



## Gutachten zur Lage des nächtlichen Schienenverkehrs am Mittelrhein Vorbeifahrpegel im Vergleich zu dem Schall 03-Beurteilungspegel Stand: 19. Dezember 2006

### Vorwort

Im Mittelrheintal gibt es seit mehr als 100 Jahren sowohl links- als auch rechtsrheinisch Schienenverkehr. Heute verläuft auf diesen Strecken nicht nur der örtliche Personen- und Güterverkehr, sondern auch der länderübergreifende Güterverkehr von Holland nach Italien und der EC-/IC-Zugverkehr.

Vor einigen Jahren wurde von Köln nach Frankfurt eine neue Strecke gebaut: Sie führt von Köln auf die rechte Rheinseite über Bad Honnef parallel zur Autobahn A3 über Montabaur und Limburg nach Frankfurt. Diese Strecke sollte für den ICE-Verkehr eine schnellere Verbindung zwischen Köln und Frankfurt bieten. Da diese Strecke (aus Kosten- und Umweltschutzgründen) Steigungen von bis zu 4% aufweist, wurden spezielle ICE-Züge konstruiert, die diese Steigung bei Geschwindigkeiten um 300 km/h bewältigen können.

Aus betriebstechnischen Überlegungen wurde zu dem damaligen Zeitpunkt eine Nutzung durch Standard-Güterzüge nicht in Erwägung gezogen.

Nun wurden die beidseitigen Schienentrassen für den Güterverkehr ausgebaut, denn Güter- und der verbleibende Personenverkehr fahren jeweils mit etwa gleichen Geschwindigkeiten.

An der Neubaustrecke gelten die **Immissionsgrenzwerte** nach der 16. BImSchV<sup>1)</sup>:

1. in reinen Wohngebieten nachts 49 dB(A)
2. in Mischgebieten nachts 54 dB(A)

An bestehenden Schienentrassen wird jedoch

- entweder **keine** Lärmschutzmaßnahme durchgeführt, weil die Strecke „Bestandsschutz“ genießt und keine „wesentliche Änderung“ eingetreten ist
- oder eine **freiwillige Lärmsanierung** durchgeführt, weil die Grenzwerte für Neubauten so niedrig angesetzt wurden, dass für bestehende Schienenwege das für Lärmschutzmaßnahmen angesetzte Geld nicht ausreichte.

Wenn vom Bund eine freiwillige Lärmsanierung durchgeführt wird, dann gelten nach der 24. BImSchV<sup>2)</sup> die folgenden Lärmgrenzwerte :

1. in reinen Wohngebieten nachts 60 dB(A)
2. in Mischgebieten nachts 62 dB(A)

d.h. es wird unter einer Eigenbeteiligung der Hauseigentümer in Höhe von 25% der Sanierungskosten so lange saniert, bis der Beurteilungspegel den o.g. Lärmgrenzwert erreicht.

In diesem Gutachten wird der nächtliche Güterverkehr (von 22 bis 6 Uhr) im Mittelrheintal bezüglich seiner Wirkung auf die Anlieger beschrieben.

<sup>1)</sup> Zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche ist bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der folgenden Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet

<sup>2)</sup> Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen besteht ausschließlich für „schutzwürdige Räume“, bei denen die Kriterien der 24. BImSchV erfüllt sind.

Grundlage für die Berechnung des Innenschallpegels sind die Beurteilungspegel für den Außenbereich, die für alle relevanten Hausseiten und Stockwerke zu ermitteln sind.

# 1 Emissionen

Nach der Schall03 wird der Beurteilungspegel für den nächtlichen Schienenverkehr als Mittelwert über Vorbeifahrten und Ruhe berechnet (und nicht gemessen!). Dazu werden unter anderem die Anzahl der Zugvorbeifahrten und die Entfernung des Hauses eines Anwohners als Parameter verwendet.

Hier wurde dazu angenommen, dass während einer Nacht insgesamt 110 Güterzüge durch das Mittelrheintal fahren<sup>3</sup>).

nächtlicher Schienen-Güterverkehr im Mittelrheintal			
Nr.	Bezeichnung	Wert	Schall 03-Wert
<b>Emissionen (Schall 03-Rechnung)</b>			
1.a	Einfluß der Fahrzeugart Güterzug		$D_{Fz} = 0.0$
1.b	Anteil $p$ der scheibengebremsten Wagen	$p = 0$	$D_D = 7.0$
1.c	Anzahl $n_z$ der während einer Stunde vorbeifahrenden Güterzüge typische Güterzüge haben die Länge also haben $n_z$ Züge die Länge	$n_z = 13.75$ $l_1 = 500 \text{ m}$ $n_z \cdot l_1 = 6875 \text{ m}$	$D_l = 18.4$
1.d	Güterzüge fahren durchschnittlich mit der Geschwindigkeit	$v = 100 \text{ km/h}$	$D_v = 0$
1.e	Diese 110 Güterzüge verursachen in $25 \text{ m}$ Entfernung den (gleisunabhängigen) Güterzugpegel $Z_{m,E}$ mit $Z_{m,E} := 51 + D_{Fz} + D_D + D_l + D_v$ also unter den oben angegebenen Schall 03-Werten		$Z_{m,E} = 76.4$

Bei dieser Schall 03-Berechnung des Stundenpegels wird jedoch nicht berücksichtigt:

## 1.1 Schienen- und Radzustand

### 1.1.1 realer Schienenzustand

Der (akustisch) „durchschnittlich gute“ Schienenzustand wird in der Schall 03 durch einen Grundwert von 51 beschrieben. Im Mittelrheintal ist dieser jedoch an vielen Stellen (akustisch) nicht „durchschnittlich gut“<sup>4</sup>), d.h. der reale Grundwert kann im Mittelrheintal um bis zu  $20 \text{ dB}(A)$  höher liegen.

### 1.1.2 Radraugigkeit der vorbeifahrenden Güterzüge

Zu Aufweckreaktionen führt auch die Radraugigkeit sowie Flachstellen. Wagenräder von Güterzügen insbesondere mit Graugußklotzbremsen werden nicht so intensiv geprüft und geschliffen wie Räder von ICE-Zügen. Bereits ein einzelnes Wagenrad kann sehr hohe (kurzzeitige) Emissionen liefern.

<sup>3</sup>) Es wurde durch Messung festgestellt, dass jeweils die auf der anderen Rheinseite direkt am Ufer fahrenden Güterzüge den gleichen Immissionspegel verursachen wie die auf der gleichen Seite fahrenden Güterzüge. (Auch das Bayrische Landesamt für Naturschutz (Herr Bohny) setzt bei Flüssen die für die Schallausbreitung relevante Flußbreite gleich Null.) Die Wasserfläche sowie die Berghänge auf beiden Seiten des Mittelrheintales bewirken diesen Effekt, der in diesem Gutachten berücksichtigt wurde.

<sup>4</sup>) Es befindet sich z.B. einen Schienenstoß vor dem Rhein Hotel in Bacharach, der seit 3 Jahren nicht beseitigt wird (Auskunft: Herr A. Stüber). Dieser Schienenstoß führt bei jedem darüberfahrenden Wagenrad zu einem lauten Schallimpuls, der jedoch so kurz ist, dass er den (gerechneten und auch gemessenen) Vorbeifahrpegel nicht erhöht, obwohl er nachts die Lästigkeit des Schienenverkehrs erhöht.

## 2 Pegel in 25 m Entfernung von der Gleismitte

Berücksichtigung der Bahnstrecke			
Nr.	Bezeichnung	Wert	Schall 03-Wert
2.a	Für ein Gleis, das auf Holz- oder Betonschwellen im Schotterbett verlegt wurde, wird der Einfluss der Fahrbahn durch $D_{Fb}$ beschrieben. bei einem „durchschnittlich guten“ Schienenzustand sollte gelten Infolge starker Abnutzung kann sich dieser Einfluss aber auf $D_{Fb} = 22$ erhöhen.		$D_{Fb} = 2.0$
2.b	Ferner nehmen wir an: Keine Brücken		$D_{Br} = 0$
2.c	keine Bahnübergänge		$D_{Bü} = 0$
2.d	Keine Kurven mit $r > 500 m$		$D_{Ra} = 0$

<b>Stundenpegel (in 25 m Entfernung und 3.5 m über dem Gleis)</b> Diese 110 Güterzüge verursachen in 25 m Entfernung von der Gleismitte und 3.5 m über der Schienenoberkante den <u>Stundenpegel</u> $S_{m,E} := Z_{m,E} + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bü} + D_{Ra}$ also hier mit $Z_{m,E} = 76.4 dB(A)$ (nach 1.e)			
2.e			$S_{m,E} = 78.4$

Vorbeifahrpegel (in 25 m Entfernung und 3.5 m über dem Gleis)			
2.f	Vorbeifahrzeit $t_v$ eines Güterzuges der Länge $l = 500 m$ und der Geschwindigkeit $v = 100 km/h$	$t_v = 3.6 \cdot \frac{l}{v}$	$t_v = 18 s$
Vorbeifahrpegel $p_v$ $n_z$ Güterzüge verursachen während einer Zeit von $n_z \cdot t_v$ einen Stundenpegel $S_{m,E} = 78.4 dB(A)$ , d.h. es muss gelten $10 \cdot \log_{10} \left( n_z \cdot \frac{t_v}{3600} \right) + p_v = S_{m,E}$ also hier			
2.g			$p_v = 90$

Dieser Pegel wurde in der obenstehenden Tabelle für einen Ort  $I$ , einem „Immissionsort“, der sich in 25 m Entfernung von  $E$  und in 3.5 m Höhe über der Schienenoberkante befindet, nach der Schall03 berechnet: theoretisch sollte dieser Pegel  $p_v = 90 dB(A)$  betragen. Bei einem „durchschnittlich guten Schienenzustand“ und bei gepflegten Güterwagenrädern gilt nach Meinung der Verfasser der Schall 03:  
Während der 18 Sekunden dauernden Vorbeifahrt eines Güterzuges beträgt der messbare Pegel  $90 dB(A)$ .

Wird daher während der Vorbeifahrt eines Zuges der „Vorbeifahrpegel“ gemessen, so ist dieser Pegel nur durch Umrechnung (und mit Kenntnis von Zugzahlen, Bremsbauart, Geschwindigkeit, Radzustand sämtlicher beteiligter Räder, Schienenzustand und Lage der Schienen) mit dem Stundenpegel zu vergleichen.

### 3 Ausbreitung zu einem Immissionsort

#### 3.1 Immissionsort 10 m vom Gleis, 2 m hoch

Da der Zug bereits vor (und auch nach) Erreichen des Ortes  $E$  zu hören ist und da sich der Immissionsort auch an einem anderen Ort als in 25 m Entfernung von der Gleismitte und 3.5 m über dem Gleis befinden kann, wird noch eine Ausbreitungsrechnung notwendig. Wir wählen hier als Immissionsort einen Ort, der sich 2 m über der Schienenoberkante und 10 m von dem nächstgelegenen Güterzuggleis<sup>5)</sup> entfernt befindet.

Beurteilungspegel			
Nr.	Bezeichnung	Wert	Schall 03-Wert
3.a	Pegeländerung $D_{s_{\perp}}$ durch unterschiedliche Abstände $s_{\perp}$ zwischen der Gleisachse von Gleis $G$ und dem Immissionsort bei langer, gerader Strecke $D_{s_{\perp}} := 15.8 - 10 \cdot \log_{10} [s_{\perp}] - 0.0142 \cdot s_{\perp}^{0.9}$ also hier	$s_{\perp} = 10 \text{ m}$	$D_{s_{\perp}} = 5.7$
3.b	Pegeländerung $D_{BM}$ durch Boden- und Meteorologie-dämpfung (nach Diagramm 9 der Schall 03): $D_{BM} := -4.8 \cdot e^{\left[-\left(\frac{h_m}{s_{\perp}} \cdot \left(8.5 + \frac{100}{s_{\perp}}\right)\right)^{1.3}\right]}$ wobei $h_m$ definiert ist als die mittlere Höhe der Verbindungslinie vom Emissionsort (Gleismitte) zum Immissionsort, gemessen über dem Gelände also hier mit $h_m = (0.6 + 2)/2 = 1.3$ und $s_{\perp} = 10$	-0.21	$D_{BM} = -0.2$
3.c	Pegeländerung durch Topographie		$D_{Korr} = 0$
3.d	Schienenbonus		$S = -5$
3.e	Für eine lange, gerade Strecke gilt für den Beurteilungspegel in 25 m Entfernung von der Gleismitte und 3.5 m über der Schienenoberkante $L_r := S_{m,E} + D_{s_{\perp}} + D_{BM} + D_{Korr} + S$ also hier mit $S_{m,E} = 78.4$ (nach 2.e)		$L_r = 79$

$L_r = 79 \text{ dB(A)}$  ist der nach der Schall 03 gerechnete Beurteilungspegel bei 110 Güterzügen, die (im Jahresmittel) während jeder Nacht durch das Mittelrheintal fahren, wenn sich der Immissionsort in 10 m Entfernung vom nächstgelegenen Gleis und in 2 m Höhe befindet.

Vorbeifahrpegel in 10 m Entfernung	
3.f	Gegenüber dem Vorbeifahrpegel $p_v = 90 \text{ dB(A)}$ für 25 m Entfernung wird hier für 10 m Entfernung die Pegeländerung $D_{s_{\perp}} = 5.7$ aus 3.a verwendet. Es ist $p_{v,10m} = p_v + D_{s_{\perp}}$ also hier $p_{v,10m} = 90 + 5.7$ $p_{v,10m} = 96$

$p_{v,10m} = 96 \text{ dB(A)}$  ist der nach der Schall 03 gerechnete Vorbeifahrpegel eines Güterzuges in 10 m Entfernung vom nächstgelegenen Gleis und in 2 m Höhe am Mittelrhein.

<sup>5)</sup> im Mittelrheintal bewirkt die örtliche Situation, dass auch Güterzüge auf der jeweils anderen Rheinseite den gleichen Schallpegel hervorrufen.

### 3.2 Immissionsort 250 m vom Gleis, 2 m hoch

Wir wählen hier als Immissionsort einen Ort, der sich auf der anderen Rheinseite 2 m über der Schienenoberkante und 250 m von dem Güterzuggleis entfernt befindet.

Beurteilungspegel			
Nr.	Bezeichnung	Wert	Schall 03-Wert
3.g	Pegeländerung $D_{s_{\perp}}$ durch unterschiedliche Abstände $s_{\perp}$ zwischen der Gleisachse von Gleis $G$ und dem Immissionsort bei langer, gerader Strecke $D_{s_{\perp}} := 15.8 - 10 \cdot \log_{10} [s_{\perp}] - 0.0142 \cdot s_{\perp}^{0.9}$ also hier	$s_{\perp} = 250 \text{ m}$	$D_{s_{\perp}} = -10.2$
3.h	Pegeländerung $D_{BM}$ durch Boden- und Meteorologie-dämpfung (nach Diagramm 9 der Schall03): $D_{BM} := -4.8 \cdot e^{\left[-\left(\frac{h_m}{s_{\perp}} \cdot \left(8.5 + \frac{100}{s_{\perp}}\right)\right)^{1.3}\right]}$ wobei $h_m$ definiert ist als die mittlere Höhe der Verbindungslinie vom Emissionsort (Gleismitte) zum Immissionsort, gemessen über dem Gelände also hier mit $h_m = 9.3$ und $s_{\perp} = 250$		$D_{BM} = -3.8$
3.i	Pegeländerung durch Topographie		$D_{Korr} = 0$
3.j	Schienenbonus		$S = -5$
Für eine lange, gerade Strecke gilt für den Beurteilungspegel in 25 m Entfernung von der Gleismitte und 3.5 m über der Schienenoberkante $L_r := S_{m,E} + D_{s_{\perp}} + D_{BM} + D_{Korr} + S$ also hier mit $S_{m,E} = 78.4$ (nach 2.e)			
3.k			$L_r = 59$

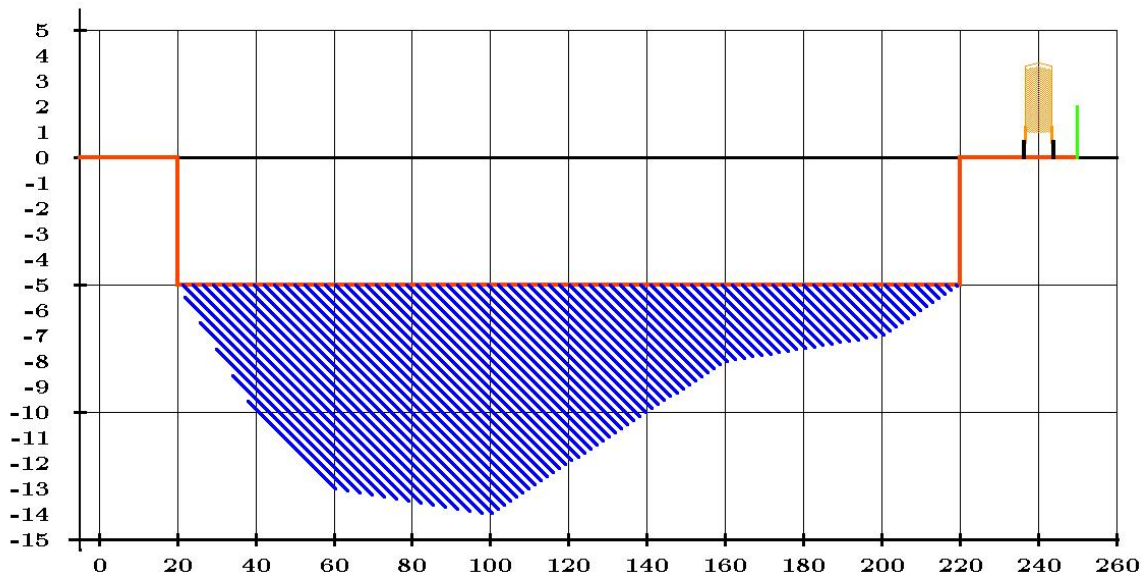
$L_r = 59 \text{ dB}(A)$  ist der nach der Schall03 gerechnete Beurteilungspegel bei 110 Güterzügen, die (im Jahresmittel) während jeder Nacht auf der anderen Rheinseite durch das Mittelrheintal fahren, wenn sich der Immissionsort in 250 m Entfernung vom Gleis und in 2 m Höhe<sup>a)</sup> befindet

<sup>a)</sup> wenn sich der Immissionsort am gleichen Ort in 5 m Höhe befinden würde, dann wäre  $L_r = 60 \text{ dB}(A)$ .

Vorbeifahrpegel in 250 m Entfernung	
Gegenüber dem Vorbeifahrpegel $p_v = 90 \text{ dB}(A)$ für 25 m Entfernung wird hier für 250 m Entfernung die Pegeländerung $D_{s_{\perp}} = -10.2$ aus 3.g verwendet. Es ist $p_{v,250 \text{ m}} = p_v + D_{s_{\perp}}$ also hier $p_{v,10 \text{ m}} = 90 - 10.2$	
3.l	$p_{v,250 \text{ m}} = 80$

$p_{v,250 \text{ m}} = 80 \text{ dB}(A)$  ist der nach der Schall03 gerechnete Vorbeifahrpegel eines Güterzuges in 250 m Entfernung vom auf der anderen Rheinseite gelegenen Gleis und in 2 m Höhe.

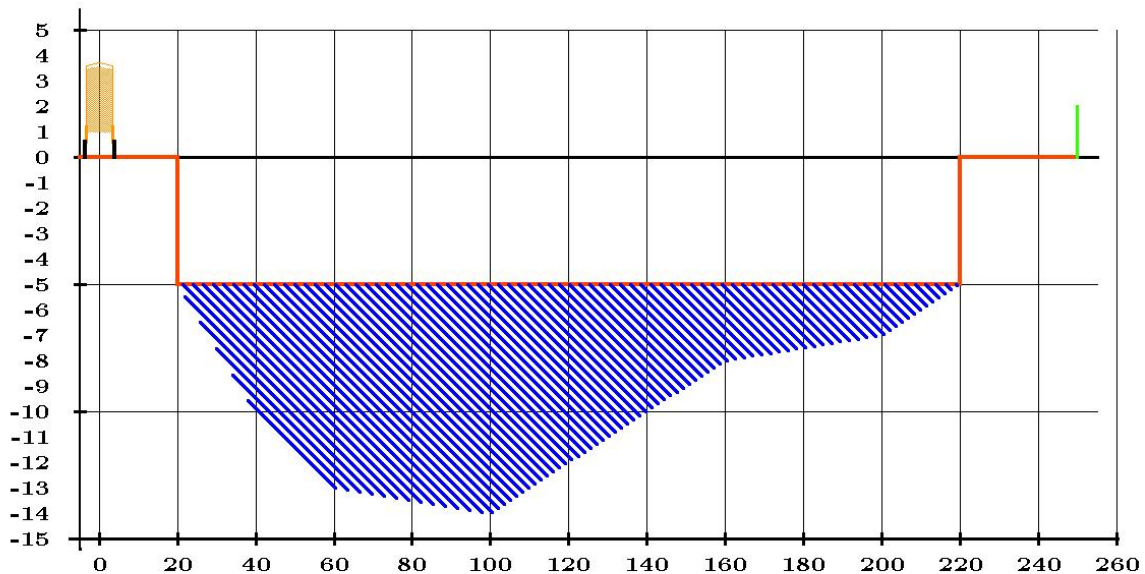
### Geometrie des Beispiels Mittelrhein



Abstand zwischen Bahn und Anlieger: 10 m

Höhe der Schiene über Boden: 0.6 m, Höhe des Menschen über Boden: 2,0 m

### Geometrie des Beispiels Mittelrhein



Abstand zwischen Bahn und Anlieger: 250 m

Höhe der Schiene über Boden: 0.6 m, Höhe des Menschen über Boden: 2,0 m

Wasser über Boden: -10 m

Abstand Bahn-Rhein: 20 m, Breite Rhein: 200 m, Abstand Rhein-Mensch 30 m

## 4 Beurteilungspegel und Vorbeifahrpegel

In der vorangehenden Berechnung wurde als Messort (Immissionsort) ein Punkt gewählt, der sich in 10 m Abstand von der nächstgelegenen Gleismitte und in 2 m Höhe über der Schienenoberfläche befindet - und für den kein Hindernis den direkten Blick zum Gleis verstellt.

- Der **Vorbeifahrpegel** kann am Immissionsort mit Hilfe eines Schallpegelmessgerätes und der Einstellung „A-Bewertung“ und „S (slow)“ während der Vorbeifahrt eines Güterzuges **gemessen** werden. Nach eigenen Messungen in Kamp-Bornhofen ergab sich bei Güterzuggeschwindigkeit von 100 km/h:

$$P_{Messung} = 100 \text{ dB}(A)$$

- Der **Beurteilungspegel** für den gleichen Immissionsort wird
  - B1 aus Tabellenwerten für den Vorbeifahrpegel eines „typischen“ Güterwagens,
  - B2 aus Annahmen über die Verriffelung von Güterwagenrädern,
  - B3 aus Annahmen für den Schienenzustand am Immissionsort (Grundwert 51),
  - B4 aus Annahmen für die „typische“ Länge eines Güterzuges (500 m),
  - B5 aus der Anzahl der im Mittel während eines ganzen Jahres nachts fahrenden Güterzüge
  - B6 aus der Länge der im Mittel während eines ganzen Jahres nachts anfallenden (Ruhe-)Pausen zwischen den Güterzugvorbeifahrten
  - B7 aus der Berücksichtigung der **um 5 dB(A) geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms gegenüber Straßenverkehrslärm**

**berechnet.**

Nach den vorangehenden Rechnungen ergibt sich bei einem Jahresmittel von 110 Güterzügen pro Nacht für den Beurteilungspegel

$$L_r = 79 \text{ dB}(A)$$

Für den Vorbeifahrpegel eines Güterzuges ergibt sich aus dieser Berechnung

$$P_{Rechnung} = 90 \text{ dB}(A)$$

Die gesetzlichen Grenzwerte beziehen sich auf den **Beurteilungspegel** vor dem Schlafzimmersfenster eines Anliegers, d.h. für Lärmschutzmaßnahmen wird angenommen <sup>6)</sup>, dass

**ein Güterzug mit (gerechneten) 90 dB(A) vorbeifährt**  
**- anstatt mit (gemessenen) 100 dB(A)**

und es wird - wegen der angeblich geringeren Störwirkung und der Ruhepausen zwischen den vorbeifahrenden Güterzügen - angenommen, dass

**der (gerechnete) Beurteilungspegel von 79 dB(A)**  
**den nächtlichen Güterverkehrslärm im Mittelrheintal angemessen beschreibt.**

Der Unterschied zwischen

- dem Beurteilungspegel, der durch die 16. BImSchV (bzw. die Schall03) berechnet wird, und
- dem Vorbeifahrpegel, der für Aufweckreaktionen verantwortlich ist,

beträgt daher

$$21 \text{ dB}(A)$$

---

<sup>6)</sup> falls das Schlafzimmerfenster des Anliegers sich in 10 m Entfernung von der nächstgelegenen Gleismitte und in 2 m Höhe über der Schienenoberkante befindet

## 5 Ausblick

An dem hier betrachteten Immissionsort in 10 m Abstand vom nächstgelegenen Gleis und in 2 m Höhe über der Schienenoberkante gilt:

- Den für reine Wohngebiete zulässigen Immissionsgrenzwert von 49 dB(A) überschreitet der berechnete Beurteilungspegel von 79 dB(A) um genau 30 dB(A); für Mischgebiete beträgt die Überschreitung 25 dB(A).
- Da der Beurteilungspegel den nächtlichen Güterzuglärm nicht angemessen repräsentiert, ist der zulässige Immissionsgrenzwert mit dem gemessenen Vorbeifahrpegel (in Höhe von 100 dB(A)) zu vergleichen:  
Dann beträgt die Überschreitung im reinen Wohngebiet 51 dB(A) (und im Mischgebiet 46 dB(A)).

Bei einer Reduzierung dieser Überschreitungen durch aktiven Lärmschutz (z.B. Lärmschutzwände mit einer Wirkung von durchschnittlich 10 dB(A)) oder durch passiven Lärmschutz wäre hinter geschlossenen Fenstern an weiter von den Schienen entfernt befindlichen Häusern eine merkliche Besserung erreichbar, für die direkt an den Schienenwegen stehenden Häuser wäre der Aufwand für eine merkliche Reduzierung unverhältnismässig hoch.

Diese Überschreitungen sind so hoch, dass es notwendig ist, eine Vielzahl von Lärmsanierungsmaßnahmen auf ihre Eignung in diesem speziellen Fall zu untersuchen.

### a) **akustische Pflege der Schienen und der Güterwagenräder**

Infolge

- (a) der Tallage,
- (b) der Position der Gleise direkt am Rhein,
- (c) keiner Dämpfung durch Bodeneinfluss bei der Wasserfläche des Rheins (obwohl die Schall03 von 1990 eine Dämpfung von etwa 5 dB(A) annimmt)

führt eine besondere Pflege der Schienen und Räder nicht zu einer merklichen Verringerung der Lärmbelastung.

### b) **Halbierung der Geschwindigkeit**

Aus diesem Gutachten wird deutlich, dass durch Verringerung der Fahrtgeschwindigkeit<sup>7)</sup> die Lästigkeit des nächtlichen Schienen-Güterverkehrs nicht wesentlich geringer wird.

### c) **Nachtfahrverbot**

Durch ein totales Nachtfahrverbot für durchgehende Güterzüge (wie das Nachtflugverbot auf einigen Flughäfen Deutschlands) würden die Grenzwerte für die Beurteilungspegel nicht überschritten und es käme nicht zu Aufweckreaktionen durch besonders laute Güterwagen.

### d) **Tunnel oder eigene Trasse außerhalb des Rheintales**

Da die durchgehenden Güterzüge zu einer wesentlichen Lärmbelastung im Mittelrheintal führen, bleibt die Tunnel- oder Trassen-Lösung (neben dem Nachtfahrverbot) die einzige Möglichkeit, um nicht nur die Grenzwerte einzuhalten, sondern auch Aufweckreaktionen durch besonders laute Güterwagen zu vermeiden.

---

<sup>7)</sup> Bei Halbierung der Fahrtgeschwindigkeit reduziert sich der Stundenpegel um 6 dB(A)