

Verbraucherforum Motorradlärm



Technische Aspekte

von H. Steven

26.04.2010

Berlin

Übersicht



- Einleitung, Geräuschbegrenzung bei der Typprüfung
- Geräuschentwicklung in Abhängigkeit von Motordrehzahl und Motorbelastung
- Geräuscherhöhende Ersatzschalldämpfer
- Überprüfung der Geräuschemission im Rahmen von Verkehrskontrollen
- Zusammenfassung

Einleitung



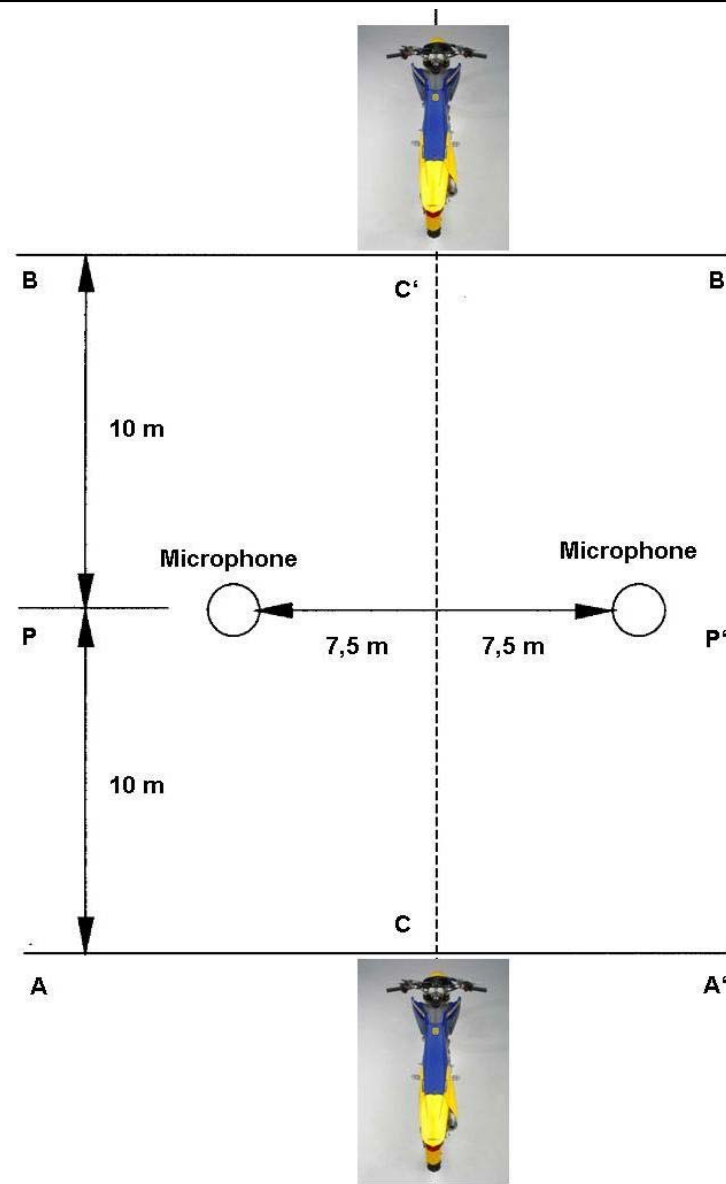
- **Motorräder müssen im Rahmen der Typprüfung wie alle anderen Straßenkraftfahrzeuge einen Geräuschgrenzwert einhalten.**
- **Zur Überprüfung wird das Fahrgeräusch auf einer Prüfstrecke unter definierten Bedingungen bei Vollastbeschleunigungen in 7,5 m Abstand vom Fahrzeug (Höhe 1,2 m) gemessen.**
- **Alle im folgenden gezeigten Geräuschpegel beziehen sich immer auf diese Koordinaten (Abstand und Höhe). Die Ergebnisse stammen aus UBA-FE-Vorhaben.**
- **Der Einfachheit halber beschränken sich die folgenden Ausführungen auf Motorräder mit Hubvolumen über 175 cm³ mit mehr als 4 Gängen.**

Typprüf-Geräuschtest



- Für diese Fahrzeuge wird bei der Typprüfung der Geräuschpegel bei Vollastbeschleunigungen aus 50 km/h im 2. und 3. Gang gemessen (siehe Bild 1).
- Die gemessenen Geräuschpegelmaxima werden gerundet und um 1 dB reduziert.
- Die so erhaltenen Ergebnisse für den 2. und 3. Gang werden dann arithmetisch gemittelt. Der Mittelwert muss den Grenzwert von 80 dB(A) einhalten.
- Der überwiegende Teil der Motorräder ist heute so gebaut, dass dieser Grenzwert so gerade eingehalten wird.
- Im praktischen Betrieb kann die Geräuschemission den Grenzwert deutlich überschreiten.

Teststrecke für die Geräuschmessung

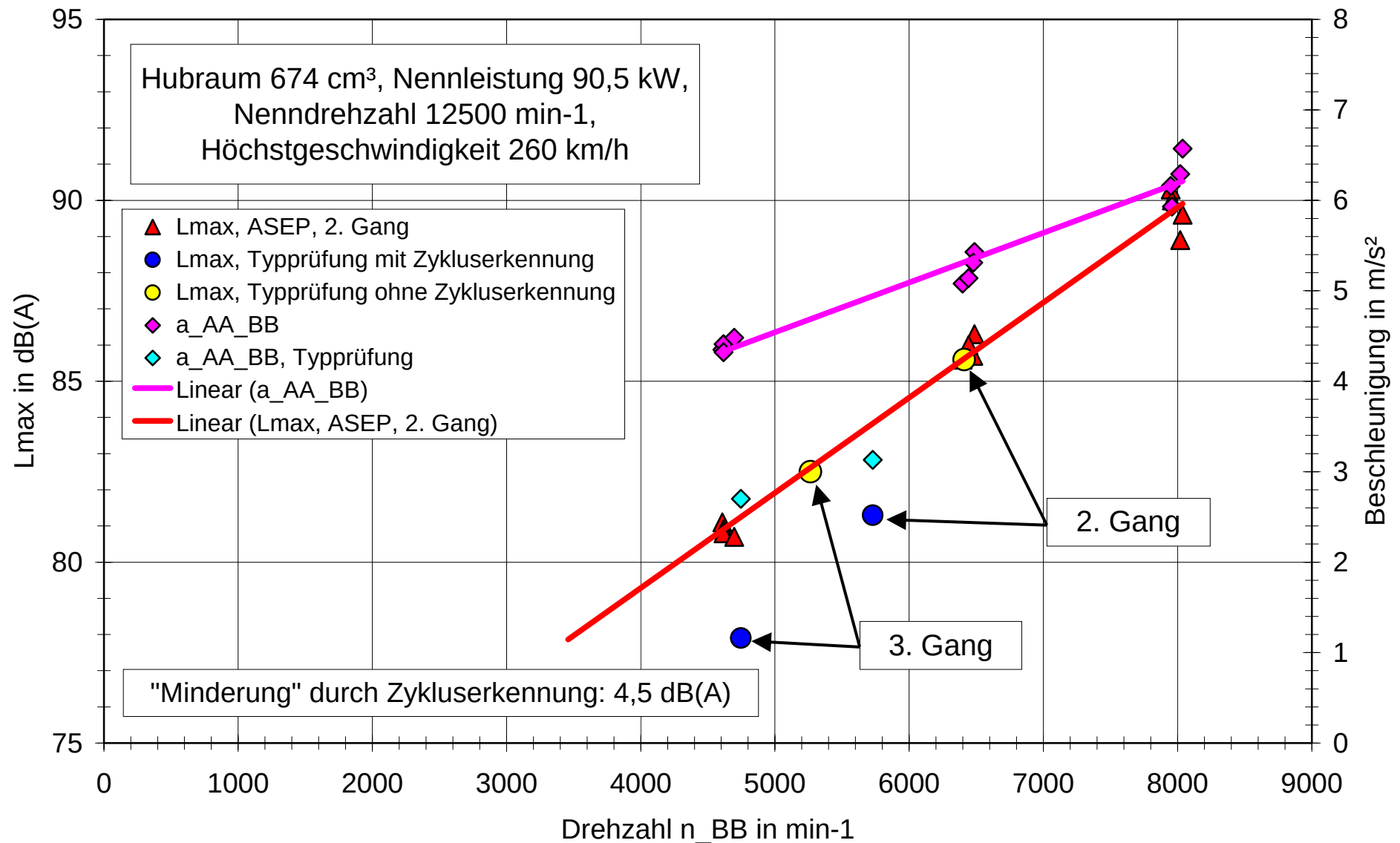


Typprüf-Geräuschtest



- Außerdem ist “Zykluserkennung” im Messverfahren nicht ausdrücklich ausgeschlossen.
- Zykluserkennung bedeutet, dass Fahrverhalten und/oder Geräusch-emission sich im Typprüfverfahren deutlich vom normalen Betrieb unterscheiden.
- Bild 2 zeigt ein Beispiel, bei dem bei den Betriebszuständen des Typprüfverfahrens Beschleunigungsverhalten und Geräuschemission deutlich verringert sind.
- Dadurch ist das Fahrzeug im praktischen Betrieb 4,5 dB lauter als nach dem Typprüfwert zu erwarten ist.

Beispiel für Zykluserkennung



Typprüf-Geräuschtest



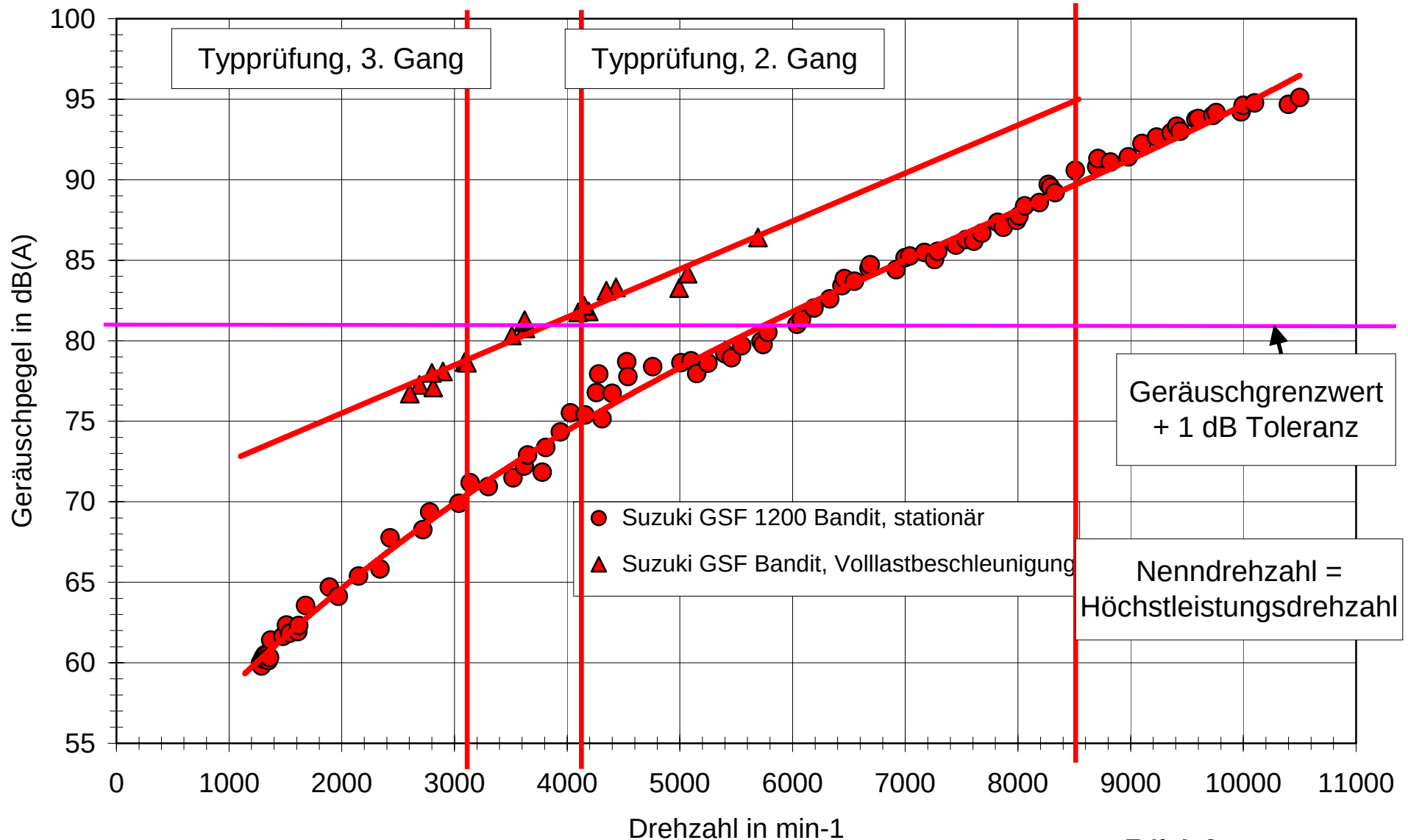
- Das gezeigte Beispiel ist noch vergleichsweise moderat, denn immerhin beschleunigt das Fahrzeug ja noch recht ordentlich.
- Würde der Hersteller die Beschleunigung für die Typprüfung auf 1 m/s^2 “drosseln”, könnte er das Fahrzeug im praktischen Betrieb noch 2,5 dB lauter machen und damit den Abstand zwischen Typprüfung und praktischem Betrieb auf 7 dB erhöhen.
- Ein derartiges Vorgehen ist bisher legal, soll aber zukünftig durch “additional sound emission provisions” (ASEP) im Rahmen einer Überarbeitung der Prüfvorschriften unterbunden werden.

Lmax als Funktion von n und M

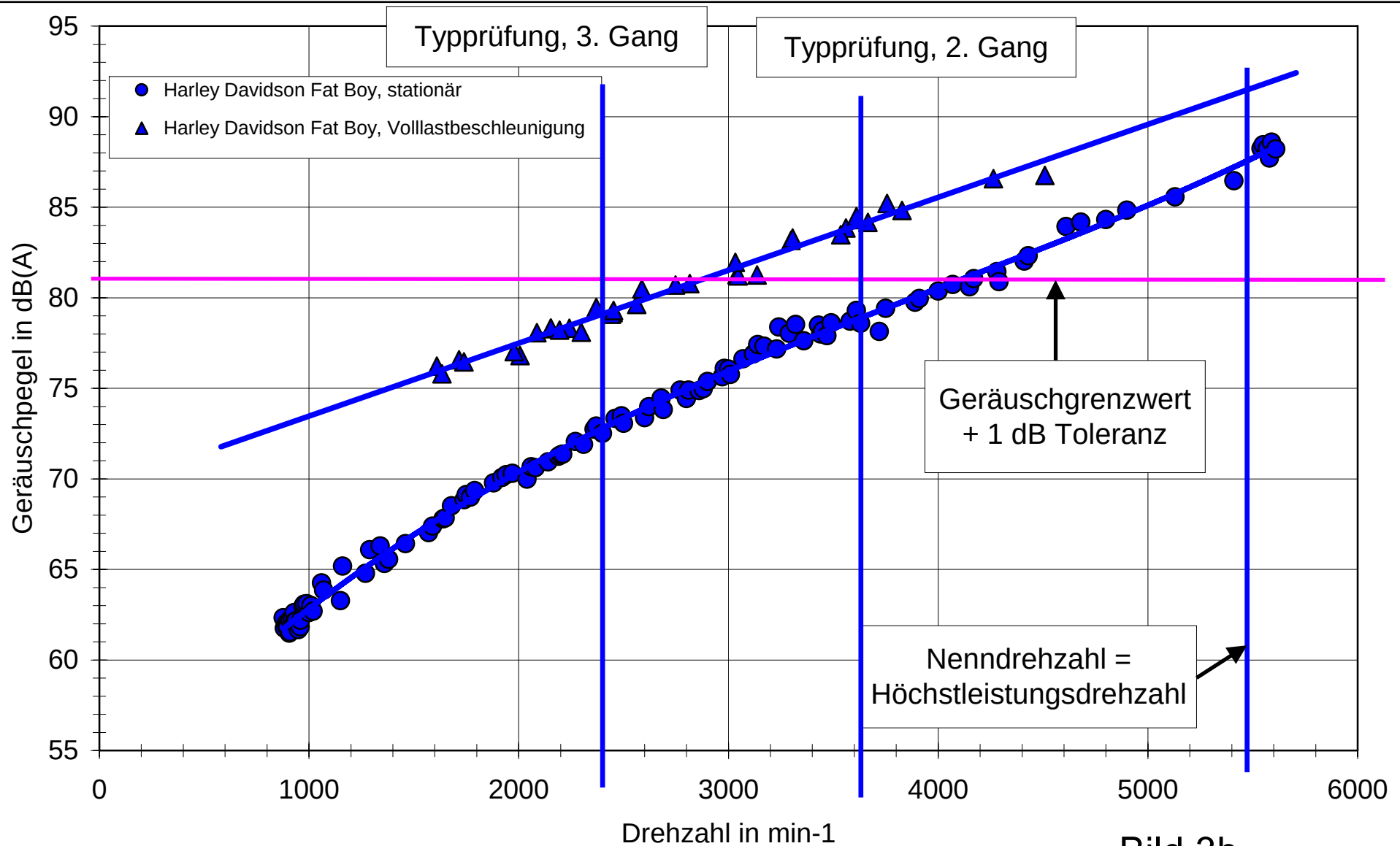


- Technisch gesehen steigt die Geräuschemission eines Motorrades mit zunehmender Motordrehzahl (n) und Motorbelastung (M).
- Zwei Beispiele sind in Bild 3a und 3b dargestellt und zwar einmal stationär gemessen, also ohne Motorbelastung und einmal bei voller Motorbelastung.
- Beim ersten Fahrzeug handelt es sich um ein Motorrad mit 72 kW Nennleistung bei 8500 min⁻¹, einem Hubvolumen von 1200 cm³ und 6-Gang Getriebe.
- Beim zweiten Fahrzeug handelt es sich um ein Motorrad mit 47 kW Nennleistung bei 5450 min⁻¹, einem Hubvolumen von 1450 cm³ und 5-Gang Getriebe.

Lmax als Funktion von n und M



Lmax als Funktion von n und M



Lmax als Funktion von n und M



- Die Drehzahlen für den Typprüftest sind ebenso wie die Nenndrehzahlen durch senkrechte Linien markiert. In beiden Fällen erfolgt die Typprüfmessung bei mittleren Drehzahlen.
- Die Unterschiede in der Geräuschemission zwischen Vollast und ohne Last betragen zwischen 5 und 10 dB.
- Sie sind signifikant höher als bei normalen Pkw und deuten darauf hin, dass durch Verbesserung der Schalldämpfer noch ein Minderungspotential genutzt werden könnte.
- Dies wird aber von den Herstellern bestritten und ist von den meisten Käufern/Nutzern unerwünscht.

Lmax als Funktion von n und M



- Im übrigen ist unschwer zu erkennen, dass der Grenzwert im praktischen Betrieb bei hochtouriger Fahrweise erheblich überschritten werden kann.
- Das gilt prinzipiell auch für durchschnittliche Pkw (siehe Bild 4), jedoch ist das Überschreitungspotential deutlich geringer als beim Motorrad und der Typprüfwert liegt meist deutlich unter dem Grenzwert.
- Niedrigere Nenndrehzahlen bedeuten nicht zwingend niedrigere Geräuschemissionen, wie ein Vergleich der beiden Motorräder in Bild 5 zeigt.

Lmax als Funktion von n und M

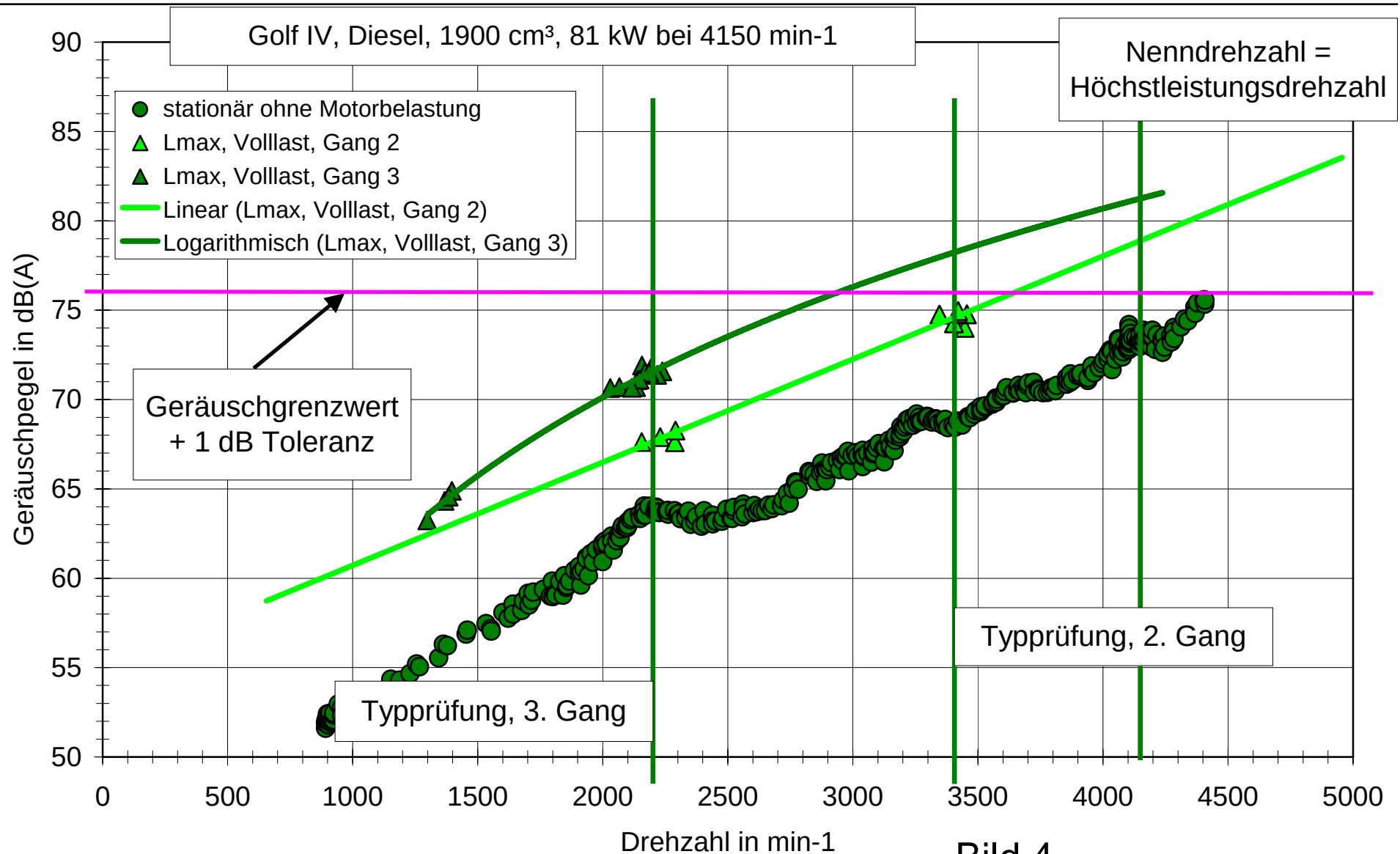
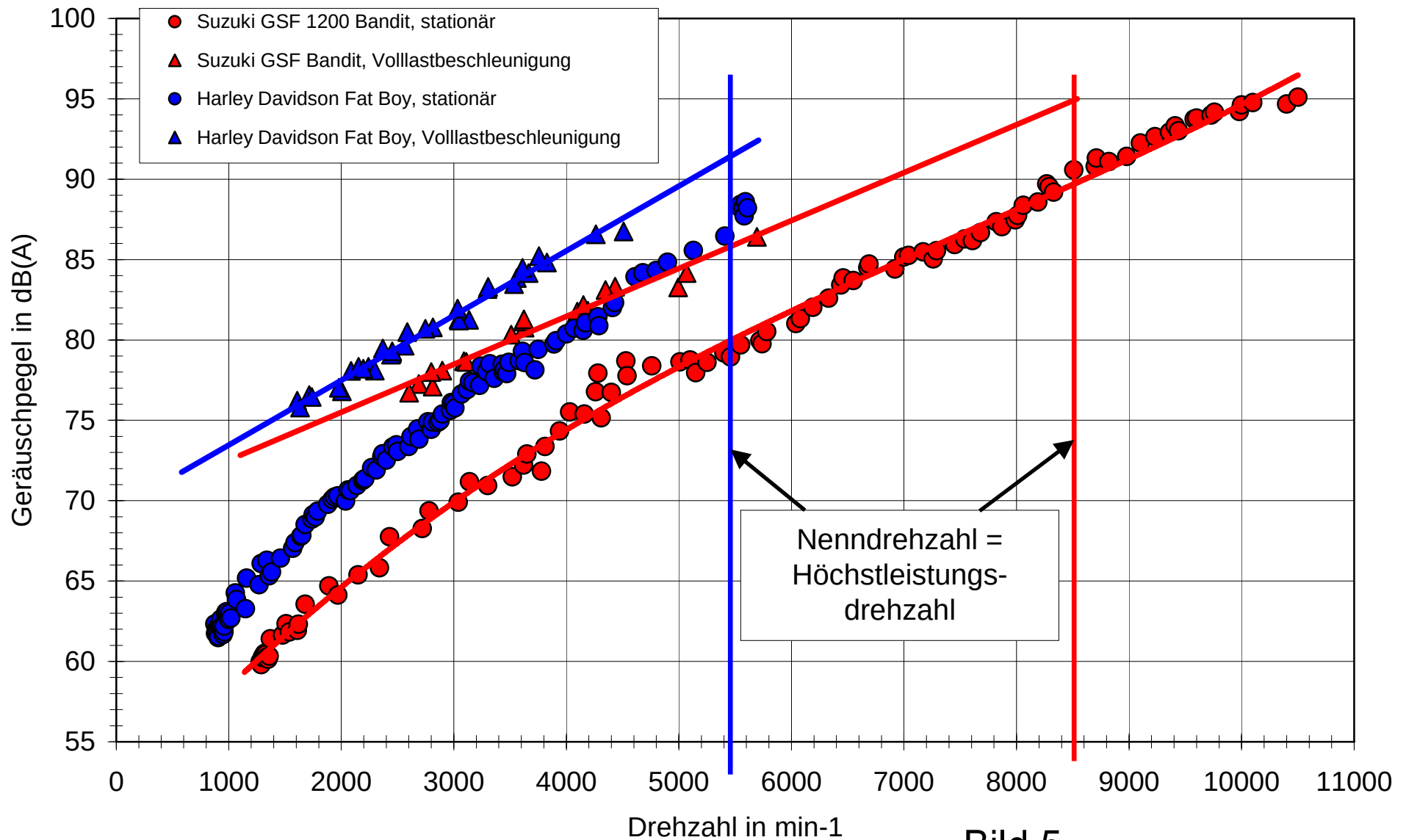


Bild 4

Lmax als Funktion von n und M



L_{max} als Funktion von n und M



- Um zu verdeutlichen, wie die Geräuschentwicklung über der Geschwindigkeit verläuft, sind in Bild 6 Drehzahlen aus Bild 3 durch die zugehörigen Geschwindigkeiten ersetzt worden, wodurch sich für jede Getriebestufe eine eigene Kurve ergibt.
- Es wird zweierlei deutlich: Zum einen kann man ein Motorrad so fahren, dass die Grenzwerte auch im praktischen Betrieb nicht überschritten werden.
- Zum anderen werden hohe Geräuschpegel insbesondere beim leistungsstarken Fahrzeug erst bei hohen Geschwindigkeiten erreicht. Das heißt, innerorts sind hohe Geräuschemissionen mit deutlichen Überschreitungen des Tempolimits verbunden.

Lmax bei voller Leistung über v

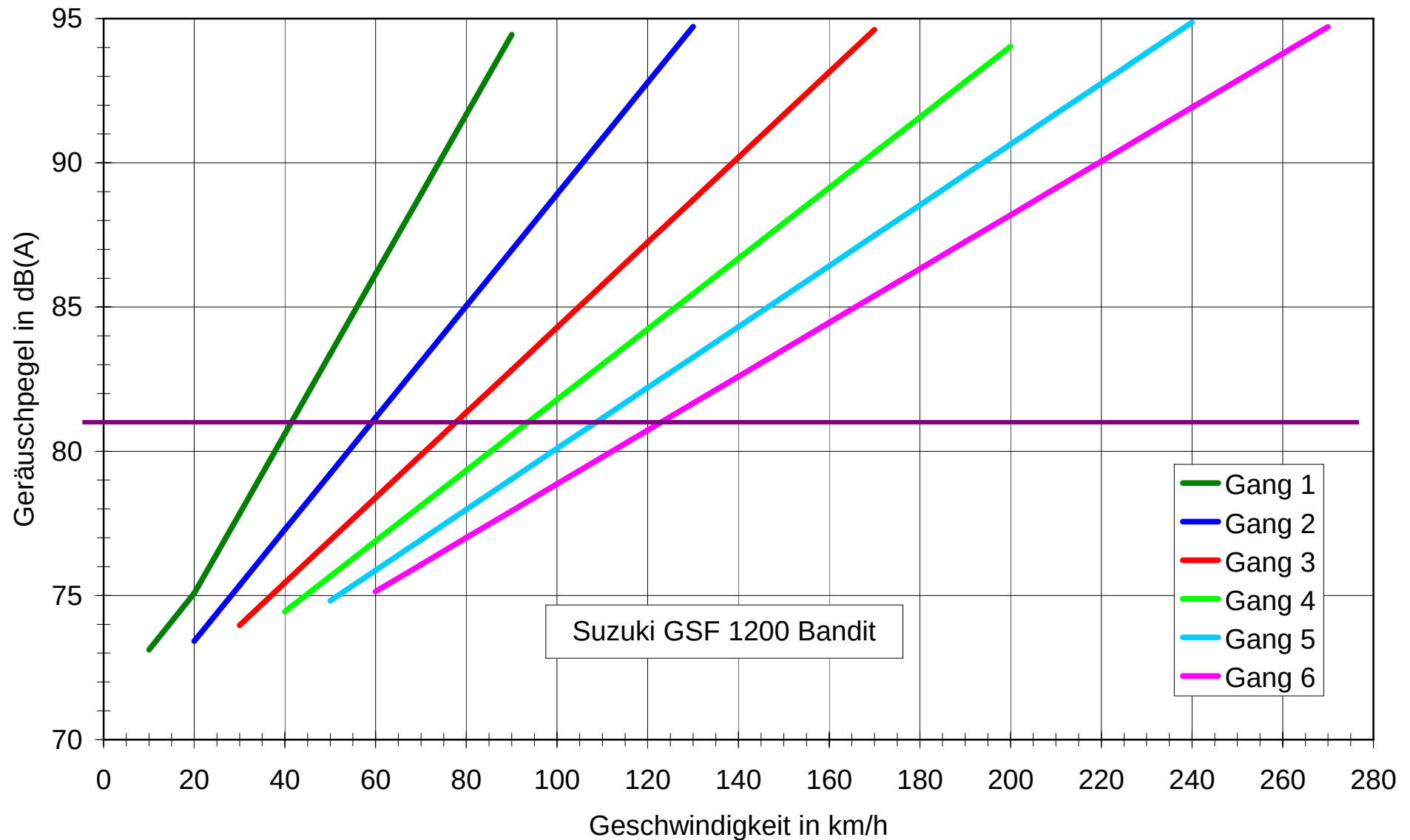


Bild 6a

Lmax bei voller Leistung über v

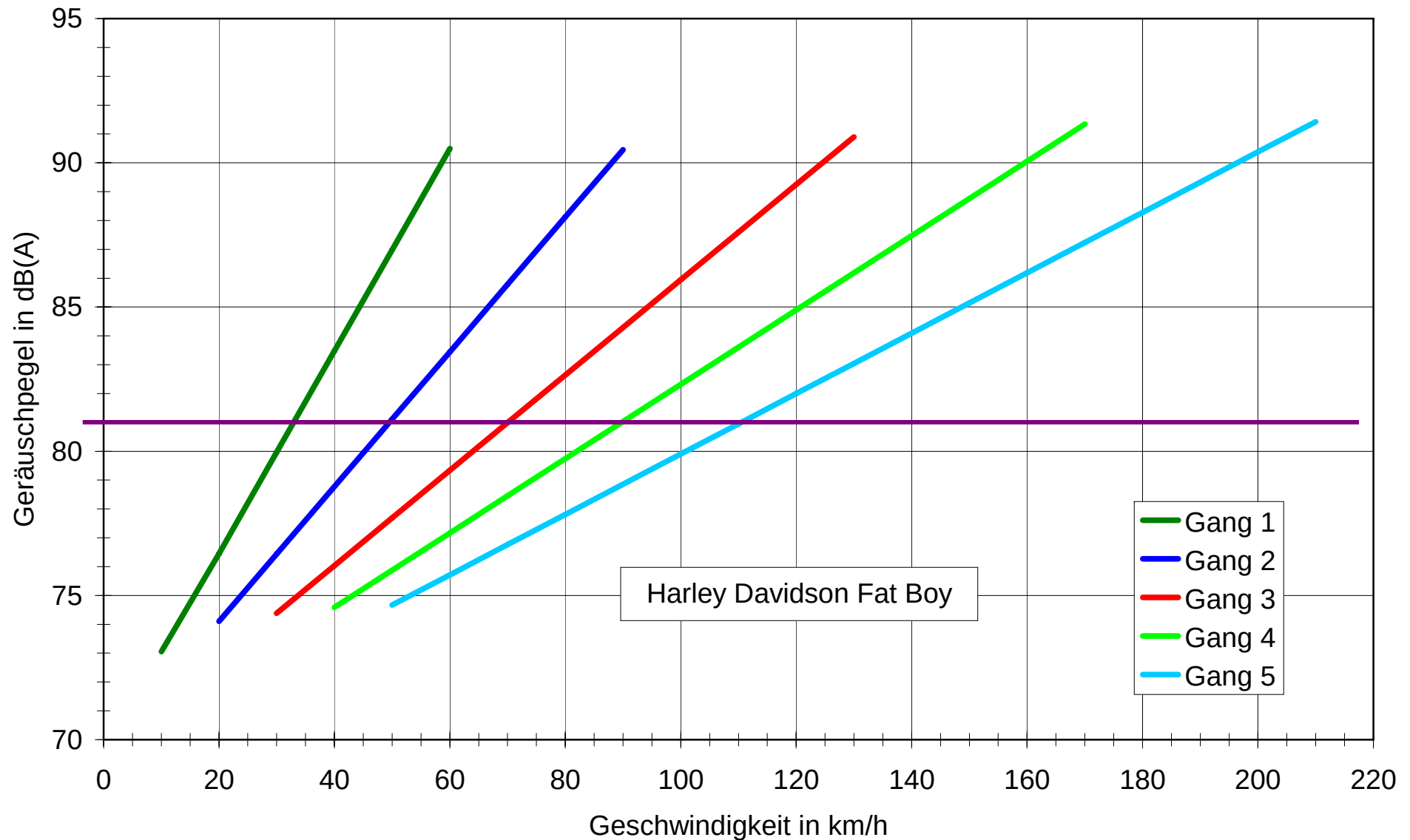


Bild 6b

L_{max} als Funktion von n und M



- Allerdings neigen einige Fahrer(innen) dazu, am Ortsrand beim beschleunigen die Gänge z.T. bis zur Nenndrehzahl auszdrehen und so auch mit nicht manipulierten Fahrzeugen Pegelspitzen bis zu 90 dB(A) zu erzeugen (siehe Bild 7).

Zeitverläufe von v, n und Lmax

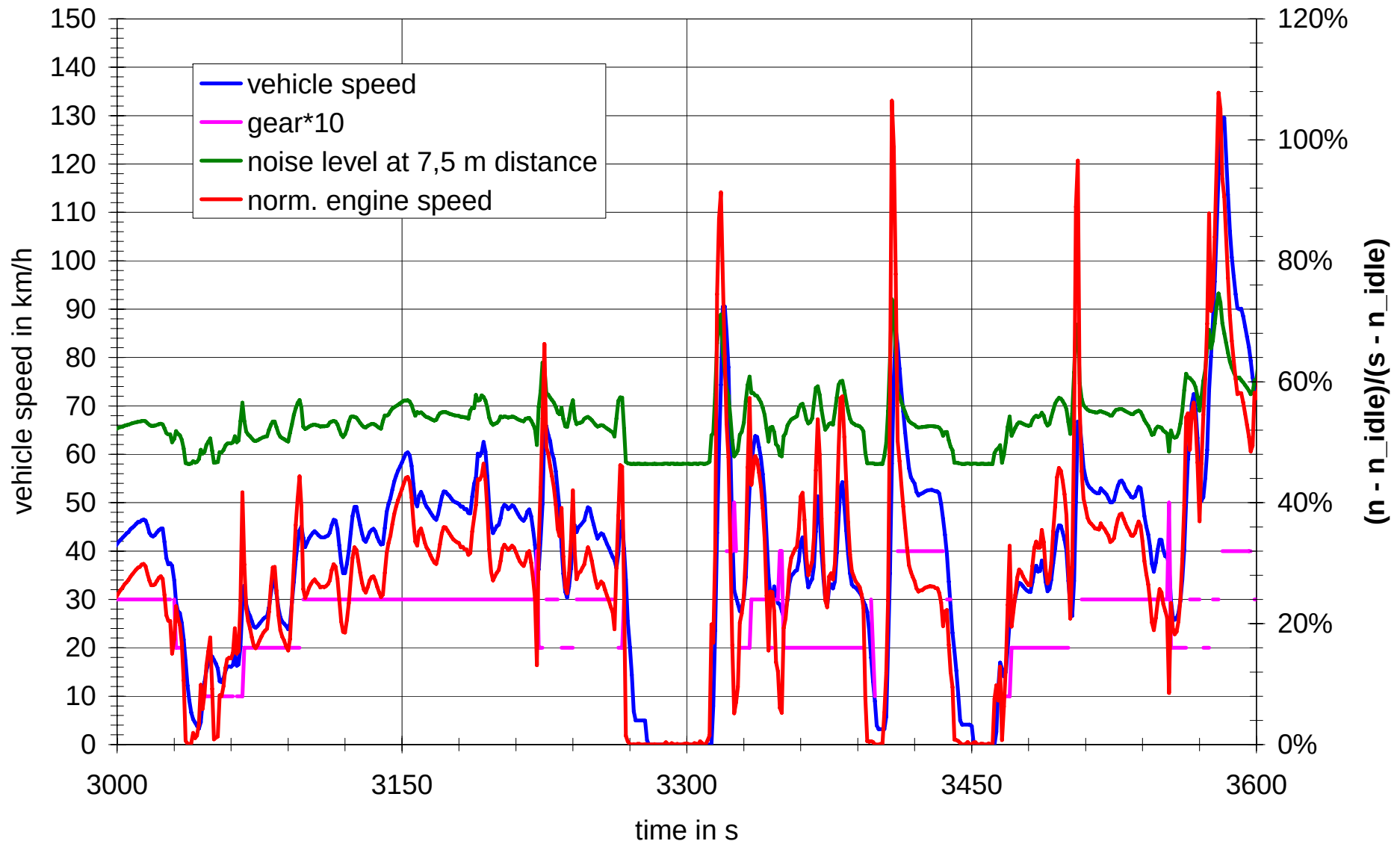


Bild 7

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- Ein nicht unerheblicher Anteil von Motorradfahrerinnen und -fahrern verwendet Ersatzschalldämpfer, die zu signifikant höherer Geräuscentwicklung führen.
- Diese Systeme sind zum Teil so ausgelegt, dass zwei Geräuschzustände eingestellt werden können, von denen der eine die Grenzwerte einhält, der andere sie aber erheblich überschreitet (siehe weblinks nächste Seite).
- Derartige Auspuffsysteme wurden 2005/2006 im Rahmen eines UBA-Vorhabens an verschiedenen Motorrädern untersucht und mit den Originalanlagen verglichen.

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- http://www.jekillandhyde.eu/site/index.php?main_page=page&id=1&chapter=0
- “Exhaust Systems are adjustable from standard up to 130 dBa”
- <http://www.kess-tech.de/>
- “legal loud exhausts”
- <http://www.bos-exhausts.de/index.php?id=44>
- “dB eaters are designed to reduce the noise level at the rpm level which is marked on the motorcycle identification tag. Often this is half the rpm’s of which the bike delivers the maximum power.”

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- <http://www.laser-auspuff.de/index2.html>
- <http://www.mgh-bikes.de/info/shark/>
- **Shark Schalldämpfer; “Sechs aktuelle Endtopf-Modelle in drei verschiedenen Materialien mit EG/BE und entfernbarem dB-Absorber erhältlich“**

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- Beispiele der Ergebnisse derartiger Schalldämpferanlagen sind in den Bildern 8a bis 8c für die Motorräder aus Bild 3a und 3b dargestellt.
- Bis auf eine Ausnahme waren die verwendete Ersatzschalldämpfer bauartgenehmigt und entsprechend ECE/EG-gekennzeichnet.
- Während Originalschalldämpfer nur durch aufwendige Eingriffe manipulierbar sind, wird bei einigen Austauschschalldämpfern schon bei der Konstruktion auf eine einfache Umbaumöglichkeit geachtet.
- Zum Lieferumfang dieser Schalldämpfer gehört vielfach auch eine vom Hersteller mitgelieferte Anleitung für den Umbau.

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- Außerdem sind heutige Ersatzschalldämpfer häufig so gebaut, dass ohne Motorbelastung keine Geräuscherhöhung auftritt, mit Motorbelastung dagegen sehr wohl.
- Da die Überprüfung der Geräuschemission im Rahmen von Verkehrskontrollen durch eine Standgeräuschemessung (also ohne Motorbelastung) in der Nähe der Auspuffmündung erfolgt, werden derartige Anlagen nicht beanstandet.
- Bild 8a zeigt so ein Beispiel, bei dem das Fahrgeräusch 4 bis 6 dB höher ist als bei dem Originalauspuff und somit der Grenzwert deutlich überschritten wird.

Geräuscherhöhende Schalldämpfer

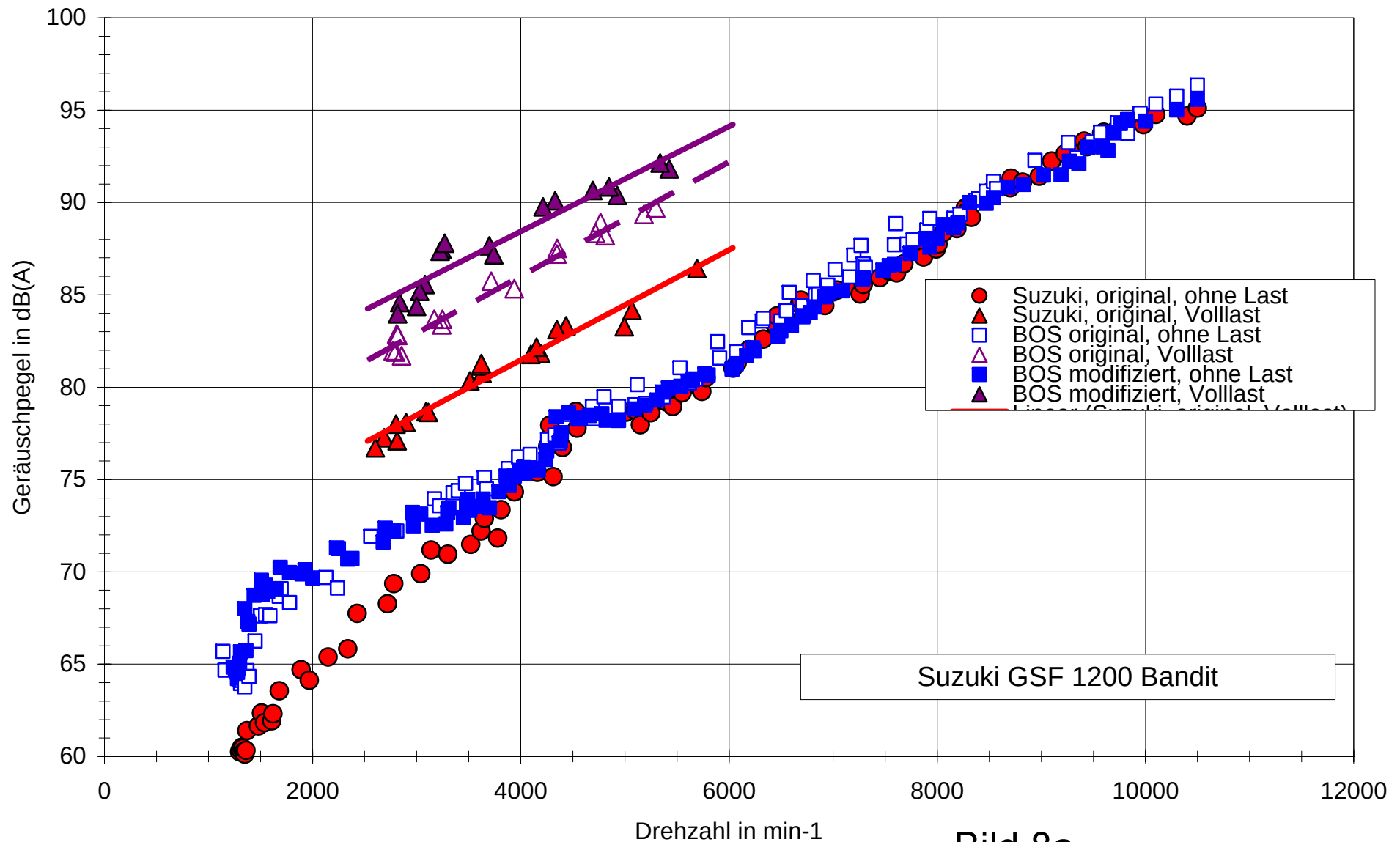


Bild 8a

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- Das zweite Beispiel (Bild 8b) ist noch eindrücklicher, weil der Ersatzschalldämpfer im geschlossenen Zustand weder ohne Last noch unter Vollast zu höheren Geräuschemissionen führt als der Originalschalldämpfer.
- Im leicht einzurichtenden offenen Zustand ist das Fahrzeug ohne Motorbelastung bereits so laut wie mit Originalschalldämpfer unter Vollast.
- Bei Vollast sind die Geräuschemissionen 8 bis 12 dB höher als mit Originalauspuff.
- Auch dieser Schalldämpfer war bauartgenehmigt und ECE/EG gekennzeichnet.

Geräuscherhöhende Schalldämpfer

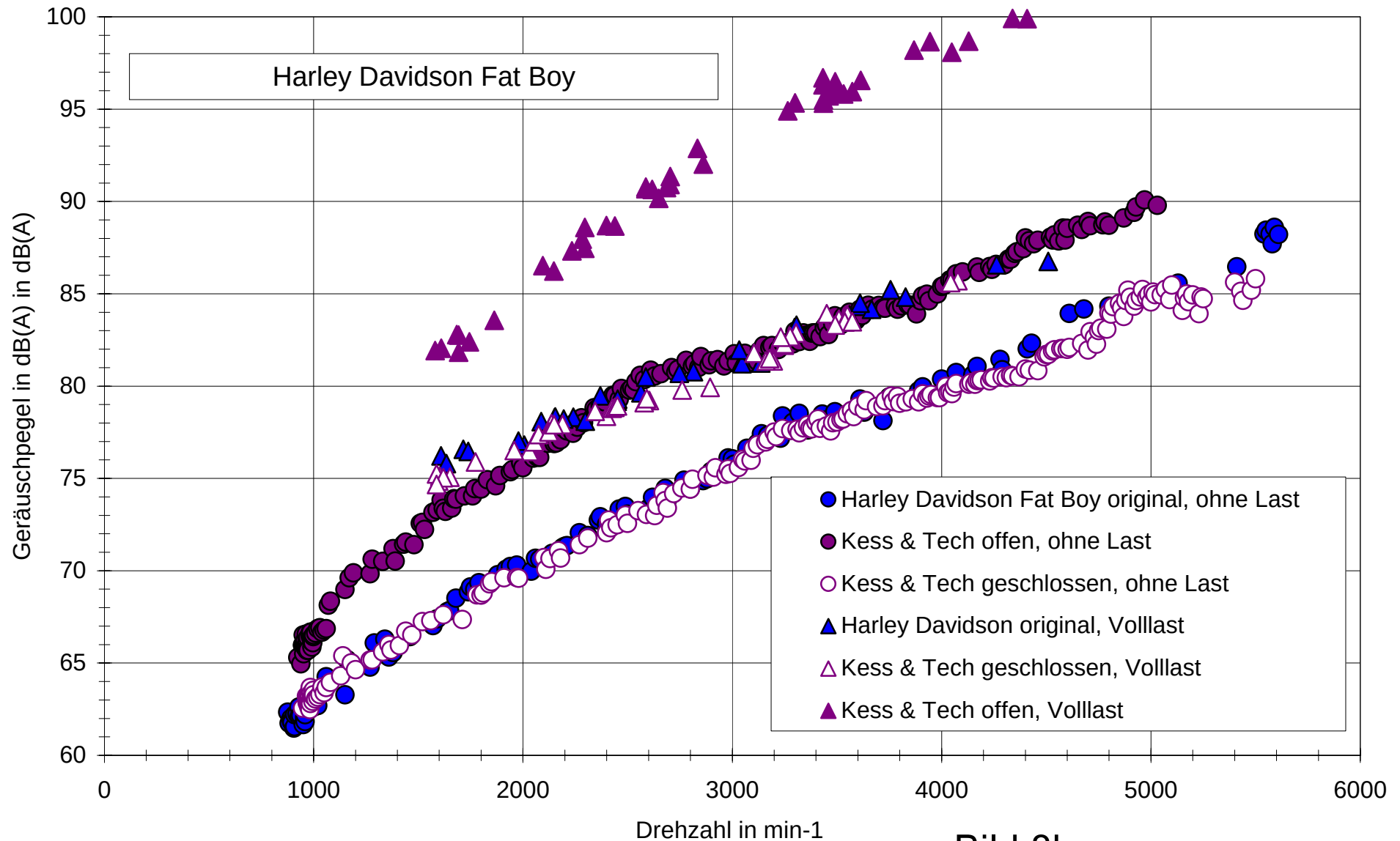


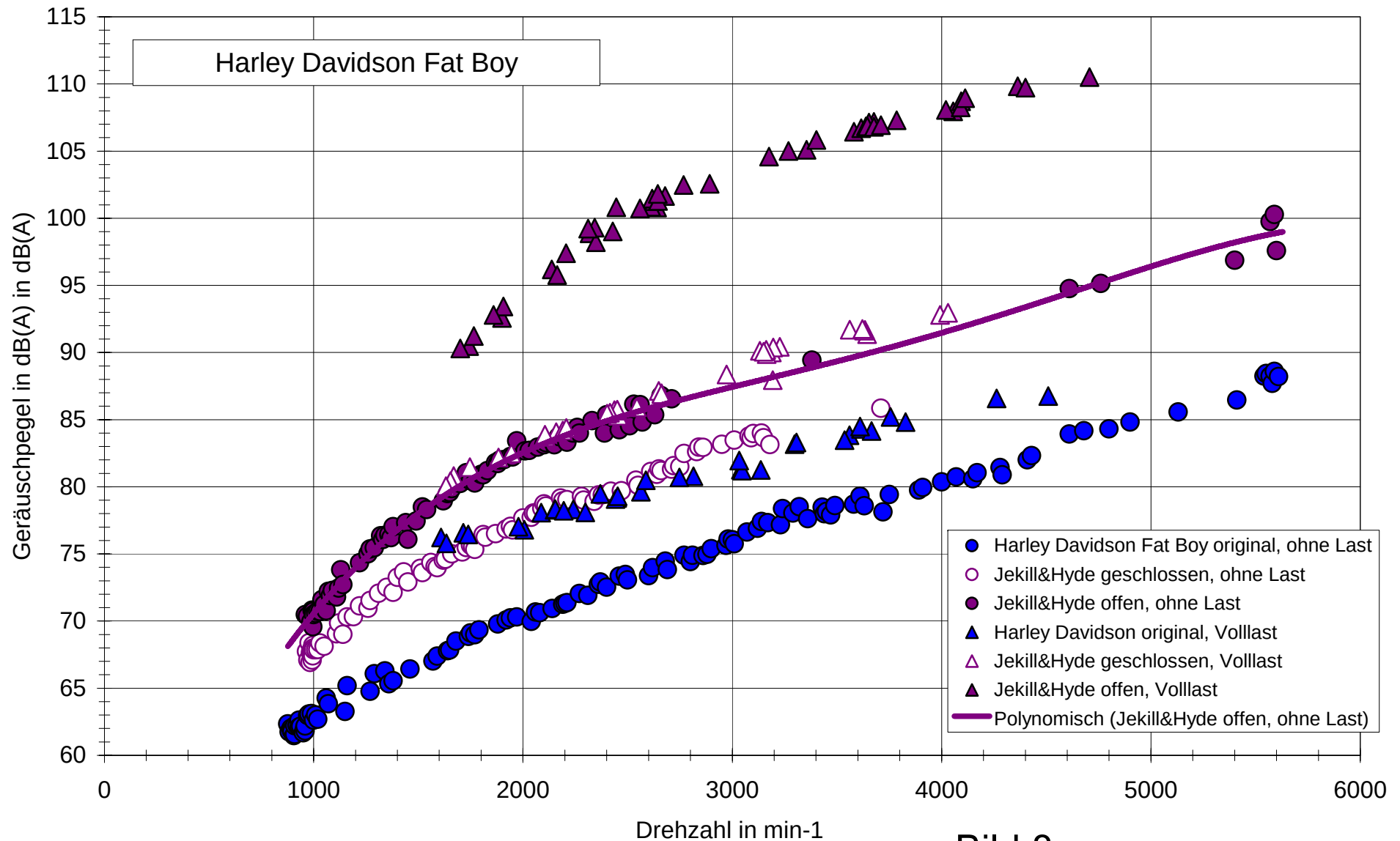
Bild 8b

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



- Das dritte Beispiel (Bild 8c) bezieht sich auf einen nicht genehmigten Schalldämpfer, der selbst in geschlossenem Zustand bereits deutlich lauter ist als die Originalanlage und zwar sowohl mit als auch ohne Motorbelastung.
- In offenem Zustand entsprechen die Pegelwerte ohne Last denjenigen des geschlossenen Zustands bei Volllast.
- Die Geräuschpegel des offenen Zustands erreichen bei Volllast Werte bis 110 dB(A).

Geräuscherhöhende Schalldämpfer



Kontrollen im Verkehr



- VDTÜV und DEKRA haben im 2001 bei fast 400 Motorrädern das Standgeräusch im Nahfeld und das Fahrgeräusch (beschleunigte Vorbeifahrt) von Fahrzeugen im Verkehr auf einer Prüfstrecke gemessen und mit den Typprüfwerten aus den Fahrzeugscheinen verglichen.
- Das niederschmetternde Ergebnis: Von den Fahrzeugen, deren Fahrgeräusch unzulässig hoch war, wurde nur ein Drittel auch durch die Standgeräuschmethode als unzulässig erkannt.
- Die Standgeräuschmessmethode ist also eigentlich für Kontrollen im Verkehr ungeeignet.

Fahrgeräusch-Prüfverfahren für Verkehrskontrollen



- Ein vereinfachtes Fahrgeräusch-Prüfverfahren, das auch auf der Straße angewendet werden kann, würde eine deutlich höhere Trefferquote haben und damit erheblich effektiver sein.
- Ein derartiges Verfahren wurde von der BASt im Rahmen des EU-Forschungsprojekts SILENCE entwickelt und getestet.
- Dazu wurden 11 Motorräder sowohl auf einer ISO Teststrecke unter Typprüfbedingungen als auch auf einer Außerortsstraße unter vereinfachten Messbedingungen untersucht.

Fahrgeräusch-Prüfverfahren für Verkehrskontrollen



- Die folgenden Vereinfachungen/Abweichungen gegenüber den Typprüfbedingungen erwiesen sich für Verkehrskontrollen als zwingend:
 1. Keine normgerechte Fahrbahndeckschicht,
 2. Die Mikrophone müssen am Fahrbahnrand aufgestellt werden, was zu niedrigeren Pegeln infolge von Absorption führen kann.
 3. Demgegenüber können Hindernisse in Straßennähe (z.B. Bäume, Leitplanken) zu Geräuscherhöhung führen.
 4. Der Fahrzeugtachometer muss für die Geschwindigkeitskontrolle verwendet werden. Er ist ungenauer als die bei der Typprüfung verwendeten Geräte.

Fahrgeräusch-Prüfverfahren für Verkehrskontrollen



- **Aus dem Vergleich der Messergebnisse konnten nachstehende Schlussfolgerungen gezogen werden:**
 - Wenn man Drainasphalt- und Pflasterdeckschichten ausschließt, ist der Deckschichteinfluss vernachlässigbar.
 - Die auf der vorherigen Folie unter 2. und 3. genannten Einflüsse sind in akzeptablen Rahmen, wenn Außerorts- oder Außenbezirksstraßen verwendet werden (siehe Bild 9).
 - Aufgrund von Zulassungsanforderungen ist die tatsächliche Geschwindigkeit immer niedriger als die vom Tachometer angezeigte Geschwindigkeit. Die durchschnittliche Differenz bei polizeilichen Verkehrskontrollen, bei denen 40 Motorräder überprüft wurden betrug -5 km/h.

Fahrgeräusch-Prüfverfahren für Verkehrskontrollen



- Aufgrund der Abweichungen der vereinfachten Messmethode für Verkehrskontrollen zum Typprüfverfahren ist für den Vergleich mit dem Grenzwert eine Toleranz in Abzug zu bringen.
- Für diese Toleranz wurde von der BASt aufgrund der Untersuchungsergebnisse ein Wert von 2 dB vorgeschlagen.
- Dieser Vorschlag müsste aber noch an einer größeren Fahrzeugstichprobe verifiziert werden.

Fahrgeräusch-Prüfverfahren für Verkehrskontrollen



Bild 9a

Fahrgeräusch-Prüfverfahren für Verkehrskontrollen



Bild 9b

Zusammenfassung



- **Motorräder müssen im Rahmen der Typprüfung wie alle anderen Straßenkraftfahrzeuge einen Geräuschgrenzwert einhalten.**
- **Zur Überprüfung wird das Fahrgeräusch auf einer Prüfstrecke unter definierten Bedingungen gemessen.**
- **Der überwiegende Teil der Motorräder ist heute so gebaut, dass dieser Grenzwert so gerade eingehalten wird.**
- **Außerdem sind die derzeitigen Typprüfvorschriften durch Zykluserkennung leicht zu unterlaufen.**
- **Im praktischen Betrieb kann die Geräuschemission den Grenzwert deutlich überschreiten.**

Zusammenfassung



- Ein nicht unerheblicher Anteil von Motorradfahrerinnen und –fahrern verwendet Ersatzschalldämpfer, die zu signifikant höherer Geräuschentwicklung führt.
- Diese Systeme sind zum Teil so ausgelegt, dass zwei Geräuschzustände eingestellt werden können, von denen der eine die Grenzwerte einhält, der andere sie aber erheblich überschreitet.
- Außerdem sind sie häufig so gebaut, dass ohne Motorbelastung keine Geräuscherhöhung auftritt, mit Motorbelastung dagegen sehr wohl.

Zusammenfassung



- Da die Überprüfung der Geräuschemission im Rahmen von Verkehrskontrollen durch eine Standgeräuschemessung (also ohne Motorbelastung) in der Nähe der Auspuffmündung erfolgt, werden derartige Anlagen nicht beanstandet, obwohl das Fahrgeräusch den Grenzwert deutlich überschreitet.
- Vergleichende Untersuchungen von VDTÜV und DEKRA an einer umfangreichen Fahrzeugstichprobe hatten ein niederschmetterndes Ergebnis.
- Von den Fahrzeugen, deren Fahrgeräusch unzulässig hoch war, wurden nur ein Drittel auch durch die Standgeräuschemethode als unzulässig erkannt.

Zusammenfassung



- Die Standgeräuschemessmethode ist also eigentlich für Kontrollen im Verkehr ungeeignet.
- Ein vereinfachtes Fahrgeräusch-Prüfverfahren, das auch auf der Straße angewendet werden kann, würde eine deutlich höhere Trefferquote haben und damit erheblich effektiver sein.
- Ein derartiges Verfahren wurde von der BASt im Rahmen des EU-Forschungsprojekts SILENCE entwickelt und getestet.
- Die Ergebnisse sprechen dafür, dieses Verfahren als Ersatz für die Nahfeldmethode zukünftig bei Verkehrskontrollen einzusetzen.