Kraftstoffreduzierung dazu beitragen müssen.

Unsere Empfehlung: AUK und HU in autorisierten Fachwerkstätten durchführen lassen, weil ihre Mechaniker – bei der Vielfältigkeit der Kraftradmodelle – eventuelle Korrektoreinstellungen an Vergasern oder Einspritzanlagen „fachmännischer“ vollziehen können, als die Prüflingenieure der Überwachungsorgane. Bei Krafträdern mit Vollverkleidung besteht wegen der notwendigen Demontage ein



Institut für Zweiradsicherheit e.V.

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

zusätzlicher Aufwand, der von den Prüforganen nicht geleistet wird und somit der Kraffradbesitzer für Korrektur- und Einstellarbeiten sowieso an die Fachwerkstatt verwiesen wird. ☞

Unser Tipp: Wechseln Sie vor der AUK die Zündkerzen und den Luftfilter! Dies bringt in der Regel schon eine deutliche Verbesserung der Abgaswerte. Achten Sie ferner darauf, dass die Ansaugstutzen nicht porös sind und keine Falschluf angesaugt werden kann.

Eine ordnungsgemäße Einstellung von Zündung, Ventilspiel und Steuerzeiten ist ebenfalls selbstverständlich. Je nach Fahrleistung eines Kraffrades (mit Vergasern) ist eine Überprüfung hinsichtlich des Verschleißes von Düsen, Düsenstöcken und Düsennadeln hilfreich, damit dieser Fehler nicht erst bei der Abgasprüfung erkannt wird und zusätzliche Kosten verursacht.

Entgegen einigen anderen Pressemitteilungen ist der Preis für die AUK nicht von der Zylinderzahl oder sonstigen Kriterien wie etwa der Abgasnachbehandlung abhängig, sondern differiert nur geringfügig zwischen den jeweiligen Bundesländern und den Prüforganisationen.

Da die AUK fester Bestandteil der Hauptuntersuchung ist, werden die Kosten für die AUK auch nicht unbedingt separat ausgewiesen, sondern verbergen sich in den Gesamtkosten für HU und AUK.

Leichte Korrekturereinstellungen an Vergasern oder Einspritzanlagen sind laut Auskunft der Prüforgane im Preis inbegriffen, jedoch keine aufwendigen Reparaturen, sofern das gewünschte Ergebnis ausbleibt.

Der TÜV NORD verlangt (alle genannten Preise inkl. MwSt.) für die AUK im Rahmen der Hauptuntersuchung 17,90 €, dagegen bei einzelner Prüfung 25,- €. Der Gesamtpreis für HU und AUK beträgt 52,70 € (34,80 € + 17,90 €, Stand: 01.04.2006). TÜV Rheinland und TÜV SÜD verlangen 52,50 € bzw. 53,- € als Gesamtpreis.

*TÜV = Technischer
Überwachungsverein*

Die DEKRA stellt im Internet keine Preislisten bereit. Gemäß telefonischer Auskunft der Niederlassung Essen soll die HU 35,- € und die AUK 20,- €, in Summe also 55,- € kosten. „Geringfügige Abweichungen in den einzelnen Bundesländern sind möglich.“

*DEKRA = Deutscher
Krafffahrzeug -
Überwachungsverein*

Die KÜS verlangt in NRW 34,- € für HU und 24,- € für die AUK, in Summe also 58,- €.

*KÜS = Krafffahrzeug-
Überwachungsorganisation
freiberuflicher
Kfz-Sachverständiger e.V.*

Bei der GTÜ kostet die HU 35,- €, die AUK im Rahmen der AU 17,- €, also in Summe 52,- €. Sollte die AUK einzeln durchgeführt werden, so sind 24,- € dafür zu zahlen.

*GTÜ = Gesellschaft für
technische Überwachung mbH*

Seien wir ehrlich. Sind diese 18,- € im Sinne der Umwelt nicht gut investiert?