

## Lärmschutz

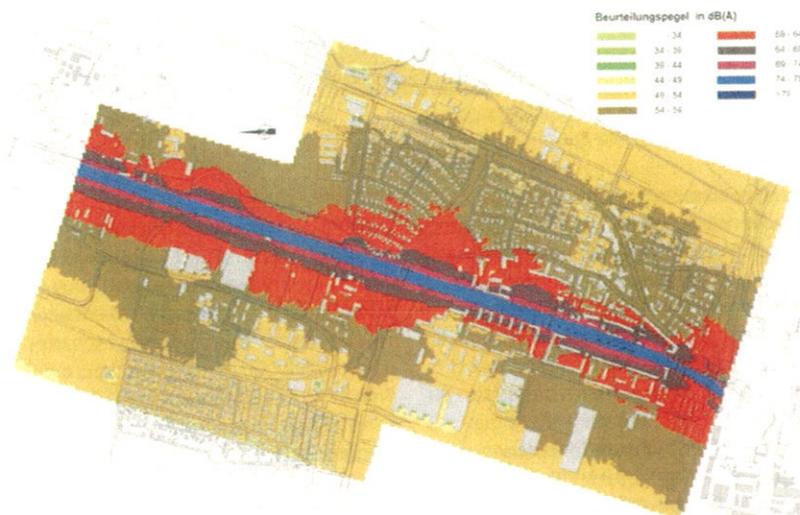
### Möglichkeiten und Grenzen in der Verkehrsplanung

von Ulrich Möhler und Martin Reichert

Steigendes Verkehrsaufkommen auf Straßen und Schienenwegen bedingt Ausbaumaßnahmen zur Kapazitätserweiterung der Verkehrswege. Die erforderlichen aktiven Schallschutzmaßnahmen erreichen jedoch an hoch belasteten Verkehrswegen zunehmend das Maß des Zumutbaren oder technisch Realisierbaren.

#### Zur Situation

Der Schutz der Bevölkerung gegenüber Verkehrslärm wird durch die Gesetzgebung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) geregelt. Immer wieder werden eine Verschärfung vorhandener Grenzwerte und eine Ausweitung der Regelungen zum Lärmschutz gefordert. Gleichzeitig aber steigt das Verkehrsaufkommen auf Straßen- und Schienenwegen kontinuierlich an. Aktuelle Verkehrsprognosen weisen für 2020 z. B. auf Autobahnen im Münchner Norden fast 200.000 Kfz/24 h aus. Auch der Bau von Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecken für den Personenverkehr und der Ausbau des Personennahverkehrs führen zu einer Verlagerung der Güterzüge auf bestehende Eisenbahnstrecken. Eine Erweiterung der Verkehrskapazitäten bedingt Ausbaumaßnahmen dieser Verkehrswege, die in der Regel einen Anspruch auf Schallschutz auslösen. An bestehenden Verkehrswegen wird durch Lärmsanierungsmaßnahmen versucht, die Lärmbelastung zu reduzieren. An hoch belasteten Verkehrswegen erreicht der aktive Schallschutz zunehmend einen Umfang, der aus Sicht der Anlieger und der Verkehrsteilnehmer das Maß des Zumutbaren oder technisch noch sinnvoll Realisierbaren übersteigt. Mit über 10 m hohen Schallschutzwänden wird die Grenze des aktiven Lärmschutzes in Bezug auf die örtliche Situation, das Stadtbild und die bautechnischen Möglichkeiten erreicht. Anhand von Beispielen an Autobahnen im Großraum München und der Bahnstrecke München–Ingolstadt wird aufgezeigt und diskutiert, welche Auswirkungen die Anforderungen des gesetzlichen Lärmschutzes einerseits und die hohe Verkehrsbelastung andererseits auf den Umfang der aktiven Schallschutzmaß-



1 Beurteilungspegelkarte Nacht, Prognose 2015 ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahmen, Berechnungshöhe: 6 m über Gelände

nahmen haben und wie sich diese auf ihr Umfeld auswirken.

#### Beispiel 1:

##### A-9-Ausbau im Münchner Norden

##### Ausgangssituation:

Im Auftrag der Autobahndirektion Südbayern wurde Möhler+ Partner im Jahr 2000 mit der Erarbeitung eines Schallschutzkonzeptes für den sechsstreifigen Ausbau der A9 zwischen dem AK München-Nord und der A5 München-Frankfurter Ring beauftragt. Der Teilabschnitt der Autobahn führt, vorbei an der neuen Fußballarena, größtenteils durch dicht bebaute Wohngebiete mit Ein- und Mehrfamilienhäusern auf der Ost- sowie bis zu 12-geschossigen Hochhäusern auf der Westseite der Autobahn. Die Bebauung reicht im Osten bis unmittelbar an die Autobahn heran, im Westen verläuft zwischen Autobahn und Wohnbebauung zusätzlich eine oberirdische U-Bahnlinie. Bei einem prognostizierten Verkehrsaufkommen von über 130.000 Kfz/24 h und einem Lkw-Anteil von tagsüber 8 % und nachts 10 % berechnen sich an der nächstgelegenen Bebauung östlich der Autobahn ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahmen Beurteilungspegel von bis zu 79/73 dB(A) tags/nachts in den ebenerdigen Freiräumen der Wohnbebauung, ca. 50 m westlich der Autobahn bis zu 69 dB(A) am Tag. Erst in einem Abstand

von rund 400 m parallel der A9 wird der Tagesgrenzwert der 16. Bundesimmissionsschutzverordnung BImSchV für Wohngebiete von 59 dB(A), allein bezogen auf die Verkehrsgeräusche der Autobahn, d. h. ohne Berücksichtigung der dort zusätzlich vorhandenen Hauptverkehrsstraßen, eingehalten. Einen Überblick über die Schallimmissionssituation im Beurteilungszeitraum Nacht (22–6 Uhr) zeigt Abb. 1.

##### Erstes Schallschutzkonzept:

Bereits zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 2000 zeigte sich, dass sich mit seitlichen Schallschutzwandhöhen bis zu 6 m über Fahrbahnoberkante zwar deutliche Pegelminderungen erzielen lassen, jedoch nicht in allen ebenerdigen Freiräumen und den Erdgeschossen der angrenzenden Wohngebiete die maßgebenden Grenzwerte der Verkehrslärm-schutzverordnung (16. BImSchV) eingehalten werden würden. Erhebliche Kosten für Entschädigungszahlungen der verbleibenden Lärmbelastungen im Außenbereich wären die Folge gewesen. Der maßgebende Nachtgrenzwert wäre außerdem in einem Bereich bis zu ca. 600 m parallel der A9 überschritten worden, was zusätzlich einen umfangreichen Anspruch auf passive Schallschutzmaßnahmen nach 24. BImSchV mit entsprechenden Kosten bedeutet hätte.



2 Schallschutzwände im Bereich Anschlussstelle München-Freimann

### Varianteuntersuchung:

Ziel der Varianteuntersuchung war es, ein Schallschutzkonzept zu entwickeln, das einerseits mindestens das Einhalten des maßgebenden Tagesgrenzwertes der 16. BImSchV in Freiräumen und Erdgeschoss ermöglicht, andererseits die Anzahl der verbleibenden Grenzwertüberschreitungen in der Nacht auf ein Minimum reduziert, ohne dass dabei der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz des Bundesimmissionschutzgesetzes außer Acht gelassen wird. Es wurden folgende Varianten weiterverfolgt:

- Kombination seitlicher, bis zu 6 m hoher Wände mit einer 7 m hohen Mittelwand,
- Einsatz eines lärmarmen Fahrbahnbelags,
- »kurze« Einhausung mit ca. 750 m Länge,
- »lange« Einhausung mit ca. 1,25 km Länge,
- Erhöhung der seitlichen Wände auf bis zu 9 m Höhe.

### Abwägung:

Der Einsatz einer Mittelwand war trotz einer erheblichen Verbesserung der Schallimmissionssituation aufgrund des mittig in der Autobahnachse verlaufenden Hauptabwassersammelkanals zum Münchner Klarwerk Großlappen nicht wirtschaftlich realisierbar.

Der Einsatz des lärmarmen Fahrbahnbelags wäre zwar aus akustischer Sicht wirkungsvoll gewesen, war jedoch zum damaligen Zeitpunkt (2001) bautechnisch umstritten und von der Vorschriftentlage des BMVBW nicht umsetzbar. Eine »kurze« Einhausung führt im Vergleich zur Lösung mit seitlichen, bis zu 6 m hohen Schallschutzwänden zu deutlich höheren Baukosten, aber aufgrund des seitlichen Schalleinfalls sinkt die Zahl der Gebäude mit Anspruch auf passiven Schallschutz nur wenig.

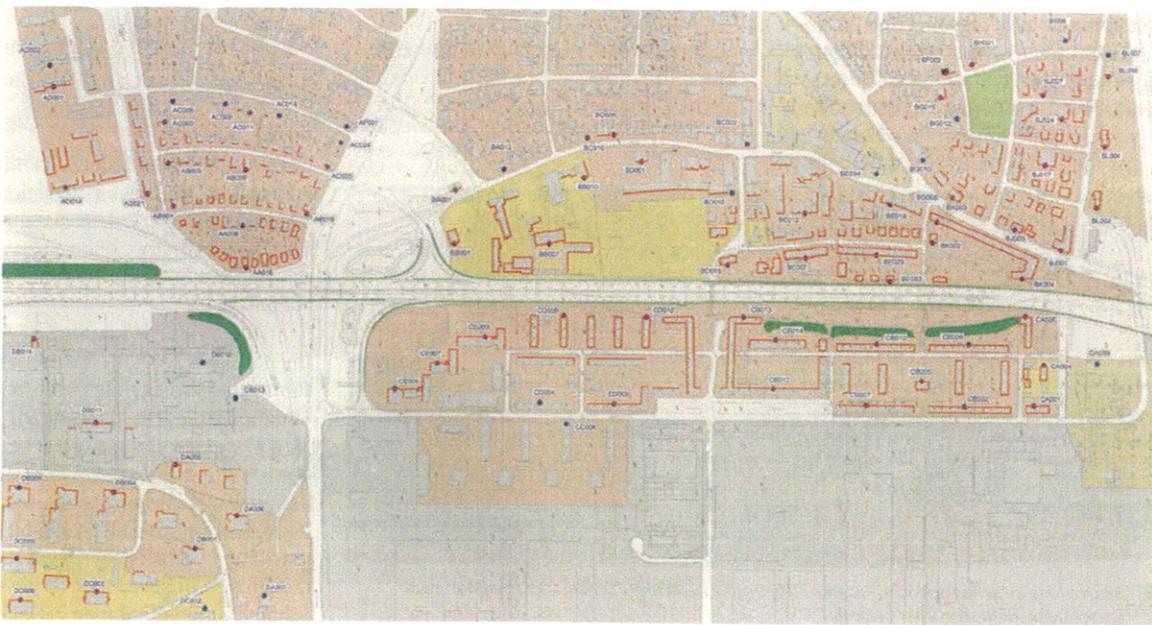
Eine »lange« Einhausung stellt zwar eine wirkungsvolle Schallschutzmaßnahme dar, in ihrer Wirkung mit 6 m hohen seitlichen und einer 7 m hohen Mittelwand vergleichbar, jedoch stehen die hohen Baukosten für das 1,25 km lange Bauwerk in keinem Verhältnis zum erreichten Schutzzweck, dem Einhalten der Lärmvorsorgengrenzwerte.

**Realisierte Schallschutzmaßnahme:** Mit dem Verzicht auf die Mittelwand und die Einhausungslösungen aufgrund der extremen Baukosten sowie gründlicher Abwägung und Diskussion der Schallschutzkonzepte ergaben neue Immissionsberechnungen eine erforderliche Schallschutzwandhöhe bis zu 10 m über

Fahrbahnoberkante. Durch den Einsatz einer gekropften Schallschutzwand konnte die Höhe der Wand bei gleicher schalltechnischer Wirkung um 1 m reduziert werden. Die Abmilderung der räumlichen Trennwirkung war Aufgabe des architektonischen Entwurfs. Zum Einsatz kamen danach aufgesetzte, 6 m hohe Schalen auf einem senkrechten, 3 m hohen Schallschutzwandelement mit einzelnen transparenten Abschnitten.

Besonderes Augenmerk galt zusätzlich dem Schallschutz im Bereich der Anschlussstelle München-Freimann. Um ausreichende Überlappungslängen zu erzielen, die ein Eindringen des Verkehrslärms in die dahinter liegenden Wohngebiete wirkungsvoll verhindern, wurden neben den gekrümmten Schalen auch senkrechte Lärmschutzwände mit Rankhilfen eingesetzt (Abb. 2).

Mit den vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen können die Lärmvorsorgengrenzwerte der 16. BImSchV an den meisten Gebäuden tagsüber unterschritten bzw. eingehalten werden, bei erzielbaren Pegelminderungen bis zu 18 dB(A) im Erdgeschoss bzw. bis zu 7 dB(A) in den Obergeschossen. Verbleibende Lärmbeeinträchtigungen am Tag an etwa 70 Wohneinheiten, insbesondere in den Hochhäusern, wurden finanziell entschädigt. Von Überschreitungen der Nachtgrenzwerte waren dennoch etwa 1.700 Wohneinheiten betroffen. Hier wurden ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen nach Vorgabe der 24. BImSchV umgesetzt (Abb. 3).



3 Lageplan mit Kennzeichnung des zusätzlichen Anspruchs auf passiven Schallschutz



5 Darstellung der auftretenden Verschattung für den 17. Januar, 15 Uhr

**Beispiel 2:**  
**Ausbau des A-9-Abschnitts Garching**  
**Ausgangssituation:**  
 Die Stadt Garching liegt unmittelbar östlich der bereits heute von bis zu 150.000 Kfz/24 h befahrenen, sechsstreifigen A9. Zum Schutz der Wohnbebauung Garchings wurden in früheren Jahren bereits 5–9 m hohe Wälle bzw. Wall-Wand-Kombinationen errichtet. Die Beurteilungspegel überschreiten trotz der vorhandenen Schallschutzmaßnahmen bereits heute sowohl am Tage (im Nahbereich der Autobahn) als auch in der Nacht fast flächendeckend die maßgebenden Lärmvorsorgengrenzwerte der 16. BImSchV. Abb. 4 verdeutlicht die Schallimmissionssituation von Garching im Beurteilungszeitraum Nacht.  
 Die Verkehrsprognosen weisen für diesen Abschnitt eine weitere Verkehrszunahme auf rund 190.000 Kfz/24 h bei einem Lkw-Anteil von ca. 12 % tagsüber und 25 % in der Nacht aus. Im Rahmen des achtstreifigen Ausbaus des Streckenabschnittes wurde Möhler + Partner im Jahr 2002 mit

der Erarbeitung eines Schallschutzkonzeptes für das Stadtgebiet von Garching beauftragt.

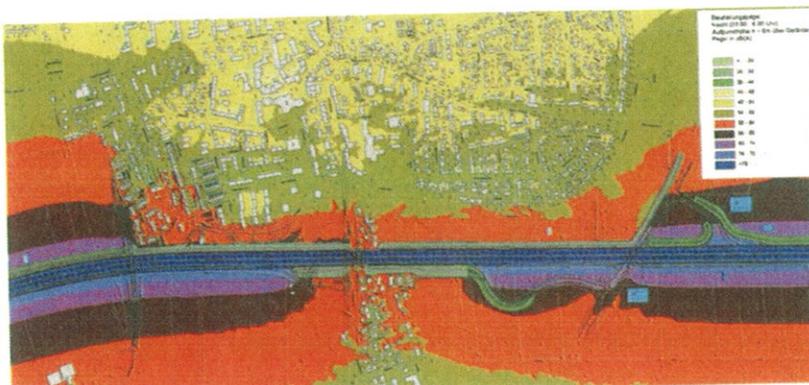
**Erstes Schallschutzkonzept:**  
 Zu Beginn der Planungen war der Einsatz eines lärmarmen Fahrbelags ähnlich wie zuvor beim sechsstreifigen Ausbau südlich des AK München-Nord noch nicht realisierbar. Um aber zumindestens den Tagesgrenzwert der 16. BImSchV für Wohngebiete (59 dB(A)) in den ebenerdigen Freiräumen und den Erdgeschoss einhalten zu können, wäre es erforderlich geworden, die vorhandenen seitlichen Wände und Wall-Wand-Kombinationen auf 12–14 m über Fahrbohnoberkante zu erhöhen sowie diese in nördlicher und südlicher Richtung mit Höhen von mindestens 6 m über Fahrbohnoberkante zu verlängern.

**Variantenuntersuchung:**  
 In Kenntnis der erforderlichen Höhen der Abschirmeinrichtungen, der bautechnischen Probleme, insbesondere bei der

Erhöhung der vorhandenen Wall-Wand-Kombinationen und der räumlichen Enge zwischen Autobahn und angrenzender Bebauung, stimmte die Autobahndirektion im Weiteren doch dem Einsatz eines lärmarmen Fahrbelags zu. Aufgrund einer zusätzlichen Pegelminderung von 3 dB(A) gegenüber dem ursprünglich vorgesehenen Splitt-Mastix-Asphalt war es nun möglich, bei gleicher Abschirmwirkung die Höhe der seitlichen Wände und Wall-Wand-Kombinationen auf maximal 11 m über Fahrbohnoberkante zu beschränken. Abb. 5 zeigt die Bedeutung der Verschattungsuntersuchungen in Anbetracht der Wall-Wand-Höhen bis zu 11 m. Im Zuge der Optimierung dieses Schallschutzkonzeptes wurden darüber hinaus folgende zusätzliche Möglichkeiten in Erwägung gezogen und auf ihren schalltechnischen Nutzen hin untersucht:

- Einsatz seitlicher, einkragender Schallschutzwände,
- Mittelwand mit bis zu 7 m Höhe,
- Einhausung mit ca. 2,27 km Länge.

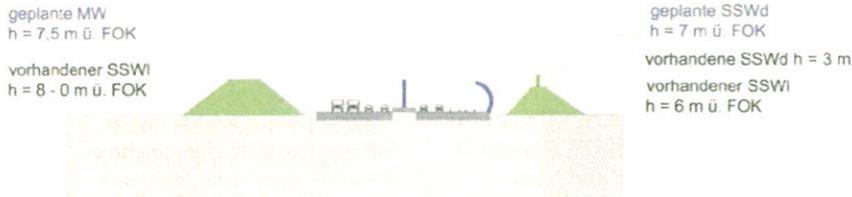
**Abwägung:**  
 Der Einsatz einkragender Schallschutzwände führt im direkten Vergleich zu senkrechten Wänden im betrachteten Abschnitt zu Pegelminderungen von nur rund 0,5 dB(A) und wurde daher aufgrund der um ein Vielfaches höheren Herstellungskosten verworfen.  
 Der Bau einer 7 m hohen Mittelwand führt in der vorliegenden örtlichen Situation zu Pegelminderungen bis zu 1 dB(A) und somit nur zu einer geringen Verbesserung der Schallimmissionssituation in Garching. Die Baukosten für die Mittelwand, die hier 4,8 Mio. € betragen hätten, rechtfertigen die vernachlässigbaren Einsparungen an passiven Schallschutzmaßnahmen in Höhe von



4 Beurteilungspegelkarte Nacht, Prognose 2020 ohne zusätzliche Schallschutzmaßnahmen, Berechnungshöhe: 6 m über Gelände



km 520+525 - km 520+760



ca. 90.000 € nicht. Abb. 7 verdeutlicht die geringe zusätzliche Abschirmwirkung der Mittelwand, die sich im Stadtgebiet von Garching nur punktuell auf wenige autobahnahe Hochhäuser auswirkt, jedoch nicht auf die Masse der Ein- und Mehrfamilienhäuser. Eine von der Stadt Garching im Planfeststellungsverfahren favorisierte Einhausung des Autobahnteilabschnittes wurde auf Baukosten in Höhe von rund 170 Mio. € geschätzt. Das übersteigt sogar die (fiktiven) Kosten für ausschließlich passive Schallschutzmaßnahmen nahezu im gesamten Stadtgebiet um mehr als das 30-Fache. Die Einhausungslösung stellte somit keine wirtschaftlich vertretbare und verhältnismäßige Schallschutzmaßnahme im Sinne des BImSchG dar.

Realisierte Schallschutzmaßnahme: Neben der Erhöhung der seitlichen Wände sowie Wall-Wand-Kombinationen auf bis zu 11 m Höhe und der Verlängerung der Wälle wurde als lärmärmerer Fahrbahnbelag ein offenerporiger Asphalt der 2. Generation, der so genannte ZOPA, eingebaut. Dieser Fahrbahnbelag zeichnet sich durch seine gegenüber dem herkömmlichen lärmarmen Fahrbahnbelag verbesserten pegelmindernden Eigenschaften aus, die in den schalltechnischen Untersuchungen aufgrund der Verordnungslage bislang keinen Eingang finden, jedoch für die Anwohner zu deutlich hörbaren Pegelminderungen führen. Mit den vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen können die Grenzwerte der 16. BImSchV am Tag bei erzielbaren

## 6 Schematischer Querschnitt alternativer Schallschutzmaßnahmen

Pegelminderungen von ca. 9 dB(A) im Erdgeschoss bzw. bis zu 5 dB(A) in den Obergeschossen an allen Gebäuden mit wenigen Ausnahmen unterschritten bzw. eingehalten werden. Verbleibende Lärmbetrübungen am Tag an etwa zehn Wohneinheiten in den obersten Geschossen von nahe gelegenen Hochhäusern wurden finanziell entschädigt. Die Kosten für Aufwendungen des passiven Schallschutzes nach 24. BImSchV reduzierten sich, ausgehend von ca. 5,7 Mio. € ohne zusätzliche Maßnahmen, auf 360.000 € bei Aufwendungen von ca. 6,7 Mio. € für aktive Schallschutzmaßnahmen.

### Beispiel 3: Ausbau der Bahnstrecke München–Ingolstadt Ausgangssituation:

Im Zuge des Neubaus der Bahnstrecke zwischen Ingolstadt und Nürnberg wird der bestehende südliche Abschnitt zwischen Ingolstadt und München mit dem Ziel der Kapazitätserhöhung und Erhöhung der Streckengeschwindigkeit ausgebaut. In den Planfeststellungsabschnitten zwischen München und Dachau wird die Bahnstrecke für die Aufnahme des S-Bahn-Verkehrs zusätzlich viergleisig ausgebaut. Als Folge des Ausbaus und der gegenüber heute deutlich erhöhten Verkehrsmenge ergeben sich im Planfeststellungsabschnitt München zukünftig Pegelerhöhungen bis zu 5 dB(A) am Tag und bis zu 8 dB(A) in der Nacht; in diesem Fall wird bis zu einem Abstand von etwa 100 m der Tagesgrenzwert (16. BImSchV), bis zu einem Abstand von etwa 500 m der Nachtgrenzwert für Wohngebiete überschritten. Daher besteht aus schalltechnischer Sicht nach den Kriterien der 16. BImSchV Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen in diesem viergleisigen Ausbaubereich.

Bild 1 : Planfeststellung 2003

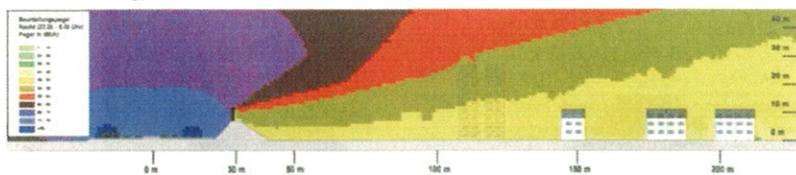


Bild 2 : Variante 2, zusätzliche Mittelwand h = 7,0 m ü. FOK

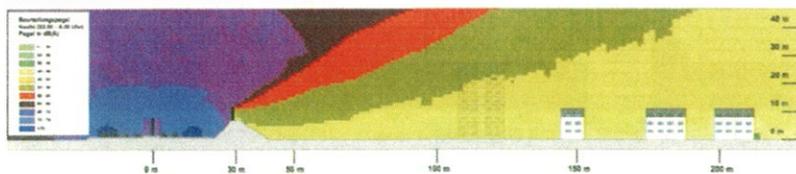
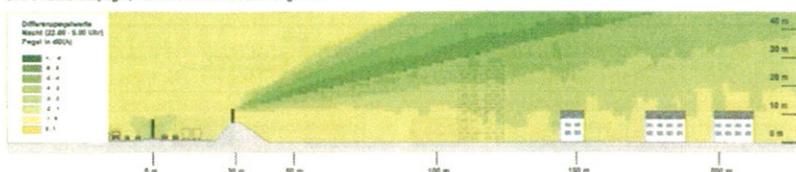


Bild 3 : Differenzpegel, Variante 2 / Planfeststellung 2003



## 7 Beurteilungs- und Differenzpegelkarten zur Visualisierung der Mittelwandwirkung

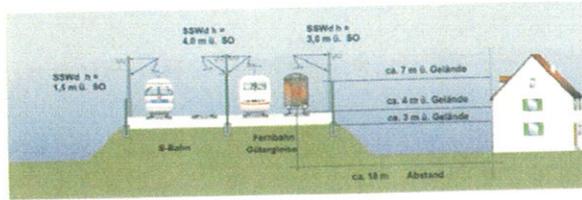


# BAUEN UND UMWELT

## Schallschutzkonzept:

Das der Planfeststellung aus dem Jahr 1996 zugrunde liegende Schallschutzkonzept sah die Errichtung seitlicher Schallschutzwände und einer Schallschutzwand zwischen den Fern- und S-Bahn-Gleisen mit Höhen zwischen 1,5–4 m über Schienenoberkante vor. Dabei waren die seitlichen Schallschutzwände entlang der S-Bahn-Strecke mit Höhen zwischen 1,5–3 m aufgrund der geringeren Schallabstrahlung der S-Bahn-Triebwagen deutlich niedriger als die Wände entlang den Fernbahngleisen (Abb. 8). Zusätzlich zu den Schallschutzwänden ist als weitere aktive Schallschutzmaßnahme der Einsatz des »Besonders überwachten Gleises (BüG)« auf den beiden Fernbahngleisen vorgesehen. Mit diesen Maßnahmen wird gegenüber einem durchschnittlichen Schienenzustand eine zusätzliche Pegelminderung von durchschnittlich 3 dB(A) erreicht.

Nach dem Ausbau ergibt sich gegenüber der vorherigen Situation insgesamt eine erhebliche Verringerung der Schallimmissionsbelastung der Anwohner aus dem Schienenverkehr. Die Entlastung liegt im bisher hoch belasteten, jedoch ungeschützten Nahbereich der Bahn in der Größenordnung von ca. 10 dB(A), was einer Halbierung des akustischen Höreindrucks des Schienenverkehrslärms entspricht. Mit den vorgesehenen aktiven Schallschutzmaßnahmen werden in allen Außenbereichen und an nahezu allen Gebäuden im Planfeststellungsabschnitt München die jeweils maßgebenden



8 Schallschutzkonzept, Darstellung im Querschnitt

Tagesgrenzwerte eingehalten. Vereinzelte Tagesgrenzwertüberschreitungen an Balkonen in Obergeschossen werden finanziell entschädigt. Für Gebäude mit Überschreitungen des maßgebenden Nachtgrenzwertes werden ergänzend passive Schallschutzmaßnahmen nach 24. BimSchV vorgesehen.

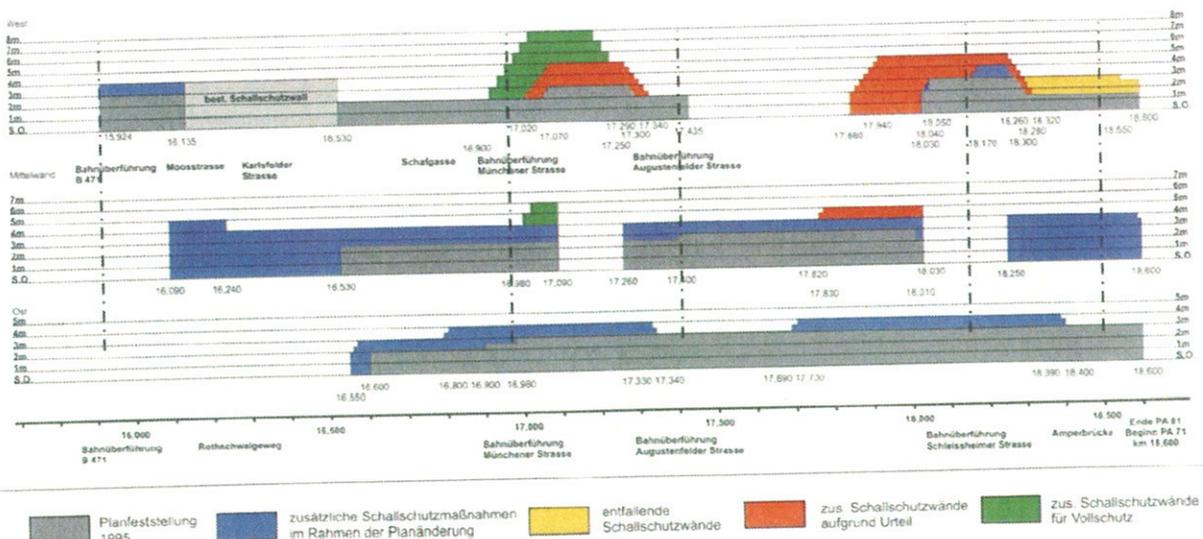
## Realisierter Schallschutz:

Gegenüber dem der Planfeststellung zugrunde gelegten Schallschutzkonzept wurde der Umfang der aktiven Schallschutzmaßnahmen in den vergangenen Jahren erheblich erweitert. Gründe hierfür sind einerseits die Ergebnisse des Anhörungsverfahrens und diverser Erörterungstermine sowie andererseits aktuelle Entscheidungen der Verwaltungsgerichte zugunsten von lärm betroffenen Anwohner. So finden sich heute im Planungsbereich München–Dachau Wandhöhen bis zu 5 m Höhe über Schienenoberkante (Abb. 9). In benachbarten Abschnitten der nördlich an München angrenzenden Städte und Gemeinden sind derzeit noch immer Verfahren anhängig, bei denen betroffene Anwohner bis zu 7 m hohe Schallschutzwände zum Schutz vor den Schienenverkehrsgläuschen wünschen.

## Fazit

Die Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen an hoch belasteten Verkehrswegen stellt eine zunehmende Herausforderung dar. Mehr und mehr müssen bei der Erarbeitung von Schallschutzkonzepten aufgrund der erforderlichen Abschirmhöhen neben dem Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkt des Bundesimmissionsschutzgesetzes zusätzliche äußere Rahmenbedingungen wie z. B. die technische Realisierbarkeit, die Verschattungswirkung oder die Stadtverträglichkeit beachtet werden. Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass ohne die Weiterentwicklung von Schallschutzmaßnahmen an der Schallquelle, wie z. B. lärmarme Fahrbahnbeläge oder schiebengebrremte Güterwagen, die Schutzziele des Bundesimmissionsschutzgesetzes mit angemessenen Schallschutzmaßnahmen nicht mehr erreicht werden können.

**Autoren:**  
Dipl.-Ing. Ulrich Möhler,  
Dipl.-Ing. Martin Reichert,  
Möhler + Partner Beratende  
Ingenieure für Schallschutz  
und Bauphysik, München



9 Entwicklung der Schallschutzwandhöhen im Bereich Dachau  
© Möhler+Partner (alle Abb.)