



# **AG Qualität**

## **FACHBEREICH MATHEMATIK**

**Dirk Windelberg**

**Lärmbelastung durch ungepflegte Gleise**

**erschienen in: Immissionsschutz 5 (2000), 134-140**

Diese Veröffentlichung erscheint im Rahmen des Projektes  
**„Untersuchung zur Gleispflege bezüglich einer Bonusregelung für besondere Pflege“**  
(1.4.98 – 3.1.2000)

AG Qualität im Fachbereich Mathematik  
Universität Hannover, Welfengarten 1, D - 30167 Hannover  
Telephon: +49-511-762-3336 oder -3337    Telefax: + 49-511-8386072  
<http://im-03.iw.uni-hannover.de>  
Verantwortliche Leiter: Dr. Dirk Windelberg

**Dirk Windelberg**

## **Lärmbelastung durch ungepflegte Gleise**

### **Schlagwörter**

Schienenverkehrslärm, Gleispflege, besonders überwachtetes Gleis, Gleispflegeabschlag, Lärmstatistik, Maximalpegel

### **Kurztext**

Zwischen der Lärmbelastung durch Schienenverkehr und dem Schienenzustand der Gleise besteht ein enger Zusammenhang, der in diesem Aufsatz analysiert wird.

Die Beurteilung des Schienenzustandes wird von der Bahn, den Gerichten und den Anliegern unterschiedlich vorgenommen: die Kosten, die Gesetze und die Lärmbelastung führen zu jeweils verschiedenen Bewertungen.

Dieser Aufsatz soll dazu führen, die Argumentationen miteinander vergleichen zu können.

## D.Windelberg

### Lärmbelastung durch ungepflegte Gleise<sup>1</sup>

#### Zusammenfassung

Hier wird der Einfluß des Schienenzustandes auf die Lärmbelastung untersucht. Grundlage dazu bildet der „*durchschnittlich gute Schienenzustand (dgS)*“ im Sinne der 16.*BImSchV* ([1]), in der für diesen Schienenzustand der „Grundwert“ auf 51  $dB(A)$  festgesetzt wird. Mit dieser Festsetzung kann für die Vorbeifahrt eines Zuges der Vorbeifahrpegel berechnet werden.

Um den Schienenzustand so zu erhalten, daß der Grundwert von 51  $dB(A)$  nicht überschritten wird, muß das Gleis gepflegt werden, d.h. es muß geschliffen werden, wenn es zu stark verriffelt ist. In dieser Schrift wird ein Beispiel der zeitlichen Veränderung eines Gleises in Form einer „Verriffelungskurve“ angegeben: Zu einem bestimmten Zeitpunkt wird das Gleis geschliffen, und dadurch wird ein Grundwert von 48 bzw. 45  $dB(A)$  erreicht. Danach verriffelt das Gleis mit zunehmender „Riffelzeit“, und diese Verriffelung ist u.a. an einem Anstieg des Grundwertes erkennbar.

Für einen *dgS* muß sichergestellt sein, daß der Grundwert bei keiner Zugvorbeifahrt den Grenzwert von 51  $dB(A)$  überschreitet.

Wird ein Gleis jedoch nicht gepflegt, d.h. wird erst so spät geschliffen, daß ein Grundwert auf  $(51+y)$   $dB(A)$  gemessen wird, so wird hier ein „Gleispflegezuschlag (*GPZ*)“ von  $y$   $dB(A)$  eingeführt: Die nach der 16.*BImSchV* berechneten Emissionswerte sind jeweils um  $y$   $dB(A)$  zu erhöhen.

Wird ein Gleis besonders gepflegt, d.h. wird bereits geschliffen, wenn jeder Grundwert unterhalb von  $(51-x)$   $dB(A)$  liegt, so wird hier ein „Gleispflegeabschlag (*GPA*)“ von  $x$   $dB(A)$  eingeführt: Die nach der 16.*BImSchV* berechneten Emissionswerte sind jeweils um  $x$   $dB(A)$  zu erniedrigen.

Zu den theoretischen Untersuchungen zur Lärmbelastung durch besonders gepflegte, normal gepflegte und ungepflegte Gleise werden zwei praktische Anwendungen beschrieben:

In einem ersten Beispiel werden Emissionspegel untersucht, die bei der Vorbeifahrt von *ICE*-Zügen bei Geschwindigkeiten zwischen 280 und 300  $km/h$  gemessen wurden. Diese Pegel werden mit nach der 16.*BImSchV* berechneten Emissionspegeln verglichen. Ziel des Vergleiches ist es zu prüfen, ob die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Pegelberechnung aus der 16.*BImSchV* auch in diesem Geschwindigkeitsbereich gültig ist.

In dem zweiten Beispiel wird gezeigt, wie der Schienenzustand eines Gleises durch die Bestimmung der Grundwerte vorbeifahrender Züge beurteilt werden kann.

---

<sup>1</sup> Diese Veröffentlichung erscheint im Rahmen des Projektes „*Untersuchung zur Gleispflege bezüglich einer Bonusregelung für besondere Pflege*“ (1.4.98 – 3.1.2000) der AG Qualität im Fachbereich Mathematik der Universität Hannover

## Theorie der Gleispflege

### Verriffelungskurve

Zwischen zwei Schleifterminen beschreibt eine Kurve eine Abhängigkeit zwischen der Verriffelung seit dem Neuschliff der Schienen und der Schall-Emission. Während die Schall-Emission in  $dB(A)$  gemessen werden kann, gibt es für die Verriffelung noch keine Maßeinheit, für die ein Zusammenhang zwischen der Verriffelung und der zugehörigen Schall-Emission nachgewiesen wurde. Daher wird hier die Einheit „Riffelzeit“ gewählt.

In *Bild 1* wird ein idealisiertes Beispiel einer solchen Kurve angegeben: Wie von den Autoren dieses Projektes in [6] bereits beschrieben wurde, ergeben sich für den Ansatz

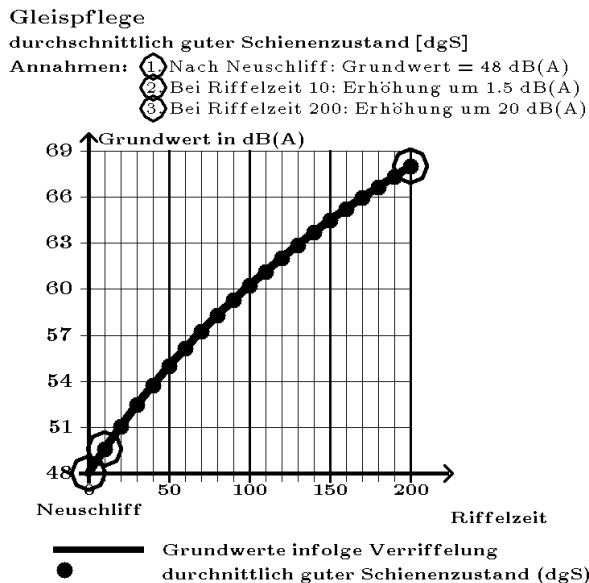
$$\text{Verschlechterung in } dB(A) = X \cdot \log(Y + Z \cdot \text{Riffelzeit})$$

folgenden Gleichungen:

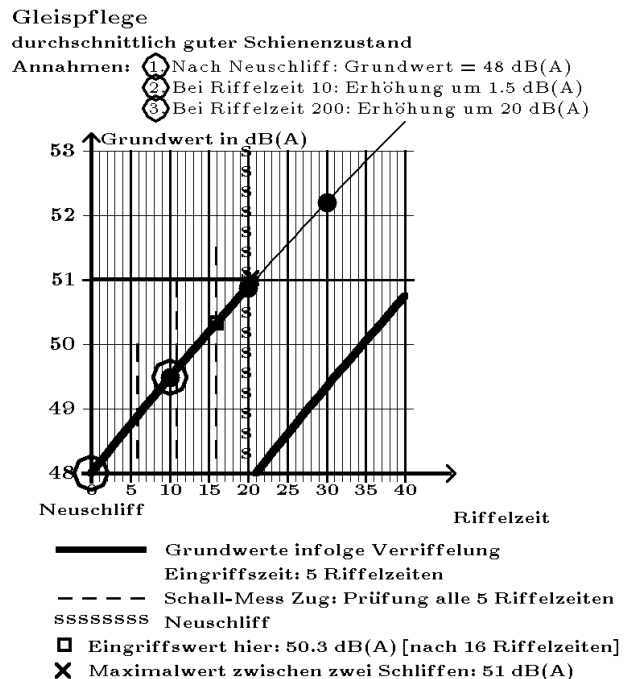
1.  $0 \text{ dB}(A) = X \cdot \log(Y + Z \cdot 0)$  und damit  $Y = 1$
2.  $1.5 \text{ dB}(A) = X \cdot \log(1 + Z \cdot 10)$
3.  $20 \text{ dB}(A) = X \cdot \log(1 + Z \cdot 200)$

die Koeffizienten

$$\text{Verschlechterung in } dB(A) = 56.4 \cdot \log(1 + 0.00632 \cdot \text{Riffelzeit})$$



*Bild 1:* Mathematische Modellierung der Abhängigkeit zwischen Verriffelung und Grundwert bei Neuschliff auf 45 dB(A)



*Bild 2:* Bestimmung des nächsten Schleiftermins für ein dgS Bei Verriffelungskurve nach *Bild 1* bei Neuschliff auf 45 dB(A)

### **Riffelzeiten und Schleifzyklen**

Gleise verriffeln nicht auf allen Schienenstrecken gleich. Wenn das Zeitintervall bestimmt werden soll, in dem der Grundwert sich um einen bestimmten Betrag verschlechtert, so sind die jeweiligen Nutzungen zu berücksichtigen. Jedes Fahrzeug, das über ein Gleis fährt, verriffelt dieses in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, von dem Gewicht und von der Unrundheit der Räder.

Die Verriffelung kann sich schnell ändern. So gibt es keinen festen Zeitraum, in dem auf allen Schienenstrecken die Gleise um einen bestimmten Betrag verriffeln. Für jeden Ort gibt es eine individuelle Verriffelungskurve und damit eine ortsabhängige Charakterisierung der durch Verriffelung verursachten Verschlechterung der Grundwerte in Abhängigkeit von der Zeit. Wenn daher ein Grenzwert einer Verschlechterung des Grundwertes nicht überschritten werden darf, muß durch Messungen am Ort die zeitliche Änderung des Grundwertes bestimmt und berechnet werden.

### **Schleifzyklen für einen *durchschnittlich guten Schienenzustand (dgS)***

Ziel der *Schall 03* und in Folge damit auch der *16.BImSchV* ist es, Prognosewerte über Schallemissionen bei Zugvorbeifahrten zu berechnen. Voraussetzung für die Übertragbarkeit der Rechnung auf die reale Lärmsituation ist dabei ein „*durchschnittlich guter Schienenzustand*“. Dieser ist dadurch charakterisiert, daß der Stundenpegel bei der Vorbeifahrt eines Normzuges der Grenzwert von  $51 \text{ dB}(A)$  nicht überschreitet.

Für einen Schienenweg ist daher nach einem Neuschliff zu überwachen, wie sich der Grundwert ändert.

In *Bild 2* wird angegeben, wie für die in *Bild 1* dargestellte Kurve der Schleifzyklus bestimmt werden muß: Aus der Verriffelungskurve zeigt sich, daß der Grenzwert von  $51 \text{ dB}(A)$  bei der *Riffelzeit* 21 erreicht wird.

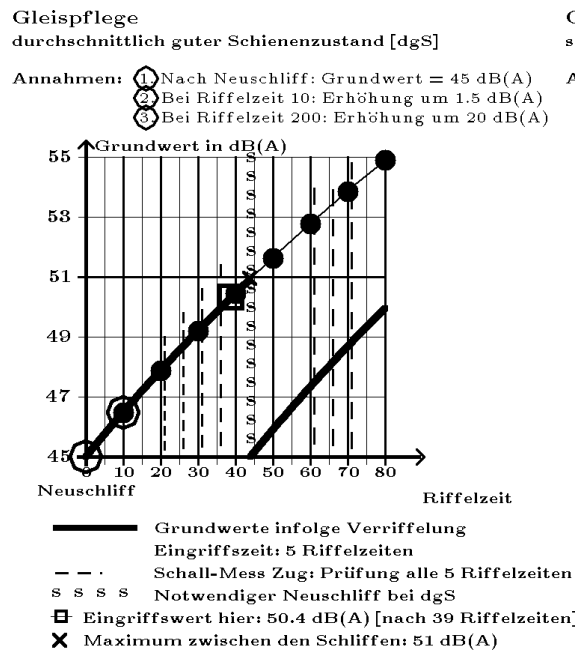
Hier wird angenommen wird, daß zwischen der Anforderung eines Schleifzuges und dem Eintreffen dieses Zuges eine weitere Verriffelung der Schienen um maximal *5 Riffelzeiten* stattfindet. Daher ist zum Erhalt eines *dgS* der Schleifzug zu bestellen, wenn der Grundwert den Wert von  $50.3 \text{ dB}(A)$  überschritten hat (bei *Riffelzeit* 16 in *Bild 2*).

### Schleifzyklen für ein schlecht gepflegtes Gleis (sgG) mit GPZ = 1 dB(A)

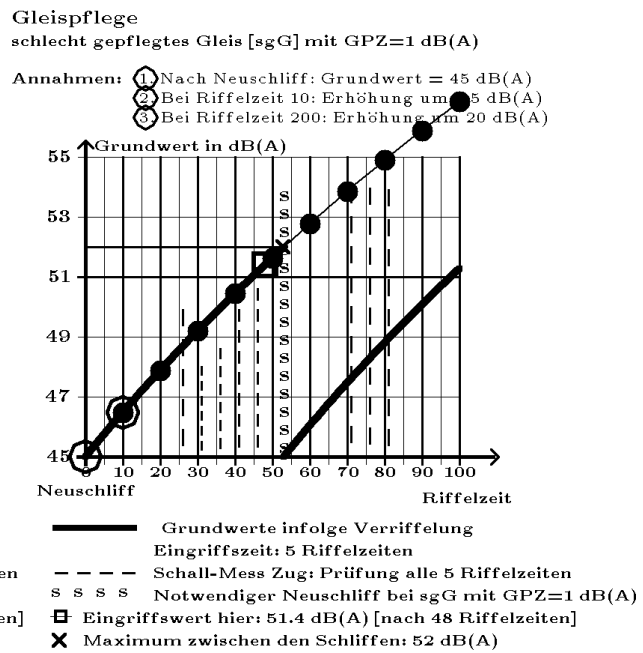
In den *Bildern 3* und *4* werden die Schleifzyklen zweier unterschiedlich gepflegter Gleise miteinander verglichen: In *Bild 3* wird der zum Erhalt eines „durchschnittlich guten Schienenzustands“ erforderliche Schleifrhythmus eingehalten, während in *Bild 4* erst geschliffen wird, wenn die Verriffelung bereits so weit fortgeschritten ist, daß der Grundwert 52 dB(A) beträgt.

Damit ist bei jeder Zugvorbeifahrt der Vorbeifahrpegel um 1 dB(A) höher als bei einem „durchschnittlich guten Schienenzustand“. Die gemessenen Pegel liegen damit alle um 1 dB(A) über den nach der 16. *BImSchV* berechneten Pegeln, d.h. die berechneten Pegel sind um 1 dB(A) zu erhöhen. Daher ist hier ein Gleispflegezuschlag (GPZ) in Höhe von 1 dB(A) anzusetzen.

Wenn erst dann geschliffen wird, wenn die Verriffelungskurve den Grundwert von 52 dB(A) erreicht hat, so ist dieser Schienenzustand nicht mehr als „durchschnittlich gut“ zu bezeichnen – es liegt ein „schlecht gepflegtes Gleis (sgG)“ mit GPZ=1 dB(A) vor.



*Bild 3: Zyklus der Schleiftermine für einen dgS bei Neuschliff auf 45 dB(A)*



*Bild 4: Zyklus der Schleiftermine für ein sgG mit GPZ=1 dB(A) bei Neuschliff auf 45 dB(A)*

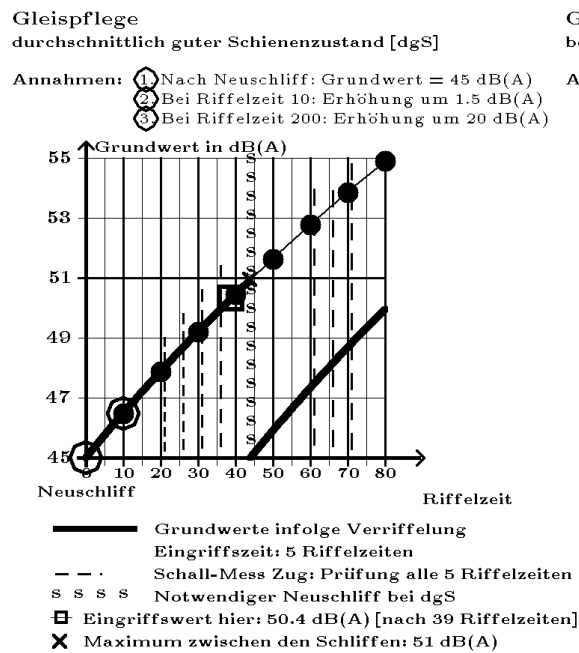
**Schleifzyklen für ein besonders überwachtetes Gleis (büG) mit GPA = 3 dB(A)**

Auch in den *Bildern 3* und *5* werden die Schleifzyklen zweier unterschiedlich gepflegter Gleise miteinander verglichen: In *Bild 3* wird wieder der zum Erhalt eines „durchschnittlich guten Schienenzustands“ erforderliche Schleifrhythmus eingehalten, während in *Bild 5* bereits geschliffen wird, wenn der Grundwert 48 dB(A) beträgt.

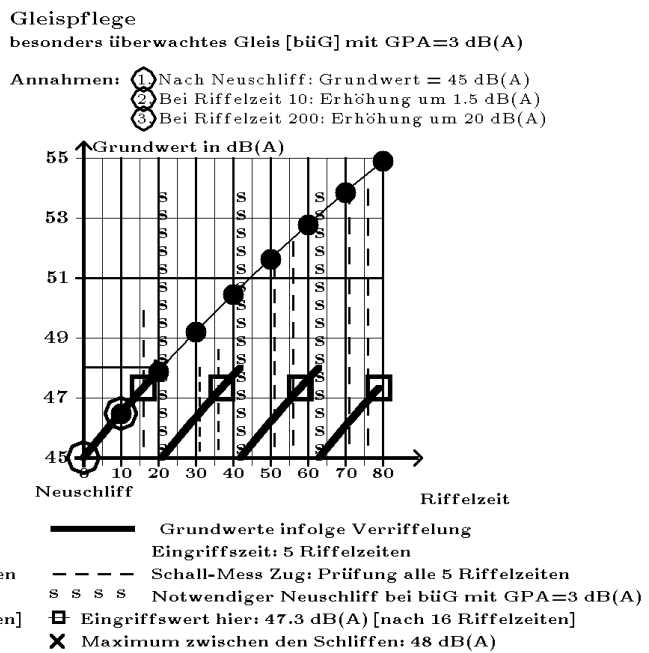
Damit ist bei jeder Zugvorbeifahrt der Vorbeifahrpegel um 3 dB(A) niedriger als bei einem „durchschnittlich guten Schienenzustand“. Die gemessenen Pegel liegen damit alle um 3 dB(A) unter den nach der 16. *BImSchV* berechneten Pegeln, d.h. die berechneten Pegel sind um 3 dB(A) zu erniedrigen. Daher ist hier ein Gleispflegeabschlag (GPA) in Höhe von 3 dB(A) anzusetzen.

Wenn geschliffen wird, wenn die Verriffelungskurve den Grundwert von 48 dB(A) erreicht hat, so ist dieser Schienenzustand als „besonders gepflegtes Gleis (büG)“ mit GPA=3 dB(A) zu bezeichnen.

In diesem Fall muß dann – bei der durch *Bild 1* gegebenen Verriffelungskurve – der Schleifzug nicht erst bei 50.3 dB(A) bestellt werden, sondern entsprechend früher (bei 47.3 dB(A)).



*Bild 3:* Zyklus der Schleiftermine für einen dgS bei Neuschliff auf 45 dB(A)

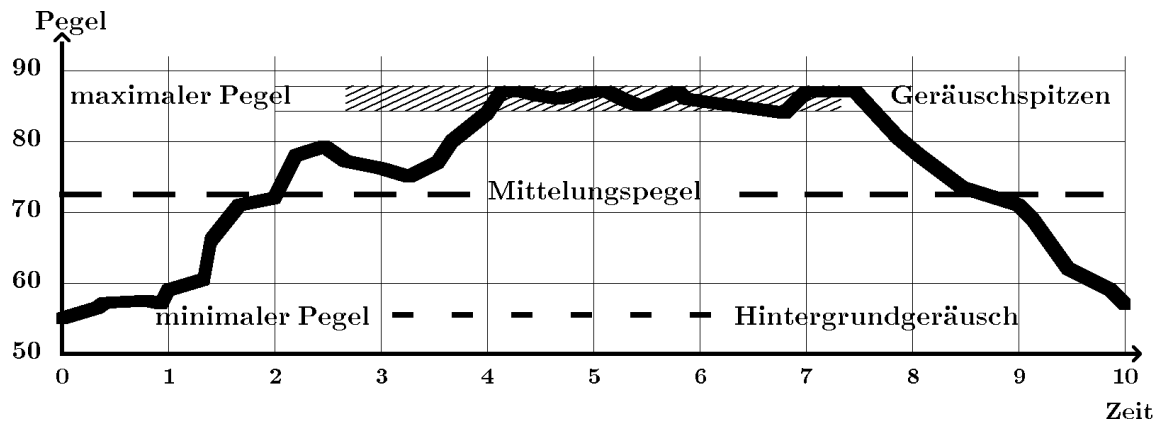


*Bild 5:* Zyklus der Schleiftermine für ein büG mit GPA=3 dB(A) bei Neuschliff auf 45 dB(A)

## Praxis der Gleispflege

### Maximalpegel

Schallpegel von Zugvorbeifahrten entwickeln sich im allgemeinen aus einem „Hintergrundgeräusch“ und wachsen dann zu „Geräuschspitzen“ an. Nach der Vorbeifahrt fällt der Lärm wieder auf das Hintergrundgeräusch zurück. Diese Charakteristik ist in *Bild 6* dargestellt.



*Bild 6: Pegelverlauf während einer Zugvorbeifahrt*

Dieser Verlauf des Schallpegels bei einer Zugvorbeifahrt läßt erkennen, daß nur der **maximale Pegel** (oder, ersatzweise, der in 1 % der Fälle überschrittene Pegel  $L_{AF1}$ ) eine Charakterisierung der Schallemissionen bezüglich des Schienenzustandes darstellt.

Der

#### **minimale Pegel**

ist bei einer solchen Vorbeifahrt das Hintergrundgeräusch (oder der in 95 % der Fälle überschrittene Pegel  $L_{AF95}$ ); dieses tritt jedoch auch unabhängig von einer Zugvorbeifahrt auf. Ein

#### **(arithmetischer oder energetischer) Mittelungs-Pegel**

liegt zwar zwischen dem Hintergrundgeräusch und dem maximalen Pegel, aber seine Größe läßt weder den minimalen noch den maximalen Pegel erkennen.

Daher beschreiben die Geräuschspitzen (oder maximalen Pegel) den jeweiligen Schienenzustand.

Jeder dieser Pegel stellt ein „Maß“ für die Beurteilung einer Zugvorbeifahrt dar und führt damit zu berechenbaren Konsequenzen:

- Lärmschutzmaßnahmen werden am geringsten, wenn der minimale Pegel gewählt wird („Da .. das Schleifen der Schienen mit hohen Kosten verbunden ist, ist es erforderlich, den Grenzwert für das Schienenschleifen so hoch wie möglich anzusetzen“ schreiben dazu Hölzl, Diehl und Beier in [5]).
- Die Belastung des menschlichen Gehörs wird durch den maximalen Pegel charakterisiert (siehe „Gesundheitsschutz“ in [2]).

## **Bundesverwaltungsgericht**

Es gibt aber „Verordnungsgeber“, die Geräuschspitzen nicht gesondert berücksichtigen, sondern nur Mittelwerte zur Beschreibung von Lärmsituationen zulassen. Dazu schreibt das Bundesverwaltungsgericht in [3] :

- **Unter diesen Umständen kann nicht festgestellt werden, daß der Verordnungsgeber mit dem von ihm gewählten Verfahren, ausschließlich auf die jeweiligen Mittelungspegel abzüglich eines Schienenbonus von 5 dB(A) abzustellen und Maximalpegel oder mittlere Maximalpegel nicht gesondert zu berücksichtigen, sein normatives Ermessen bei der Festsetzung von Immissionsgrenzwerten überschritten hat.**

Das Bundesverwaltungsgericht läßt daher zu, daß Mittelwerte als „Maß“ gewählt werden.

## **Prüfung der Prognosewerte der 16. BImSchV**

Im Folgenden wird gezeigt, wie leicht eine falsche Grenzbedingung zu falschen Beurteilungen einer Lärmsituation führen kann. Dazu wird beispielhaft vorgestellt, wie gepüft werden kann, ob die nach der 16.*BImSchV* berechneten Pegel auch für ICE-Züge gelten, die Geschwindigkeiten zwischen 280 und 300 *km/h* fahren.

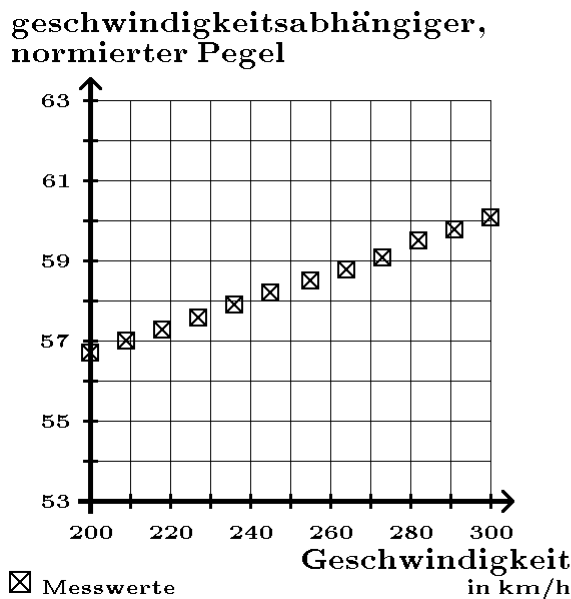
Es soll dazu die folgende Hypothese geprüft werden.

- **Die nach der 16.*BImSchV* berechneten Emissionswerte für ICE-Züge mit Geschwindigkeiten zwischen 280 und 300 *km/h* sind eine obere Grenze für die real gemessenen Emissionen.**

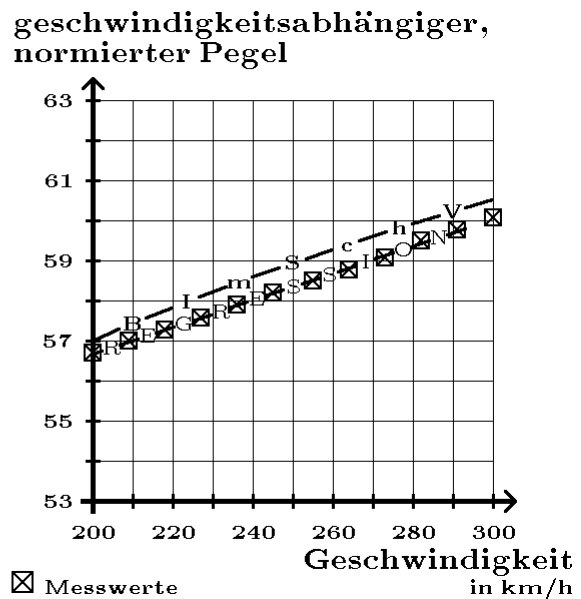
Es werden dazu zwei Beispiele angegeben: In jedem der Beispiele werden von 57 Zugvorbeifahrten jeweils der „geschwindigkeitsabhängige, normierte Pegel“ bestimmt. Diese werden dann mit den Grenzwerten aus der 16.*BImSchV* verglichen.

**Beispiel**

Die normierten Pegel des ersten Beispiels sind in *Bild 7* eingetragen.



☒ Messwerte



☒ Messwerte

*Bild 7: Beispiel geschwindigkeitsabhängiger Pegel*

*Bild 8: Bewertung von Bild 7 durch Regression / Mittelwert*

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Geschwindigkeit	200	209	218	227	236	245	255	264	273	282	291	300
Häufigkeit	4	4	4	6	4	6	4	7	4	3	4	7
Pegel (gemessen)	56.7	57.0	57.3	57.6	57.9	58.2	58.5	58.8	59.1	59.5	59.8	60.1
16.BImSchV	57.0	57.4	57.8	58.1	58.5	58.8	59.1	59.4	59.7	60.0	60.2	60.5
Differenz	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4

*Tabelle 1: Meßwerte zur Prüfung der Prognosewerte der 16.BImSchV Modell-Daten*

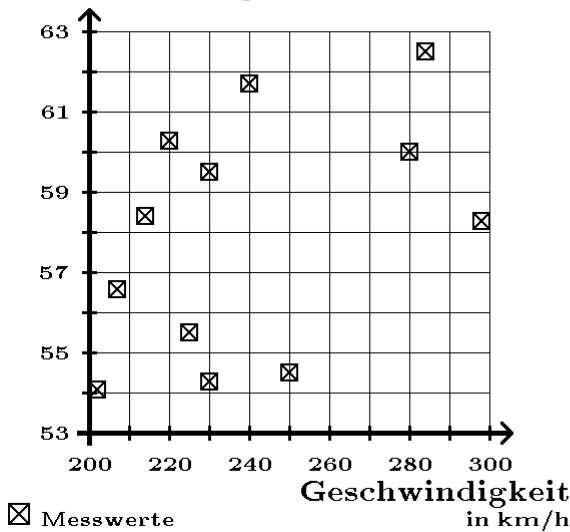
In *Bild 8* wurden die Grenzwerte der 16.BImSchV eingetragen. Zusätzlich wurde eine<sup>2</sup> Regressionsgerade aus den normierten Grundwerten aus *Bild 7* berechnet. Es zeigt sich, daß diese Regressionsgerade unterhalb der Grenzkurve der 16.BImSchV liegt. Im Sinne der juristischen Beurteilung durch das Bundesverwaltungsgericht (siehe oben) ist damit begründet, daß diese Meßwerte zulässig sind, d.h. daß ein „durchschnittlich guter Schienenzustand“ vorliegt.

<sup>2</sup> Es gibt stets zwei Regressionsgeraden – je nach Wahl der Achsen (die zweite Regressionsgerade schneidet aber die Kurve der 16.BImSchV). Ferner gibt es die Möglichkeit, die Zuverlässigkeit der Bildung einer Regressionsgeraden zu prüfen – darauf wurde vom Autor hier absichtlich verzichtet.

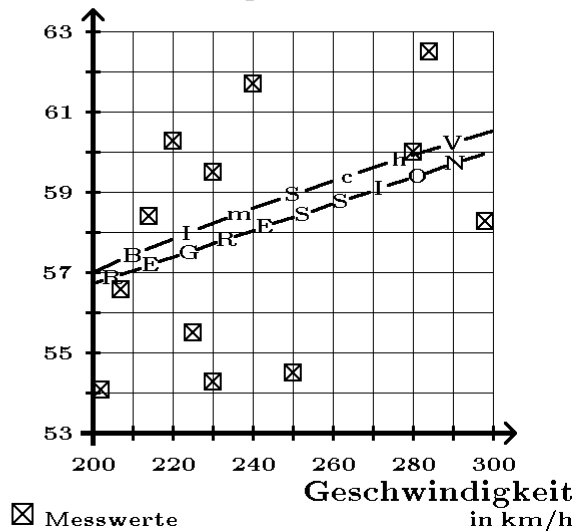
**Weiteres Beispiel**

Mit etwas mathematischer Phantasie läßt sich jedoch auch ein anderes Beispiel konstruieren, bei dem es nicht mehr „offensichtlich“ ist, daß hier ein „durchschnittlich guter Schienenzustand“ vorliegt: In Bild werden die in *Tabelle 2* enthaltenen Meßwerte vorgestellt. Auch hier liegt die Regressionsgerade unterhalb der Grenzkurve der 16.BImSchV. Aber die Regressionsgerade beschreibt die Mittelwerte, und es ist deutlich, daß der normierte Pegel im Falle der Nr. 8 (in *Tabelle 2*) um 3.1 dB(A) über dem nach der 16.BImSchV berechneten Pegel liegt<sup>3</sup>.

geschwindigkeitsabhängiger, normierter Pegel



geschwindigkeitsabhängiger, normierter Pegel



*Bild 9:* Beispiel geschwindigkeitsabhängiger Pegel

*Bild 10:* Bewertung von *Bild 9* durch Regression / Mittelwert

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Geschwindigkeit	202	207	214	220	225	230	230	240	250	280	284	298
Häufigkeit	4	4	4	6	4	6	4	7	4	3	4	7
Pegel (gemessen)	54.1	56.6	58.4	60.3	55.5	54.3	59.5	61.7	54.5	60.0	62.5	58.3
16.BimSchV	57.1	57.3	57.6	57.8	58.0	58.2	58.2	58.6	59.0	59.9	60.1	60.5
Differenz	-3.0	-0.7	+0.8	+2.5	-2.5	-3.9	+1.3	+3.1	-4.5	+0.1	+2.4	-2.2

*Tabelle 2:* Meßwerte zur Prüfung der Prognosewerte der 16.BimSchV  
Variierte Daten

Auch in *Bild 10* wurden die Grenzwerte der 16.BImSchV eingetragen und eine Regressionsgerade aus den normierten Grundwerten aus *Bild 9* berechnet. Es zeigt sich auch hier, daß diese Regressionsgerade unterhalb der Grenzkurve der 16.BImSchV liegt. Im Sinne der juristischen Beurteilung durch das Bundesverwaltungsgericht (siehe oben) ist damit auch für diese normierten Grundwerte bewiesen, daß ein „durchschnittlich guter Schienenzustand“ vorliegt.

<sup>3</sup> Die Überschreitung von 3.0 dB(A) gilt nach juristischer Auffassung als „wesentlich“.

### Vergleich der beiden Beispiele

Die eingangs aufgestellte Hypothese, daß die nach der 16 *BImSchV* berechneten Emissionswerte bei Geschwindigkeiten zwischen 280 und 300 *km/h* von ICE-Zügen eine obere Grenze bilden, ist im zweiten Beispiel für die 4 Züge der Nr. 11 nicht erfüllt. Damit ist die Hypothese falsch: Die Regressionsgerade beschreibt die Lärmsituation nicht. Da eine Regressionsgerade von den Mittelwerten gebildet wird, ist sie für Lärmbewertungen ungeeignet.

### Beurteilung des Schienenzustandes

Unter der Annahme, daß die nach der 16. *BImSchV* berechneten Pegel die obere Grenze darstellen, zeigt das Ergebnis des zweiten Beispiels, daß die Gleise schlecht gepflegt sind:

1. Wenn diese 57 Messungen an einem festen Ort vorgenommen wurden, kann auf Grund der zuvor zur Gleispflege dargestellten Betrachtungen das Gleis als „schlecht gepflegtes Gleis“ mit  $GPZ=3.1 \text{ dB}(A)$  eingestuft werden.
2. Wenn diese 57 Messungen an verschiedenen Messorten vorgenommen wurden, kann auf Grund der zuvor zur Gleispflege dargestellten Betrachtungen ein Vergleich nicht stattfinden: Es könnten unterschiedliche Schienenzustände vorliegen, wodurch die Messungen unterschiedlich bewertet würden.

### Prüfung der Einhaltung berechneter Grenzwerte

Für die verschiedenen Schienenzustände (*dgS*, *sgG* und *büG*) wurden im ersten Teil dieser Arbeit Grenzwerte für Grundwerte festgelegt:

Schienenzustand	(oberer) Grenzwert für Grundwerte	Gleispflege Zuschlag / Abschlag
Besonders überwachtes Gleis	48 <i>dB(A)</i>	GPA = 3 <i>dB(A)</i>
Besonders überwachtes Gleis	49 <i>dB(A)</i>	GPA = 2 <i>dB(A)</i>
Besonders überwachtes Gleis	50 <i>dB(A)</i>	GPA = 1 <i>dB(A)</i>
Durchschnittlich guter Schienenzustand	51 <i>dB(A)</i>	0
Schlecht gepflegtes Gleis	52 <i>dB(A)</i>	GPZ = 1 <i>dB(A)</i>
Schlecht gepflegtes Gleis	53 <i>dB(A)</i>	GPZ = 2 <i>dB(A)</i>
Schlecht gepflegtes Gleis	54 <i>dB(A)</i>	GPZ = 3 <i>dB(A)</i>

*Tabelle 3: Gleispflegezu- und -abschläge*

### Prüfung des Schienenzustandes

Der Schienenzustand wird durch die Schleifzyklen bestimmt. Dazu sind Messungen der Vorbeifahrpegel von aufeinanderfolgenden Zügen erforderlich, aus denen jeweils der Grundwert berechnet wird (siehe *Tabelle 3*).

- Wenn diese Grundwerte bei jeder Messung unterhalb des Grenzwertes von 51 *dB(A)* bleiben, so wird der Schienenzustand als „*durchschnittlich gut*“ bezeichnet. – In diesem Fall bleiben die gemessenen Pegel unter den nach der 16. *BImSchV* berechneten Pegeln.
- Wenn diese Grundwerte bei jeder Messung unterhalb des Grenzwertes von 54 *dB(A)* bleiben, so wird der Schienenzustand als „*schlecht gepflegtes Gleis*“ mit  $GPZ = 3 \text{ dB}(A)$  bezeichnet. – In diesem Fall überschreiten die gemessenen Pegel die nach der 16. *BImSchV* berechneten Pegel um 3 *dB(A)*.
- Wenn diese Grundwerte bei jeder Messung unterhalb des Grenzwertes von 48 *dB(A)* bleiben, so wird der Schienenzustand als „*besonders überwachtes Gleis*“ bezeichnet. – In

diesem Fall bleiben die gemessenen Pegel um 3 dB(A) unter den nach der 16.BImSchV berechneten Pegeln.

**Beispiel Barnstorf**

Aus einer zeitlich begrenzten Meßreihe kann nur dann der Schienenzustand bestimmt werden, wenn die Messung direkt vor einem Neuschliff stattfindet.

Wenn jedoch nicht bekannt ist, ob die Gleise direkt nach der Messung geschliffen werden, so kann der Schienenzustand nicht bestimmt werden.

Es liegen z.B. Meßwerte aus einer Untersuchung vor, die im Auftrag des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) am Ort Barnstorf am 25.3.1996 durchgeführt wurden (siehe [4]). Es ist nicht angegeben, ob die Gleise direkt nach der Messung geschliffen wurden. Daher werden in den folgenden Bildern verschiedene Schleifsituationen dargestellt, die jeweils einen anderen Schienenzustand beschreiben. Hier werden nur die in der *Tabelle 3* genannten Grundwerte von Güterzügen betrachtet.

Grundwert	43.5	44.9	45.1	45.3	45.5	45.8	45.9	46.6	46.9
Häufigkeit	1	1	1	2	1	1	3	2	1

Grundwert	47.3	47.4	47.5	47.8	48.1	48.2	48.3	48.5
Häufigkeit	1	1	1	1	1	2	1	1

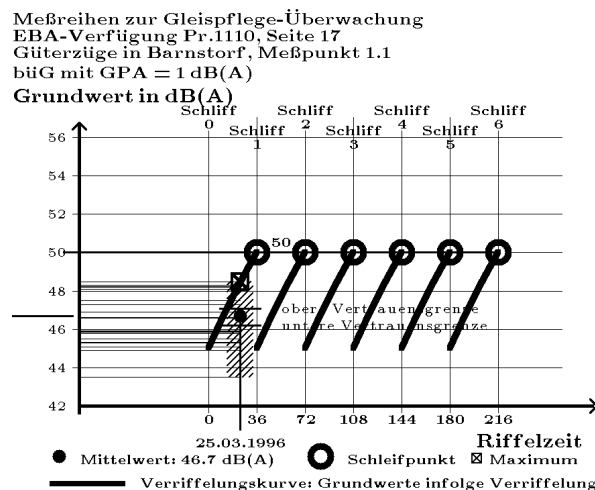
*Tabelle 4: Meßwerte von Güterzügen zur Prüfung des Schienenzustandes in Barnstorf*

**Besonders überwachtetes Gleis mit GPA = 3 dB(A)**

Der maximale Pegel beträgt 48.5 dB(A). Dieser Wert liegt über dem Schleifwert von 48 dB(A), bei dem ein „besonders überwachtetes Gleis“ mit Gleispflegeabschlag GPA von 3 dB(A) geschliffen werden müßte.

**Besonders überwachtetes Gleis mit GPA = 1 dB(A)**

Der maximale Pegel beträgt 48.5 dB(A). Bei diesem Wert ist noch kein Neuschliff erforderlich, sondern erst bei Riffelzeit 36. Wenn bei der Riffelzeit 36 geschliffen wird, kann der Schienenzustand als „besonders überwachtetes Gleis mit GPA = 1 dB(A)“ bezeichnet werden.



*Bild 11: Prüfung als „büG mit GPA = 1 dB(A)“ in Barnstorf*

### Durchschnittlich guter Schienenzustand

Der maximale Pegel beträgt  $48.5 \text{ dB(A)}$ . Bei diesem Wert ist noch kein Neuschliff erforderlich, d.h. es kann sein, daß in diesem Falle der Schienenzustand „*durchschnittlich gut*“ ist . Dann wäre es notwendig, spätestens bei der *Riffelzeit* 44 zu schleifen, wenn die Verriffelungskurve aus dem ersten Teil an diesem Ort Gültigkeit hat.

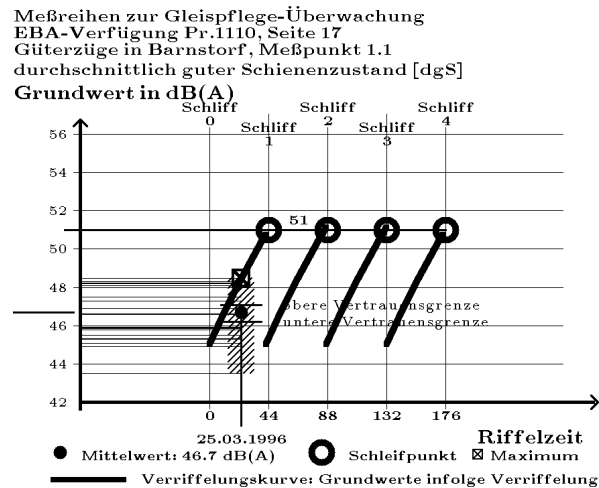


Bild 12: Prüfung als „*dgS*“ in Barnstorf

### Schlecht gepflegtes Gleis mit $GPZ = 3 \text{ dB(A)}$

Der maximale Pegel beträgt  $48.5 \text{ dB(A)}$ . Bei diesem Wert ist noch kein Neuschliff erforderlich, d.h. es kann sein, daß in diesem Falle der Schienenzustand als „*schlecht gepflegtes Gleis mit  $GPZ = 3 \text{ dB(A)}$* “ zu bezeichnen ist. Dann wäre es notwendig, spätestens bei der *Riffelzeit* 71 zu schleifen, wenn die Verriffelungskurve aus dem ersten Teil an diesem Ort Gültigkeit hat.

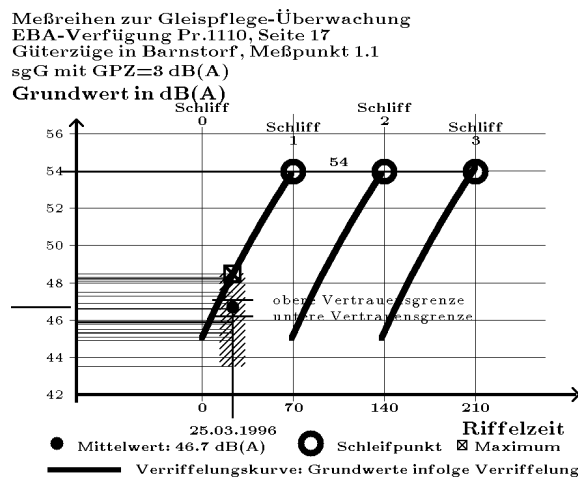


Bild 13: Prüfung als „sgG mit  $GPZ = 3 \text{ dB(A)}$ “ in Barnstorf

### Maximum der Grundwerte zwischen zwei Schleifterminen

Die 16. *BImSchV* enthält keinen Hinweis auf die Beschreibung eines „*durchschnittlich guten Schienenzustand*“<sup>4</sup>. Um zu kontrollieren, ob der Schienenzustand an einem Ort XY zwischen zwei Schleifterminen das Prädikat „*durchschnittlich gut*“ erhält (und damit als „*dgS*“ bezeichnet wird), wird hier daher angenommen, daß

**bei jeder Stichprobe zu einem beliebigen Zeitpunkt zwischen zwei Schleifterminen das Maximum der Grundwerte einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet.**

Dabei sind während der Stichprobe alle Zugvorbeifahrten (unabhängig von der Zugart) auszuwerten.

<sup>4</sup> „Einführung des Begriffs ‚Grundwert‘. ...Vorausgesetzt wird ferner ein durchschnittlich guter Schienenzustand“ (Schall 03, Ausgabe 1990, Beschreibung der Änderungen gegenüber der Fassung 1976).

## Ergebnis

Der Schienenzustand beeinflusst die Lärmbelastung bei Zugvorbeifahrten. Daher ist die Gleispflege auch für die Schallemission von Bedeutung. Es wird gezeigt, daß die Bestimmung von Grundwerten ein Kriterium für die Güte des Schienenzustandes ist: Bei jeder Zugvorbeifahrt muß der jeweilige Grundwert unterhalb von 51  $dB(A)$  sein – andernfalls ist das Gleis ungepflegt.

Für ein ungepflegtes Gleis werden die in Planfeststellungen vorausgerechneten Lärmbelastungen überschritten. Für die Einhaltung von gesetzten Grenzwerten zur Lärmbelastung ist daher die Überwachung des Grundwertes (und damit des Schienenzustandes) notwendig: So muß gewährleistet werden, daß bei jeder Zugvorbeifahrt der jeweilige Grundwert für ein *büG* mit  $GPA = 2 \text{ dB}(A)$  unter 49  $dB(A)$  liegt (siehe *Tabelle 2*).

Bei Lärm sind nur die maximalen Pegel (Geräuschspitzen) wirksam. Ein Mittelwert befindet sich zwischen dem Hintergrundgeräusch und den Geräuschspitzen, ohne von diesen abhängig zu sein.

## Literatur

- [1] 16. *BImSchV*: Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung) vom 12. Juni 1990.
- [2] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: *Gesundheitsschutz 4: Lärmwirkungen: Gehör, Gesundheit, Leistung*. Dortmund 1999.
- [3] Bundesverwaltungsgericht: Urteil vom 5.3.1997 (11 A 25.95). DVBl. 1.7.97, 833 f.
- [4] Anlage 1a zu: EBA-Verfügung Pr.1110 vom 16.03.1998: Lärmschutz: Pegelabschlag für das „Besonders überwachte Gleis“ („*BüG*“) gemäß Fußnote zur Tabelle C (Korrekturglied  $D_{Fb}$ ) der Anlage 2 zu § 3 der 16. *BImSchV*. Verfügung zum Lärmschutz an Schienenwegen – Vollzug der Fußnote der Tabelle a.a.O.
- [5] Hölzl, G., Diehl, R.J. und Beier, M.: *Anwendung der Rollgeräuschprognose zur Entwicklung eines Schienenschleifkriteriums*. DAGA 1998, Zürich.
- [6] Windelberg, D.: *Kann es ein „Besonders überwachtetes Gleis (BüG)“ geben?* Zwischenbericht zum Projekt „Untersuchung zur Gleispflege bezüglich einer Bonusregelung für besondere Pflege“. Erscheint in IMMISSIONSSCHUTZ Anfang 2000.

### **Anschrift des Verfassers:**

Dr. Dirk Windelberg  
AG Qualität im Fachbereich Mathematik der Universität Hannover  
Welfengarten 1  
30167 Hannover