

LKW-Verkehr und Flüsterasphalt

***“Neue Messungen und Berechnungen
zur Wirksamkeit von offenporigen
Straßendeckschichten”***

November 2000

**Dr. Heinz G. Faulhammer
Bayreuth**

**Dr. Wolfgang Richter
Bayreuth**

Inhalt

	Seite
1. Zusammenfassung.....	3
2. Einleitung.....	6
3. Meßwerte der Teststrecken.....	7
3.1 Teststrecken bei Lauf/Nürnberg.....	7
3.2 Teststrecke bei Bindlach.....	8
4. Berechnung der Lärminderung offenporiger Straßen- deckschichten.....	12
4.1 Grundsätzliches zum Berechnungsverfahren.....	12
4.2 Nachweis der Lärminderung durch offenporige Asphalte.....	13
4.3 Berechnung der Lärminderung durch offenporigen Asphalt im Stadt- gebiet von Bayreuth.....	15
5. Quellennachweise (Literatur).....	18
6. Tabellen und Abbildungen.....	19

1. Zusammenfassung

Der Ausbau der Bundesautobahn A 9 im Stadtgebiet von Bayreuth tritt mit dem unmittelbar bevorstehenden Planfeststellungsbeschluß der Regierung von Oberfranken in eine entscheidende Phase. Auf Grund neuer Erkenntnisse wird mit dieser Ausarbeitung nochmals auf einige kritische und für das geplante Lärmschutzkonzept bedeutende Punkte hingewiesen.

In der vorliegenden Studie wird auf der Basis neu hinzugekommener Lärmpegelmesswerte aus dem laufenden Jahr 2000 die Aussagekraft der bisher angenommenen Lärminderungswerte offenporiger Asphaltoberflächen für die Berechnungen zum Lärmschutzkonzept kritisch hinterfragt. Darüberhinaus werden die bereits vorliegenden Lärmpegelberechnungen der Autobahndirektion Nordbayern, die einen konstanten lärmindernden Faktor von -5 dB(A) für lärmindernde Straßendeckschichten in Ansatz bringen, auf deren Zulässigkeit im Rahmen der RLS 90 überprüft.

Das Ergebnis der Studie kann in folgenden vier Punkten zusammengefaßt werden:

1. Die offenporige Asphaltoberfläche der A 9 im Streckenabschnitt Bindlach (Flüsterasphalt der III. Generation) offenbart in Bezug auf den Anfangslärminderungswert (unmittelbar nach Deckenauftrag) starke lokale Schwankungen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass es trotz aufwendiger Technik und hochwertiger Materialien bis jetzt noch nicht möglich ist, lange Streckenabschnitte von gleichbleibend hoher Asphaltqualität und maximaler akustischer Leistungsfähigkeit herzustellen.
2. Das zeitliche Lärmdämmverhalten der untersuchten Fahrbahnen variiert ebenfalls sehr stark. Einzelne Punkte zeigen über einen Meßzeitraum von nur zwei Jahren eine für Flüsterasphalte charakteristische und seit langem bekannte Abnahme der Lärminderung. Andere Punkte sind durch eine deutliche und stetige Zunahme der Lärminderung gekennzeichnet. Sie manifestieren hiermit, trotz Abnutzung und enormer Verkehrsbelastung, ein in dieser Form bisher noch nicht beobachtetes

anomalies Verhalten. Diese Erkenntnisse stehen im Widerspruch zu allen bisherigen Erfahrungen an anderen Teststrecken und sind bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt völlig unerklärlich.

Es stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, inwieweit nicht ausreichend berücksichtigte Meßparameter des Flüsterasphalts der III. Generation (z.B. Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt der Poren, innere Mikrostruktur der Asphal Hohlräume usw.) die bislang gewonnenen Werte stärker und möglicherweise atypisch beeinflussen, als dies bei den Teststrecken mit Flüsterasphalten der I. und II. Generation der Fall war.

3. Die im Planungswerk festgelegte rechnerische Annahme eines identischen Lärminderungswertes offenerporiger Deckschichten sowohl für PKW- als auch für LKW-Verkehr ist durch keine statistisch abgesicherte Studie untermauert. Die wenigen existierenden diesbezüglichen Untersuchungen weisen explizit darauf hin, dass in Bezug auf einen vorgegebenen Drainasphalt, für beide Verkehrsarten (PKW- und LKW-Verkehr) ein deutlich unterschiedliches Lärminderungsverhalten festgestellt werden kann.

Für den Nachtbereich läßt sich rechnerisch zeigen, dass der Gesamtlärmpegel fast ausschließlich vom LKW-Verkehr herrührt. Wegen der etwa zehnmal stärkeren Lärmemission von LKW-Verkehr gegenüber PKW-Verkehr müssen deshalb bei der Berechnung des Gesamtlärmpegels die lärmindernden Komponenten für offenerporige Deckschichten unterschiedlich berücksichtigt werden. Für die vom Verkehrslärm betroffenen Anwohner im Stadtgebiet von Bayreuth bedeutet dies, dass die bis dato von der bauausführenden Behörde berechneten Lärmimmissionswerte nachts um ca. 4,5 dB(A) zu niedrig und damit zu Ungunsten der Anrainer angesetzt worden sind.

4. Die neuen Erkenntnisse zur Asphaltqualität und Dauerhaftigkeit der Lärmdämmung offenerporiger Deckschichten sind von einschneidender Konsequenz für die Realisierung des geplanten Lärmschutzkonzeptes

im Stadtgebiet von Bayreuth. Die signifikanten Lärmpegeldifferenzen von bis zu 4,5 dB(A) im Vergleich zum bisherigen Rechenkonzept der Autobahndirektion können kaum mittels kleiner Planungsänderungen im laufenden Verfahren nachträglich eingearbeitet werden.

Sollten sich diese Erkenntnisse als zwingend und richtig erweisen, so wäre ein komplett neues Lärmschutzkonzept für die Wohnbereiche längs der A 9 im Stadtgebiet von Bayreuth, gegebenenfalls unter Einbeziehung weiterer aktiver Schallschutzmaßnahmen, erforderlich (**Faulhammer und Richter; 1997**).

2. Einleitung

Der sechsspurige Ausbau der Bundesautobahn A 9 im Stadtgebiet und die damit verbundenen Lärmschutzmaßnahmen sind zentraler Gegenstand des derzeitigen Planfeststellungsverfahrens in Bayreuth. Tragende Stütze des Lärmschutzkonzeptes der bauausführenden Behörde (Autobahndirektion Nordbayern, Nürnberg) ist die Verwendung von lärmdämmenden, offenporigen Fahrbahnoberflächen (Drainasphalt, Flüsterasphalt) im Streckenabschnitt zwischen den Orten Bindlach und Wolfsbach. Das gegenwärtig geplante Lärmschutzkonzept ist bauseitig nur dann realisierbar, wenn die Sonderbauweise Flüsterasphalt während ihrer lärmtechnischen Nutzungsdauer bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit (im allgemeinen 120 km/h) für alle die Autobahn befahrenden Kraftfahrzeuge einen konstant wirkenden Lärminderungsbeitrag von mindestens -5 dB(A) sicherstellt. Dieser Lärminderungsbeitrag von -5 dB(A) muß von der gewählten Fahrbahndeckschicht jeweils unabhängig vom Verkehrsaufkommen und der Verkehrszusammensetzung (Verhältnis von Pkw-Anteil zu Lkw-Anteil), von den herrschenden Witterungsbedingungen und anderen Umwelteinflüssen gewährleistet werden.

Der offenporige Asphalt, das Ausmaß der Lärminderung und seine bau- und lärmtechnische Haltbarkeit sind seit vielen Jahren Gegenstand kontroverser Auseinandersetzungen zwischen dem Baulastträger einerseits (Autobahndirektion, Oberste Baubehörde München, Bundesverkehrsministerium) und der Kommune (Stadt Bayreuth) und seinen betroffenen Bürgern andererseits.

Bezugs- und Orientierungspunkt für eine seit Frühjahr 1998 in Bindlach bereits eingebaute Flüsterasphaltstrecke (Flüsterasphalt der III. Generation) von ca. 3,6 km Länge und die noch zu bauende Fahrbahn im Stadtgebiet von Bayreuth von ca. 6,3 km Länge, ist ein ca. 10 km langer Autobahnabschnitt bei Lauf/Nürnberg (Flüsterasphalt der II. Generation). Dieser wurde zwischen 1994 und 1995 aufgebracht und ist seither regelmäßig auf seine lärmtechnische Wirksamkeit hin untersucht worden (**Steven; 2000**).

Wie in früheren Studien ausführlich dargelegt (**Faulhammer und Richter; 1998, 1999**), sind bundesweit seit etwa 15 Jahren lärmindernde Fahrbahnoberflächen unterschiedlichen Hohlraumgehaltes eingebaut worden. Die vorletzte II. Generation mit einem mittleren Hohlraumgehalt von bis zu 20 Vol.-% fand Verwendung bei Lauf/Nürnberg. Die letzte und neueste III. Generation von Deckschichten mit einem mittleren Hohlraumgehalt von bis zu 24 Vol.-% wurde 1998 in Bindlach eingebaut.

Auf der Basis neu hinzugekommener Meßdaten sowohl für die Streckenabschnitte Lauf/Nürnberg als auch Bindlach aus dem laufenden Jahr 2000, sowie gestützt auf bereits in der Vergangenheit erstellte Studien (**Faulhammer und Richter; 1998, 1999**) unterzieht das Autorenkollektiv die lärmindernden Asphaltsschichten noch einmal einer kritischen Bilanz.

3. Meßwerte der Teststrecken

3.1 Teststrecken bei Lauf/Nürnberg

Die Lärminderungswerte der Vergangenheit der untersuchten Autobahnabschnitte LA 8 bis LA 11 wurden durch die neuesten Daten (**Steven; 2000**) aus dem Sommer 2000 ergänzt (**Abb. 1-4** und **Tabelle 1**). Die beiden Flüsterasphaltbeläge LA 8 und LA 9 zeigen eine kontinuierliche Abnahme ihrer lärmdämmenden Wirkung als Funktion der Zeit. Individuelle Meßwerte können rechnerisch mit hinreichender Genauigkeit durch eine lineare Funktion erster Ordnung (Summe kleinster Fehlerquadrate) beschrieben werden. Die Anfangslärminderungswerte (extrapoliert) von LA 8 mit ca. - 7,85 dB(A) und LA 9 mit - 7,35 dB(A) liegen mit einer Differenz von nur 0,5 dB(A) in einem engen und gut abgesicherten Bereich.

Die gleiche Tendenz einer kontinuierlichen Abnahme der lärmhemmenden Wirkung mit der Zeit zeigen die beiden anderen Drainasphaltbeläge LA 10 und LA 11. Auch hier folgen die einzelnen gemessenen Lärmwerte einer linearen Funktion erster Ordnung, mit Anfangslärminderungswerten von LA 10 mit ca. - 7,6 dB(A) und LA 11 mit ca. - 8,35 dB(A). Hier liegen die Differenzen der extrapolierten Anfangslärminderungswerte mit 0,75 dB(A) geringfügig höher als beim Flüsterasphalt. Mittelt man die Anfangslärminderungswerte über alle Deckschichten (obwohl dies auf

Grund der unterschiedlichen Baumaterialien zunächst nicht zulässig ist) so erhält man einen Wert von ca. $-7,8$ dB(A).

In allen vier untersuchten Einzelabschnitten ist übereinstimmend eine stetige und gleichsinnige Abnahme des Lärmdämmverhaltens zu beobachten. In keinem einzigen Fall kann an einem der Meßorte eine Beibehaltung oder sogar Verbesserung des akustischen Verhaltens der Deckschicht im Verlauf der Zeit konstatiert werden. Aus der linearen Regression aller Daten ergeben sich nach Schnittpunkt mit der -5 dB(A)-Grenzgeraden lärmtechnische Lebensdauern von ca. 5 Jahren für LA 8 und LA 9 und ca. 3 Jahren bzw. 3,5 Jahren für LA 10 und LA 11 (**Abb. 1-4**).

Obwohl die bautechnische Wirksamkeit der offenporigen Fahrbahndeckschichten gegenwärtig und für die nähere Zukunft im Bereich Lauf/Nürnberg wohl noch gewährleistet zu sein scheint, ist die lärmtechnische Wirksamkeit dieser Fahrbahnen längst abgelaufen. Ein vollständiger Ersatz der Fahrbahnoberflächen aus Lärmschutzgründen wäre somit gesetzlich geboten und daher behördlich unverzüglich anzuordnen.

3.2 Teststrecken bei Bindlach

Auch hier wurden die bereits in der Vergangenheit gemessenen Lärmdämmungswerte durch die Meßpunkte des Jahres 2000 ergänzt und weiter vervollständigt (**Steven; 2000**). Im Bereich Bindlach wurden insgesamt vier, wenige Hundert Meter voneinander entfernte, Meßorte zur Bestimmung der Qualität des Flüsterasphaltes ausgewählt. Der wichtigste Unterschied zu den bereits in Lauf/Nürnberg untersuchten Deckschichten ist der nochmals vergrößerte mittlere Hohlraumgehalt der Fahrbahnoberflächen von bis zu 24 Vol.-% in Bindlach. Diese Tatsache findet ihren unmittelbaren Niederschlag in den Anfangslärminderungswerten (extrapoliert), welche für BI 1 ca. $-10,8$ dB(A), für BI 2 ca. $-9,7$ dB(A), für BI 3 ca. $-8,0$ dB(A), und für BI 4 ca. $-7,1$ dB(A) betragen (**Abb. 5-8** und **Tabelle 2**). Hiermit variieren die extrapolierten Anfangslärminderungswerte des Flüsterasphaltes in Bindlach signifikant stärker als in Lauf/Nürnberg, nämlich untereinander bis zu $3,7$ dB(A). Offensichtlich verursacht die nochmalige Vergrößerung des Hohlraumgehaltes der Fahrbahnoberfläche in Bindlach zwei grundlegend unterschiedliche Effekte im Vergleich zu Lauf/Nürnberg. Zunächst ist an manchen Meßorten (z.B.

- 10,8 dB(A) für BI 1) eine beträchtlichen Erhöhung des Anfangslärminderungswertes im Vergleich zum Mittelwert von Lauf/Nürnberg von - 7,8 dB(A) zu beobachten. Andere Meßorte wie z.B. BI 4 mit – 7,1 dB(A) zeigen jedoch Anfangslärminderungswerte die, obwohl hier Deckschichten der III. Generation mit Deckschichten der II. Generation verglichen werden, sogar noch unter dem Mittelwert von Lauf/Nürnberg liegen. Dies deutet zunächst auf ein uneinheitliches Lärmdämmverhalten einzelner Stellen der gesamten Asphalttschicht in Bindlach hin.

Einen weiteren außergewöhnlichen und in diesem Ausmaß in Deutschland bisher nicht beobachteten Effekt zeigt die zeitliche Änderung des Lärmdämmverhaltens (**Abb. 5-8**). Die Meßorte BI 1 und BI 2 (repräsentiert durch insgesamt 3 Meßwerte) weisen beide eine, wenngleich unterschiedliche, Abnahme des Schallschluckverhaltens auf (**Abb. 5,6**). Die Meßorte BI 3 und BI 4 (repräsentiert durch 4 Meßwerte) hingegen zeigen, klar abweichend von BI 1 und BI 2, eine deutliche Zunahme des Lärmdämmverhaltens mit fortschreitender Liegedauer (**Abb. 7,8**).

Die einschlägige Fachliteratur führt als einzigen Grund für die akustische Verbesserung von hohlraumreichen Fahrbahnoberflächen den sogenannten „Selbstreinigungseffekt“ an. Hier wäre freilich bauseitig zu erläutern und zu begründen, warum bei den beiden Meßorten BI 3 und BI 4 (Richtungsfahrbahn Nord) ein Selbstreinigungseffekt zu beobachten ist, während wenige Meter entfernt und etwa 4 Wochen später eingebaut (**Tabelle 2**) bei den Meßorten BI 1 und BI 2 (Richtungsfahrbahn Süd) eben dieser Selbstreinigungseffekt nicht oder in nur untergeordnetem Maße zu beobachten ist.

Die Ursachen für das diametrale Lärmdämmverhalten dieser zwei eng benachbarten Autobahnanschnitte bedarf einer näheren und eingehenden Diskussion. Könnten möglicherweise Asymmetrien in den beiden Verkehrsströmen (Fahrtrichtung Nord versus Fahrtrichtung Süd) in der Zeit unmittelbar nach Deckschichtauftrag Ursache für das beobachtete gegenläufige akustische Verhalten sein? Könnten darüberhinaus geringfügige Unterschiede in der Textur der Asphalttschichten oder der inneren Mikrostruktur der Hohlräume oder aber ein unterschiedlicher Gehalt an Restwasser in der Matrix einschneidende Änderungen der Geräuschabsorption nach sich ziehen?

Nach Auffassung des Autorenkollektivs ist die Ursache für die beobachteten Anomalien eher in einer Inhomogenität der Deckschicht zu suchen. Dies mag einen Grund in einer veränderten Mischgutzusammensetzung bzw. geänderten Qualitäten einzelner Komponenten der Deckschicht haben. Weiterhin könnte, bei den hohen Anforderungen, welche diese Sonderbauweise an Mensch, Material und Einbau-technik stellt, der Deckenauftrag an einem Ort nicht in allen kritischen Punkten dem an einem anderen Ort entsprechen und daher eine unterschiedliche Güte der Fahrbahnoberfläche verursachen. Entscheidenden Einfluß könnten möglicherweise auch unterschiedliche Witterungsbedingungen bei der Installation der Decken auf den beiden Richtungsfahrbahnen gehabt haben. Die Autoren verweisen noch einmal nachdrücklich auf die Tatsache, dass es sich bei Drain- bzw. Flüsterasphalt um eine sehr komplizierte, anspruchsvolle und äußerst empfindliche Sonderbauweise im Asphaltstraßenbau handelt. Obwohl seit vielen Jahren in Deutschland aber auch europaweit in der Erprobung, sind lärmindernde Asphalte immer noch nicht zu den verlässlichen und dauerhaften Asphalten, den sogenannten Regelbauweisen, zu zählen.

Die Meßwerte der beiden Autobahnabschnitte Lauf/Nürnberg und Bindlach, die hier verglichen werden, wurden erstellt durch die Firma TÜV Automotive GmbH (vormals FIGE GmbH). Bei diesem Unternehmen handelt es sich um eine ausgewiesene Firma, welche seit vielen Jahren Verkehrslärmmessungen vornimmt, mit der gesamten Bandbreite an Meßverfahren und nach den jeweils modernsten Standards. An der technischen Akkuratessse und wissenschaftlichen Verlässlichkeit der vorgenommenen Messungen und ihrer Daten kann daher nicht gezweifelt werden.

Dennoch bleibt bei dem Datensatz in Bindlach ein hoher Unsicherheitsfaktor bestehen bezüglich der Ursachen für das konträre akustische Verhalten einzelner isolierter Meßpunkte auf der Drainasphaltdecke. Wie bereits erwähnt, wurde auf der A 9 in Bindlach die III. Generation von Flüsterasphalten mit einem nochmals erhöhten Hohlraumgehalt von bis zu 24 Vol.-% aufgetragen. Allgemein wird in Fachkreisen dieser Gehalt an Hohlräumen als Grenze angesehen, welche nicht weiter überschritten werden darf, ohne die physikalische Stabilität der Matrix und damit seine bautechnische Qualifikation aufs Spiel zu setzen. Es ist daher durchaus möglich, dass in diesem Grenzbereich auch die bisherige Annahme einer größeren Lärminderung bei zunehmender Porengröße besonderen Randbedingungen unterworfen ist, die bis

dato noch nicht oder zumindest noch nicht voll verstanden worden sind. Inwieweit zusätzliche und bislang nicht berücksichtigte Meßparameter, wie z.B. die Restfeuchte in den größeren Poren einen Einfluß auf die Messungen haben, ist ebenso unbekannt.

Festzuhalten bleibt, dass mit der Deckschicht in Bindlach "planbare" Lärm-minderungsbeiträge der Fahrbahndecke - also solche, die bei einer späteren Bauausführung auch mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erreicht werden und diese im Verlaufe ihrer Nutzungsdauer auch beibehalten - nicht nachhaltig sichergestellt werden können (**Kamplade und Halfmann; 1992**).

Es ist insofern kritisch zu hinterfragen, ob dieser offenporige Asphalt geeignet ist, die Bevölkerung Bayreuths vor der rapide gestiegenen Lärmbelastung des künftig sechsspürigen Autobahnverkehrs ausreichend zu schützen. Wie bereits in der Vergangenheit ausführlich diskutiert (**Faulhammer und Richter; 1998, 1999**), ist diese Fahrbahndeckschicht eine neuartige und zu den Sonderbauweisen zählende Maßnahme, die bisher die in sie gesetzten Erwartungen hinsichtlich Ausmaß und Dauerhaftigkeit der Lärmdämmwirkung bundesweit nicht erfüllt hat (**Ullrich et al.; 1996**).

Sollte dem Baulastträger die lückenlose Beweisführung für die uneingeschränkte und nachhaltige Tauglichkeit des offenporigen Asphaltes als einer ebenso wirksamen wie dauerhaften Komponente des aktiven Lärmschutzes nicht gelingen, sollten also "planbare" Lärm-minderungsbeiträge der Fahrbahndecke in einer späteren Bauausführung nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erreicht werden (**Kamplade und Halfmann; 1992**), so ist die Verwendung dieser Materialien in dem anstehenden Planfeststellungsverfahren zu unterlassen.

4. Berechnung der Lärminderung offenporiger Straßendeckschichten

4.1 Grundsätzliches zum Berechnungsverfahren

Die *Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen* (RLS 90) definiert die wesentlichen Parameter für eine bundeseinheitliche Beurteilung von Straßenlärm. Die dort angegebenen Formeln zur Berechnung der Lärmpegelwerte erlauben die Berücksichtigung der unterschiedlichen lokalen Parameter wie Verkehrsstärke, LKW-Anteil, gefahrene Höchstgeschwindigkeit, Art der Straßenoberfläche etc.

Um zu entscheiden, ob an bestimmten Orten im Einzugsbereich von Straßen die gesetzlich festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten werden, ist der jeweilige Beurteilungspegel, getrennt für den Tag- (6.00 bis 22.00 Uhr) und den Nachtbereich (22.00 bis 6.00 Uhr) zu bestimmen. Für lange, gerade Fahrstreifen ohne Kreuzungen ist der Beurteilungspegel gleich dem Mittelungspegel L_m , der sich gemäß Formel 5 in der RLS 90 wie folgt berechnet:

$$L_m = L_{m,E} + D_s + D_{BM} + D_B \quad (5, \text{RLS 90})$$

mit $L_{m,E}$ Emissionspegel
 D_s Pegeländerung bei Abstandsvariation
 D_{BM} Pegeländerung zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologieabhängigkeit
 D_B Pegeländerung durch topographische und bauliche Maßnahmen
(alle Pegelwerte in dB(A))

Die Größe, welche ausschließlich durch den Verkehr bestimmt wird, ist in obiger Formel der Emissionspegel $L_{m,E}$, der die Parameter Verkehrsstärke, gefahrene Höchstgeschwindigkeit und LKW-Anteil enthält.

$$L_{m,E} = L_m(25) + D_V + D_{StrO} + D_{Stg} + D_E \quad (6, \text{RLS 90})$$

mit $L_m(25)$ verkehrlicher Mittelungspegel (25 Meter Abstand zur Straße)
 D_V Korrektur für unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten
 D_{StrO} Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen
 D_{Stg} Zuschlag für Steigungen und Gefälle
 D_E Zuschlag für Reflexionen
(alle Pegelwerte in dB(A))

In der Größe $L_m(25)$ wird die Verkehrsstärke und der LKW-Anteil erfasst. Der Korrekturterm D_{StrO} berücksichtigt unterschiedliche Straßenoberflächen.

Geriffelte Gussasphalte oder Pflasterbeläge erzeugen relativ hohe Lärmemissionen. Daher ist deren D_{StrO} - Wert in obiger Formel als positiver Wert (+ 2,0 bis + 6,0 dB(A)) einzusetzen. Demgegenüber gilt für lärmindernde Straßenoberflächen, wie z.B. Flüster- oder Drainasphalte mit niedrigerer Lärmemission, ein D_{StrO} – Wert mit negativem Vorzeichen. In Tabelle 4 der RLS 90 sind die wichtigsten positiven D_{StrO} – Werte aufgelistet. In der Fußnote zu dieser Tabelle, sowie in einem ergänzenden Rundschreiben Nr.14/91 des Bundesverkehrsministeriums, wird daraufhingewiesen, dass bei „*Nachweis einer dauerhaften Lärminderung*“ auch negative D_{StrO} - Werte (bis zu – 5dB(A)) berücksichtigt werden können. Hierbei wird insbesondere auf offenporige Asphaltdeckschichten Bezug genommen.

Mit den in der RLS 90 zusätzlich angegebenen Einzelformeln für die Summanden in den Formeln 5 und 6 läßt sich praktisch für jedes örtliche Umfeld einer Straße die jeweilige Lärmimmission berechnen.

4.2 Nachweis der Lärminderung durch offenporige Asphalte

Über die lärmindernde Wirkung von offenporigen Straßenoberflächen sind seit 1986 eine Vielzahl von Untersuchungen durchgeführt worden. Insbesondere die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und das Forschungsinstitut für Geräusche und Erschütterungen (vormals FIGE GmbH, jetzt TÜV Automotive GmbH) haben in mehreren Studien (**Ullrich et al.; 1996, Steven; 1997, 2000** und weitere Referenzen darin) gezeigt, dass unmittelbar nach Fertigstellung von offenporigen Straßenoberflächen eine Lärminderung von bis zu – 9 dB(A) nachgewiesen werden kann. Über den derzeitigen Kenntnisstand zu Dauerhaftigkeit und Homogenität der Beläge, insbesondere für die III.Generation des Drainasphaltes, wird in Kapitel 3 berichtet.

Alle neueren Untersuchungen (zusammengefasst in **Steven; 2000**) basieren ausschließlich auf der Auswertung des mittleren Vorbeifahrtpegels von PKW-Verkehr. Die Lärmemissionsdaten des LKW-Verkehrs wurden bisher weder systematisch noch in größerem Umfang erfasst. Sie werden zudem bei allen derzeitigen Messungen

explizit herausgerechnet. Der Grund dafür liegt in der verhältnismäßig großen Bandbreite verschiedener LKW-Typen mit stark unterschiedlichem Lärmemissionsverhalten.

Aus Untersuchungen der FIGE (**Steven; 1997**) ist bekannt, dass die unterschiedlichen Motorstärken und die Variation der Zahl der Fahrzeugachsen auf die Lärmemissionen von LKW einen größeren Einfluss haben als Unterschiede in der Straßenoberfläche. So liegt die Schwankungsbreite der Lärmemission für LKW mit Motorstärken zwischen 50 kW und 350 kW bei über 5 dB(A). Insbesondere hat das Motorengeräusch bei LKWs einen deutlich höheren Anteil am Gesamtgeräusch als bei PKWs. Das Motorengeräusch lässt sich aber durch unterschiedliche Straßenoberflächen überhaupt nicht mindern.

In der gleichen Studie der FIGE (**Steven; 1997**) wird zur statistischen Signifikanz der Lärmpegelwerte für LKW-Verkehr folgende bedeutsame Einschränkung vorgenommen: *„Der Schwerpunkt der schalltechnischen Untersuchungen dieses Forschungsvorhabens lag bei den PKW-Emissionen. Soweit dies innerhalb der verfügbaren Meßzeiten möglich war, wurden an den untersuchten Straßenquerschnitten auch die Geräuschemissionen von LKW erfasst. Erwartungsgemäß sind die Stichprobenumfänge erheblich geringer als bei den PKW und zudem in stärkerem Maße von der Lage der jeweiligen Straße und ihrer Funktion im Netz abhängig.“* Soweit für LKW-Verkehr Messdaten für offenporige Deckschichten vorliegen, zeigt sich durchgehend eine deutlich geringere lärmindernde Wirkung als bei PKW-Verkehr.

In einer Studie der BASt (**Ullrich et al.; 1996**) wird deshalb zusammenfassend festgestellt: *„Das Verkehrsgeräusch von Autobahnen und Bundesstraßen wird vermutlich durch den Schwerverkehr bestimmt. Es ist nicht sicher, dass die lärmindernde Wirkung offenporiger Deckschichten bei LKW dieselbe ist wie bei PKW.“*

Durch die jüngste Verlautbarung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen zum Thema *Lärmbekämpfung* (**Pressemitteilung; 20.Okt. 2000**), die dem LKW-Verkehr einen zehnmal höheren Lärmanteil als dem PKW-Verkehr bescheinigt, wird die LKW-Problematik bei der Entstehung von Verkehrslärm nochmals verdeutlicht.

Die RLS 90 erlaubt aber gemäß Fußnote zu Tabelle 4 nur für solche Straßenoberflächen, für die eine *"dauerhafte Lärminderung nachgewiesen"* ist, die Berücksichtigung eines negativen Korrekturfaktors D_{StrO} . Bei der rechnerischen Ermittlung des Gesamtbeurteilungspegels L_m muss deshalb bei nennenswertem LKW-Anteil (>20% am Gesamtverkehrsaufkommen) zwischen lärmindernden Faktoren für PKW- und LKW-Verkehr unterschieden werden. Demzufolge müssen bei Anwendung der Formel 6 für LKW- und PKW-Verkehr jeweils zwei unterschiedliche D_{StrO} – Werte eingesetzt werden.

4.3 Berechnung der Lärminderung durch offenporigen Asphalt im Stadtgebiet von Bayreuth

Im bisherigen Planfeststellungsverfahren wird bei der Ermittlung der Beurteilungspegel für Wohnbebauung im Bayreuther Stadtgebiet entlang der A9 von folgenden Prognosedaten (Gutachten Prof. Kurzak) ausgegangen:

DTV : 70 000 KFZ
LKW-Anteil : 20% Tag und 35% Nacht

Die angenommene Lärmpegelminderung D_{StrO} durch einen offenporigen Asphalt wird pauschal mit – 5 dB(A) angesetzt.

Die Formel 7 in der RLS 90, die explizit die Berechnung des verkehrlichen Mittelungspegels $L_m(25)$ ermöglicht, erlaubt aber auch eine getrennte Bewertung der Lärminderung für PKW- und LKW-Verkehr allein.

$$L_m(25) = 37,3 + 10 \log [M (1 + 0,082 p)] \quad (7, RLS 90)$$

mit M stündliche Verkehrsstärke (getrennt für Tag und Nacht)
 p LKW-Anteil in % (getrennt für Tag und Nacht)

Unter der Annahme der obigen Prognosedaten zur künftigen Verkehrsstärke in Bayreuth ergeben sich für die einzelnen Verkehrsarten folgende Mittelungspegel für den Nachtbereich:

$$L_m(25)(PKW) = 65,3 \text{ dB(A)}$$

$$L_m(25)(LKW) = 72,3 \text{ dB(A)}$$

Der rechnerische Gesamtemissionspegel $L_{m,E}$ für PKW- und LKW-Verkehr ist bei offensichtlich stark dominierendem LKW-Verkehrslärm entscheidend davon abhängig, ob die - 5 dB(A)-Korrektur pauschal für beide Verkehrsarten oder nur für PKW-Verkehr angesetzt wird. Je nach Rechenverfahren erhält man für die jeweiligen Gesamtemissionspegel $L_{m,E}(1)$ und $L_{m,E}(2)$ folgende Ergebnisse:

Pauschaler Ansatz:

$$\begin{aligned}
 L_{m,E}(1) &= L_m(25)(\text{PKW} + \text{LKW}) + D_{\text{Stro}} \\
 &= [65,3 \text{ dB(A)} + 72,3 \text{ dB(A)}] - 5 \text{ dB(A)} \\
 &= 73,1 \text{ dB(A)} - 5 \text{ dB(A)} \\
 &= 68,1 \text{ dB(A)}
 \end{aligned}$$

Lärminderung

nur für PKW-Verkehr:

$$\begin{aligned}
 L_{m,E}(2) &= [L_m(25)(\text{PKW}) + L_m(25)(\text{LKW})] \\
 \text{mit } L_m(25)(\text{PKW}) &= 65,3 \text{ dB(A)} - 5 \text{ dB(A)} = 60,3 \text{ dB(A)} \\
 L_{m,E}(2) &= [60,3 \text{ dB(A)} + 72,3 \text{ dB(A)}] \\
 &= 72,6 \text{ dB(A)}
 \end{aligned}$$

Die Differenz der beiden Emissionspegel ergibt **4,5 dB(A)**. Bei der Summation der Mittelungspegel für PKW- und LKW-Verkehr in den obigen eckigen Klammern wurde die korrekte energetische Summenbildung gemäß Formel 3 (RLS90) berücksichtigt. Diese unterschiedliche Bewertung der lärmindernden Einflüsse für PKW- und LKW-Verkehr ist nach den Ausführungen von Abschnitt 4.2 gemäß dem derzeitigen Kenntnisstand dringend geboten.

Die formelmäßige Berechnung mit den obigen Prognosedaten für Bayreuth liefert also bei Annahme einer pauschalen Lärminderung von - 5 dB(A) einen um 4,5

dB(A) zu niedrigen Beurteilungspegel. Bei getrennter Betrachtung von LKW- und PKW-Verkehr, und einer Lärmpegelreduzierung von -5 dB(A) nur für den PKW-Anteil, liegt rechnerisch der **Gesamtbeurteilungspegel für Lärmimmissionen** nachts bei allen Anwohnern um etwa **4,5 dB(A)** höher.

Aus den bisherigen Unterlagen der Autobahndirektion Nordbayern, die die jeweiligen Berechnungen der Beurteilungspegel für die betroffenen Wohnbebauungen durchgeführt hat, ergeben sich keine Anhaltspunkte dafür, dass mit unterschiedlichen D_{StrO} -Werten für PKW- und LKW-Verkehr gerechnet worden ist. Nach derzeitigem Kenntnisstand (s. Abschnitt 4.2) gibt es auch keine statistisch gesicherten D_{StrO} – Werte für LKW-Verkehr.

Aus diesem Grund sind auch alle bisherigen Beurteilungspegel im laufenden Planfeststellungsverfahren um mindestens 4,5 dB(A) nachts zu erhöhen. Bei prognostiziertem höherem LKW-Anteil nachts muss dieser Wert entsprechend weiter erhöht werden. Ebenso ist zu überprüfen, inwieweit die in der RLS 90 angenommenen Höchstgeschwindigkeiten von 130 km/h für PKW und 80 km/h für LKW mit zukünftigem Fahrverhalten im Bayreuther Stadtgebiet übereinstimmen. Nimmt man beispielsweise eine Erhöhung der PKW-Höchstgeschwindigkeit auf 160 km/h an, würde dies rechnerisch zu einer zusätzlichen Lärmpegelerhöhung um etwa 1 dB(A) führen.

Mit dieser geänderten und den tatsächlichen Gegebenheiten angepassten Berechnungsgrundlage erhöht sich die Zahl der Anlieger im Stadtgebiet, für die der zulässige Immissionsgrenzwert von 49 dB(A) nachts überschritten wird, in nicht unerheblichem Maße.

5. Quellennachweise (Literatur)

Faulhammer, H. G. und Richter, W.: „Lärmschutz an Bundesautobahnen – Vergleich bayerischer Einhausungen und Tunnellösungen mit der Situation in Bayreuth“, Bayreuth, **1997**, S. 1-29

Faulhammer, H. G. und Richter, W.: „Tunnel und Einhausungen an bayerischen Autobahnen – Voraussetzungen und planerische Begründungen, Vergleich von Tunnel- und Einhausungsbauten mit der Situation in Bayreuth“, Bayreuth, **1997**, S. 1-15

Faulhammer, H. G. und Richter, W.: Zustandsbericht „Lärmindernde Asphaltdeckschichten beim Ausbau der A 9 im Stadtgebiet von Bayreuth“, Bayreuth, **1998**, S. 1-14

Kamplade, J. und Halfmann, U.: „Lärmindernde Fahrbahndecken auf Bundesfernstraßen“, II. Internationales Symposium über Oberflächeneigenschaften von Fahrbahnen, Berlin, **1992**, S. 109-121

Richter, W. und Faulhammer, H. G.: Ergänzung zum Zustandsbericht „Lärmindernde Asphaltdeckschichten beim Ausbau der A 9 im Stadtgebiet von Bayreuth“, Bayreuth, **1999**, S. 1-10

Steven, H.: Statusbericht zum F+ E Vorhaben „Optimierung der schallabsorbierenden Eigenschaften von Drainasphalt“ im Rahmen des Verbundprojektes „Lärmindernde Straßendecken“, FIGE GmbH, Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen, Herzogenrath, **1992**, S. 1-92

Steven, H.: Einfluß der Fahrbahndeckschicht auf die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen. Abschlußbericht zum F+ E Vorhaben „Optimierung der schallabsorbierenden Eigenschaften von Drainasphalt“ im Rahmen des Verbundprojektes „Lärmindernde Straßendecken“, FIGE GmbH, Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen, Herzogenrath, **1997**, S. 1-144

Steven, H.: Schalltechnische Untersuchungen an offenporigen Asphaltdeckschichten auf der A9 bei Lauf und bei Bindlach sowie auf der A73 bei Bamberg. TÜV Automotive GmbH, Herzogenrath, **2000**, S. 1-7

Ullrich, S., de Veer, H., Steven, H., Halfmann, U., Roder, C., Haag, G., Breitenstein, J.: Offenporige Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen von der Projektgruppe „Lärmindernde Straßendecken“, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenbau, Heft S 12, **1996**, S. 7-25

6. Tabellen und Abbildungen