

**II-320 der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen
des Nationalrates XVIII. Gesetzgebungsperiode**

Dr. Wolfgang Schüssel
Wirtschaftsminister

Wien, am 29. August 1991
GZ.: 10.101/396-X/A/1a/91

Herrn
Präsidenten des Nationalrates
Dr. Heinz FISCHER

Parlament
1017 W i e n

1404 IAB

1991-09-02

zu 1556 U

In Beantwortung der schriftlichen parlamentarischen Anfrage Nr. 1556/J betreffend Forschungsprojekt Flüsterasphalt/Tirol, welche die Abgeordneten Anschober, Wabl, Freunde und Freundinnen am 15. Juli 1991 an mich richteten, stelle ich fest:

Punkt 1 der Anfrage:

Wann wurde um Förderung des Projektes angesucht, wann wurde mit der Realisierung des Projektes begonnen bzw. wann wurde das Projekt abgeschlossen?

Antwort:

Das Ansuchen erfolgte am 16.4.1984, die Beauftragung am 21.5.1984. Der Forschungsbericht wurde am 2.1.1985 dem damaligen Bundesministerium für Bauten und Technik vorgelegt.

Punkt 2 der Anfrage:

An welchem konkreten Streckenabschnitt wurde das Projekt durchgeführt?

~~Republik Österreich~~

Dr. Wolfgang Schüssel
Wirtschaftsminister

- 2 -

Antwort:

Das Projekt wurde auf der A 12 Inntal Autobahn zwischen km 14,5 und km 16,0 ausgeführt.

Punkt 3 der Anfrage:

Wer trat als Förderungswerber für das Projekt auf, welche Förderungsgelder wurden vom Ministerium in welcher Höhe zu welchem Zeitpunkt an wen ausbezahlt?

Antwort:

Als Förderungswerber trat die ARGE CT Bitumengesellschaft m.b.H. auf.

Folgende Straßenforschungsmittel wurden ausbezahlt:

6. 8.1984	öS 4,200.000,--
11. 2.1985	öS 2,100.000,--
25.11.1985	öS 700.000,--

Punkt 4 der Anfrage:

Wann erfolgte die Projektabrechnung?

Von wem wurde die Projektabrechnung übergeben und in welchem Kostenrahmen belief sich die Projektabrechnung?

Antwort:

Die Schlußrechnung wurde von der ARGE CT Bitumengesellschaft m.b.H. am 6.11.1985 der Buchhaltung des damaligen Bundesministeriums für Bauten und Technik vorgelegt. Die Abrechnungssumme betrug öS 7,000.000,--.

Republik Österreich

Dr. Wolfgang Schüssel
Wirtschaftsminister

- 3 -

Punkt 5 der Anfrage:

Welchen konkreten Inhalt hatte das Forschungsprojekt?

Antwort:

Der Inhalt des Forschungsvorhabens geht aus der Beilage A hervor.

Punkt 6 der Anfrage:

Welche Ergebnisse in konkreten Details zeigte das Forschungsprojekt?

Antwort:

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens können dem Heft 282 der Schriftenreihe Straßenforschung (Beilage B) entnommen werden.

Punkt 7 und 11 der Anfrage:

Welche Flüsterasphaltarten wurden im Rahmen dieses Projektes getestet? Handelte es sich auch oder ausschließlich um Asphalte der Firma Ct-Bitumen?

Wurden auch andere Belagsarten, außer jene der Firma Ct-Bitumen getestet und wie sahen die konkreten Vergleichsergebnisse zwischen den einzelnen Belagsarten aus?

Antwort:

Es wurde "Flüsterasphalt" der Firma ARGE CT Bitumengesellschaft m.b.H. getestet, welcher die geschützte Markenbezeichnung der Firma CT Bitumengesellschaft m.b.H. für einen lärmindernden Drainasphalt darstellt.

Republik Österreich

Dr. Wolfgang Schüssel
Wirtschaftsminister

- 4 -

Punkt 8 und 9 der Anfrage:

Welche Gutachter führten die wissenschaftliche Begleitung des Projektes durch?

Welche Gutachter zeigten sich für die Lärmmessungen bzw. für vergleichende Lärmmessungen verantwortlich?

Antwort:

Das Projekt wurde von Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Gerhard Stehno und Dipl.-Ing.Dr. Helmut Stickler wissenschaftlich begleitet, die sich auch für die Lärmmessungen bzw. für vergleichende Lärmmessungen verantwortlich zeigen.

Punkt 10 der Anfrage:

Wieviel wurde im Rahmen des Forschungsprojektes für Gutachtertätigkeiten bezahlt?

Antwort:

Da die genannten Fachleute von der ARGE CT Bitumengesellschaft m.b.H. bezahlt wurden, liegen dem Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Höhe der Honorare keine Angaben vor.

Punkt 12 der Anfrage:

Welchen Einfluß hatten diese Forschungsergebnisse Ihrer Meinung nach auf anschließende produktspezifische Ausschreibungen im Bereich der Flüsterasphalte?

Republik Österreich

Dr. Wolfgang Schüssel
Wirtschaftsminister

- 5 -

Antwort:

Aufgrund der gesteigerten Sensibilität der Bevölkerung dem Straßenlärm gegenüber wurde die Verwendung lärmmindernder Beläge stark forciert. Als erstes Unternehmen brachte die Firma ARGE CT Bitumengesellschaft m.b.H. ein geeignetes Produkt auf den österreichischen Markt. Im Laufe der Zeit boten weitere Firmen lärm-mindernde Beläge an.

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten hat daher veranlaßt, daß Richtlinien für die Erstellung von produkt-unabhängigen Ausschreibungsunterlagen für lärm-mindernde Drain-asphalte geschaffen werden, die dann im Bereich der Bundesstraßenverwaltung zur Anwendung gelangten.

Punkt 13 der Anfrage:

Wer war damals im Forschungsbeirat für die Genehmigung dieses Forschungsprojektes zuständig?

Wer unterzeichnete die Forschungsförderung?

Wer war zu diesem Zeitpunkt Leiter der Straßenbauforschung?

Antwort:

Der Beirat der Straßenforschung wurde mit diesem Forschungsvorhaben nicht befaßt.

Den Forschungsauftrag unterzeichnete der seinerzeitige Bundesminister Karl Sekanina.

Leiter der für die Straßenforschung zuständigen Abteilung war zu diesem Zeitpunkt Dipl.-Ing. Karl Wimmer.

Republik Österreich

Dr. Wolfgang Schüssel
Wirtschaftsminister

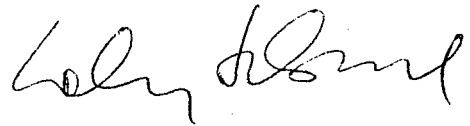
- 6 -

Punkt 14 der Anfrage:

Kam es vor oder im Rahmen dieses Forschungsprojektes zu politischen Interventionen bzw. zu politischen Weisungen?

Antwort:

Die Vergabe erfolgte auf Weisung von Bundesminister Karl Sekanina.



Beilagen

460

Beilage A zu Zl. 10.101/396-X/A/1a/91

An das
 Bundesministerium für
 Bauten und Technik
 Stubenring 1
 1011 Wien

Eingangsstempel

Ansuchen um Forschungsauftrag
~~FÖRDERUNGSANSONCHEN~~ +)

Allgemeine Bauforschung
 Technisches Versuchswesen
 Strassenforschung
 Wohnbauforschung

1. FÖRDERUNGSWERBER

Name: ARGE CT Bitumengesellschaft m.b.H. ESSO LIZENZNEHMER - TRAUNFELLNER		Rechtsform: Gesellschaft m.b.H. Baugesellschaft m.b.H. Scheibbs	
Anschrift (mit Postleitzahl): 1200 Wien, Innstraße 23		Telefon (mit Vorwahlnummer): 0222/33 55 17 DW 33 Fernschreiber: -----	
Bankverbindung (Filiale): GIRO Zentrale Schubertring 5, 1011 Wien		Bezeichnung und Nummer des Kontos: 71 814	
Möglichkeit des Vorsteuer- abzuges:	<u>ja</u>	nein	
Sachbearbeiter des Ansuchens: D.I.A. Tibor Nemeth, Univ. Prof. D.I.Dr. techn. Viktor Stehno			

2. KURZBEZEICHNUNG DES FORSCHUNGS- ODER ENTWICKLUNGSVORHABENS
(max. 60 Zeichen)

L	A	E	R	M	P	E	G	E	L	S	E	N	K	U	N	G	D	U	R	C	H	H	O	C	H	-		
P	O	L	Y	M	E	R	M	O	D	I	F	I	Z	I	E	R	T	E	A	S	P	H	A	L	T	E		
Beginn des Vorhabens: 7.5.1984														Dauer: 2 Monate														

- +) Weißes und rosa Formular einsenden.
 Nichtzutreffendes streichen.

- 2 -

3. VERANTWORTLICHE(R) DES VORHABENS
in wissenschaftlicher/technischer Hinsicht:

Name (akadem. Grad)	Ausbildung Studienrichtung	Stellung beim Antragsteller
Dipl.-Ing. A. TIBOR NEMETH Steichergasse 7/18 1030 Wien	TU Budapest	Bauingenieurwesen
Universitätsprofessor Dipl.-Ing. Viktor Stehno Wiedner Hauptstr. 23-25 A-1040 Wien	TU Wien	Beauftragter für Lärmessungen und Laboruntersuchungen

Nachweis der fachlichen Eignung (z.B. Praxis, Veröffentlichungen, Patente)

Dipl.-Ing. Tibor Nemeth: Geschäftsführer der CTB Gesellschaft m.b.H.
Innstraße 23,
Lizenznehmer von S.A. ESSO N.V., Frankrijklei, 101
B-2000Antwerpen, Belgien

Langjährige Tätigkeit im Gebiete des Lärmschutz

Univ.Prof. Dipl.-Ing. dr. techn. Viktor Stehno
Ziviling. für Bauwesen

Außerordentlicher Professor an der TU Wien Institut für Hochbau

Allfällige Fortsetzung auf Beilage.

- 3 -

4. BESCHREIBUNG DES VORHABENS

- 4.1 Problemstellung auf Grund des derzeitigen Wissensstandes.
- 4.2 Angabe der wichtigsten Literatur über das Fachgebiet.
- 4.3 Ziele des Vorhabens und Vorteile der angestrebten Ergebnisse in bezug auf den Förderungsbereich.

Zeichnungen, Photos und sonstige Darstellungen sind gegebenenfalls beizulegen.

- 4.1) Problemstellung auf Grund des derzeitigen Wissensstandes:
Ab Abschnitt ANGARTH - Inntalautobahn A 12 - treten große Lärmbelastigungen der Anrainer durch das große Verkehrsaufkommen der Autobahnverkehrsteilnehmer auf. Die Lärmbelastigungen der Anrainer ist durch Aufbringung des hochpolymermodifizierten Flüsterapshaltes wirksam zu unterbinden. Um diese Verringerung der Lärmbelastigungen wissenschaftlich nachzuweisen, werden vor und nach Aufbringen des Flüsterbelages Lärmmessungen durchgeführt.

Außerdem werden vor Aufbringung des Belages die zu verwendenden Stein- und Bitumensorten labormäßig für sämtliche aufzubringende Schichten auf Ihre Verträglichkeit überprüft. Der Nutzen dieser Straßenbauinvestition ergibt sich im wesentlichen durch den großen Zeitgewinn bei der Aufbringung des Flüsterbelages, die sofortige Wirksamkeit und den teilweisen Entfall sonstiger begleitender Lärmschutzmaßnahmen.

- 4.2) Angabe der wichtigsten Literatur über das Fachgebiet:
Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau:
RVS (Österreich), SNV (Schweiz), RAS (Deutschland), HDM bzw. HCM (USA) etc., sowie Bericht über die europäische Tagung über hoch polymermodifizierten Asphalt in Brüssel
12. - 14. Mai 1982
Diverse Publikationen, Esso - Belgien
- 4.3) Ziele des Vorhabens und Vorteile der angestrebten Ergebnisse in Bezug auf den Förderungsbereich:
Ziel des geplanten Forschungsvorhabens ist die Lärmbelastigung der Anrainer an der Probestrecke durch Aufbringung des hoch polymermodifizierten Flüsterasphaltes zufriedenzustellen und gleichzeitig den Verkehrsteilnehmern auf dem Teilstück der Probestrecke die Unterschiede zu herkömmlichen Belägen vor Augen zu führen.
Mit der Durchführung der Lärmmessung inkl. Auswertung wird vor und nach Aufbringen die Reduzierung des Lärmpegels nachgewiesen sowie eine Pegelstatistik und Frequenzanalyse durchgeführt.

Allfällige Fortsetzung auf Beilage

- 4 -

5. GEPLANTE DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS

5.1 Überlegungen zur praktischen Durchführung.

5.2 Detailliertes Arbeitsprogramm.

5.1) Überlegungen zur praktischen Durchführung:

Die Aufbringung des hoch polymermodifizierten Flüsterapshaltes ist aus Gründen des Einsatzes der erforderlichen Spezialgeräte im Zeitraum vom 21.5.84 bis 8.6.1984 vorgesehen.

Die Lärmpegelmessungen werden etwa eine Woche vor und 1 Woche nach Aufbringung des Belages durchgeführt.

Das Bearbeitungsteam wird entsprechend der Qualifikation für jeden Bearbeitungsabschnitt unterschiedlich zusammengesetzt.

Die Projektsleitung bleibt für alle 3 Bearbeitungsabschnitte beim Antragsteller.

5.2) Det. Arbeitsprogramm:

Vorarbeiten, Literatursammlung, Besichtigung der Maschinen und Absprache mit den Herstellern, Abstimmung des Arbeitsprogrammes, Abstimmung mit dem Auftraggeber, laufende Abstimmung mit dem Labor, Durchführung von Voruntersuchungen, Erstellung von Labormodellen

5.2.1) Verkehrstechnischer Abschnitt:

Durchführung mit der Lärmmessung und Auswertung vor Aufbringung des Belages, Aufbringen des Flüsterbelages, laufende Untersuchungsentnahme von Asphaltproben; Zusammenfassung sämtlicher Einbauergebnisse.

5.2.1.1.) Die Durchführung der Lärmmessung beinhaltet:

- a) Lärmmessungen inkl. Verkehrszählung
- b) Auswertung
- c) Bereitstellung von Meßgeräten für die Lärmmessung und Auswertung
- d) EDV-Ausarbeitung

5.2.1.2) Die Asphaltuntersuchungen:

- A) Voruntersuchungen LABOR:
 - a) Gesteinsmaterialien:
 - 1) Splitte - Splittsiebungen
 - 2) Brechsand - Naßsiebungen
 - b) Untersuchungen des Ausgangsbitumens:
 - 1) Ermittlung d. Penetration
 - 2) Ermittlung des Erweichungspunkt Ring und Kugel
 - 3) Ermittlung des Brechpunktes nach Dr. Frass
 - c) Bindemitteluntersuchungen:
 - 1) Ermittlung der Korngrößenverteilung der Aditive
 - 2) Herstellung und Überprüfung des hoch polymermodifizierten Bitumens
 - 3) Ermittlung der Penetration
 - 4) Ermittlung des Erweichungspunkt Ring und Kugel
 - 5) Ermittlung des Brechpunkt Dr. Frass

Allfällige Fortsetzung auf Beilage

Seite 4.1)

- 6) Ermittlung der Rückformung nach Nüssel
- 7) Überprüfung der Homogenität d. Bindemittels unter dem Mikroskop
- d) Haftfähigkeit des Bindemittels am Gestein:
 - 1) Statische Wasserlagerung gemäß ÖNORM C 9250
 - 2) Dynamische Wasserlagerung nach Prof. Paulmann
- e) Herstellung der Asphaltmischgüter im Labor:
Herstellung von hoch polymermodifizierten Asphalt, wobei das modifizierte Bindemittel mit Norm-Bitumen verglichen werden soll.
 - 1) Kompl. Mischgutuntersuchungen
 - 2) Ermittlung der Verformungsfestigkeit im Kriechtestgerät
 - 3) Ermittlung der Verschleißfestigkeit mit dem Nadelabriebgerät nach Dr. Tröger
 - 4) Ermittlung der Bitumenkennwerte am rückgewonnenen Bindemittel.
- f) Auswertung der Prüfergebnisse - Erstellung der Rahmenrezeptur:
- B) Baustellenüberprüfungen:
 - 1) Durchführung von Abreißversuchen mit dem Zugprüfgerät Schenck und Trebel zur Überprüfung der Haftfestigkeit zwischen dem Belag und dem darunterliegenden Altbestand.
 - 2) Überprüfung der Griffigkeit der Fahrbahndecke mit dem SRT-Pendel an Meßpunkten
 - 3) Entnahme von Bohrkernen zur Überprüfung der Verschleißfestigkeit nach Dr. Tröger
 - 4) Untersuchungen von Asphaltmischgutproben

5.2.2) Verkehrstechnischer Abschnitt:

Durchführung der Lärmessung und Auswertung vor Aufbringung des Belages. Aufbringen des Flüsterbelages, laufende Untersuchungsentnahme von Asphaltproben, Zusammenfassung sämtlicher Einbauergebnisse.

5.2.3) Auswertung:

Zusammenfassung sämtlicher Prüfergebnisse der Lärmessung inkl. Lärmergebnisse vor und nach Aufbringen des Asphaltes; Zusammenfassung sämtlicher Ergebnisse der Laboruntersuchungen.

Berechnung und Berichterstellung über die Gesamtausführung während der Arbeiten.

5.2.4) Termin:

Lärmessung vor Durchführung der Arbeiten ab 7.5.1984.
Arbeitsdurchführung - Fertigstellung: vom 21.5. - 8.6.1984.
Abschlußbericht: 6 Monate nach Fertigstellung

Beilage B
zu Z. 10. 101/386 - F 1A/1a/1a

BUNDESMINISTERIUM FÜR BAUTEN UND TECHNIK

Straßenforschung

Heft 282

Lärmpegelsenkung durch Flüsterasphalt

von

a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Stehno
Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Stickler
Dipl.-Ing. Johann Ertl

Forschungsvorhaben gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Bauten und Technik

Wien 1986

In der Schriftenreihe „Straßenforschung“ werden Berichte über die vom Bundesministerium für Bauten und Technik im Rahmen der Straßenforschung geförderten bzw. in Auftrag gegebenen Forschungsvorhaben veröffentlicht. In besonderen Fällen werden auch andere die Entwicklung des Straßenbaues betreffende Forschungsberichte in diese Reihe aufgenommen.

Die von den Verfassern ausgearbeiteten Berichte werden unverändert übernommen. Ihr Inhalt entspricht nicht in jedem Falle der Ansicht des Herausgebers.

Die Hefte der Schriftenreihe werden vom Bundesministerium für Bauten und Technik, Sektion Bundesstraßenverwaltung, A-1010 Wien, Stubenring 1, nach besonderem Verteiler abgegeben. In beschränkter Stückzahl können sie zu dem im Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte angegebenen Betrag auch vom Kommissionsverlag: Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein, A-1010 Wien, Eschenbachgasse 9, bezogen werden.

Ein Nachdruck — auch auszugsweise — ist nur mit Genehmigung des Bundesministeriums für Bauten und Technik gestattet.

Herausgeber, Eigentümer und Verleger:

Republik Österreich, Bundesministerium für Bauten und Technik, Bundesstraßenverwaltung

Für den Inhalt verantwortlich: Dipl.-Ing. Karl WIMMER

Umschlaggraphik: Wolfgang NEIDHART

alle A-1010 Wien, Stubenring 1

Druck: G. Gistel & Cie. Ges. m. b. H., A-1031 Wien, Münzgasse 6

Vertrieb: Forschungsgesellschaft f. d. Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein, A-1010 Wien, Eschenbachgasse 9

ISSN 0379-1491

Kurzfassung

„Flüsterasphalt“ ist eine zweischichtige, äußerst elastische Fahrbahndecke, die in Stärken von drei bis acht Zentimeter fugenlos auf jede tragfähige Straßenunterkonstruktion und Fahrbahndecke aufgebracht werden kann.

Die im vorliegenden Forschungsauftrag auf der Flüsterasphalt-Versuchsstrecke Angath (A 12 km 14,5—16,0) durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß „Flüsterasphalt“ eine Fahrbahndeckenkonstruktion ist, die wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Straßenbelägen bringt:

- Der über einer hochelastischen Membranschichte aufgebrachte Drainasphalt ist — bedingt durch den durch Verwendung eines elastomeren Spezialbindemittels möglichen großen Hohlraumgehalt zwischen 16 und 20% — geeignet, das gesamte Niederschlagswasser von der Fahrbahn durch den Drainasphalt abzuführen. Bei den „Naßmessungen“ wurden kaum Wasserfahnen hinter PKW und LKW festgestellt.
- Durch das hochelastische Verhalten der Membranschichte erfolgt eine absolut wasserdichte Isolierung gegen die Unterkonstruktion.
- Die gegenüber konventionellem Drainasphalt um 40% geringeren Abriebwerte lassen lange Standzeiten der „Flüsterasphalt“decken erwarten und vermeiden Spurrinnenbildung.
- Die große Kälteflexibilität sowie der zu herkömmlichen Bitumen um 60% höhere Steifigkeitsmodul ergeben dauerhafte Drainasphaltdecken ohne Aquaplaning und Sprühhahnenbildung und damit hohe Verkehrssicherheit.
- Durch die schnelle Aufbringung des „Flüsterasphalts“ können Verkehrsbehinderungen auf sehr kurze Zeit beschränkt werden — die Bauzeit in Angath betrug lediglich acht Kalendertage für 30.000 m² Belag.
- Die Lärmimmissionspegel durch Aufbringung von „Flüsterasphalt“ auf die Betonfahrbahn der Meßstrecke wurden zwischen 4,1 dB und 5,5 dB gesenkt. Die größte mittlere Pegelreduzierung ergab sich für die Nachtmessungen mit 5,3 dB, gefolgt von der „Naßmessung“ mit 4,9 dB und der Tagmessung mit 4,3 dB. Für die trockene Fahrbahn ergab sich ein Durchschnittswert der Pegelsenkung gemittelt über die vier Meßpunkte, Tagmessungen und Nachtmessungen, um 4,8 dB. Bei 4000 Hz wurden die größten Pegelunterschiede mit rund 10 dB festgestellt.
- Die zischenden, hochfrequenten Fahrgeräusche, wie sie bei der nassen Betonfahrbahn auftraten, waren beim „Flüsterasphalt“ nicht vorhanden. Der maßgebende energieäquivalente Dauerschallpegel war bei der nassen Betonfahrbahn um 0,6 dB lauter als bei der trockenen. Der nasse „Flüsterasphalt“ war praktisch gleich laut wie der trockene.
- Das Rollgeräusch, das durch das Zusammenwirken von Reifen und Straßenoberfläche entsteht, wurde durch den „Flüsterasphalt“ bei einem Test-PKW um 8,2 dB und bei einem Test-LKW um 8,8 dB vermindert.
- Das Rollgeräusch der Betondecke ist durch die dominanten hohen Frequenzanteile als lästiger und somit störender einzustufen als das des „Flüsterasphalts“. Der „Flüsterasphalt“ ist im mittleren und hohen Frequenzbereich um 4 dB bis 15 dB leiser als die Betonfahrbahn. Die Reduzierung der hohen und mittelfrequenten Fahrzeuggeräusche durch den „Flüsterasphalt“ ist einerseits auf das Schallabsorptionsvermögen der matten, griffigen Oberfläche und andererseits auf seine Ebenflächigkeit und Elastizität zurückzuführen. Die subjektiven Wahrnehmungen der Bevölkerung stehen in Übereinstimmung mit den Lärmmessungen. Tieffrequente Verkehrsgeräusche werden als weniger lästig empfunden.

„Flüsterasphalt“ ist eine Maßnahme zur Verminderung des Straßenverkehrslärms „an der Quelle“ und daher geeignet, bauliche Lärmschutzmaßnahmen zu ergänzen bzw. zu ersetzen.

Summary

"Flüsterasphalt" (silent asphalt) is an extremely elastic road surface consisting of two layers which can be put on any portative subconstruction and road surface without joints in thicknesses of three to eight cm.

The examinations carried out on the "Flüsterasphalt" test road in Angath (A 12, km 14,5—16,0) in the course of the research assignment at Issue have shown that "Flüsterasphalt" is a road surface construction featuring essential advantages over customary road pavings:

- Due to the use of an elastomer special bonding agent a large hollow space content of 16 to 20% becomes possible and so enables the drain asphalt placed on a highly elastic membrane layer to drain off all the precipitation on the carriageway. "Wet measurements" showed hardly any spray behind passenger cars and trucks.
- The highly elastic membrane layer effects an absolutely watertight insulation of the subconstruction.
- Abrasion values are 40% below those of customarily used drain asphalt wherefore a longer lifetime of the "Flüsterasphalt" surfaces may be expected and, at the same time, tracking is avoided.
- A high low-temperature flexibility as well as a rigidity module increased by 60% compared with customary bitumen make for durable drain asphalt surfaces without aquaplaning and formation of spray water thus rendering high traffic safety.
- Road surfacing with "Flüsterasphalt" is effected very quickly and reduces obstruction of traffic to a minimum—in Angath the construction period for 30.000 m² of road surfacing was a mere eight calendar days.
- By putting "Flüsterasphalt" on the concrete surface of the test road the noise levels sank by between 4,1 dB and 5,5 dB.
The largest mean noise reduction of 5,3 dB was measured at night, followed by the "wet measurement" result of 4,9 dB and the day measurement result of 4,3 dB. For the dry carriageway an average noise reduction of approximately 4,8 dB was found by taking the mean of the four measuring points, the day measurements and the night measurements. The largest noise level differences of approximately 10 dB were measured at 4000 Hz.
- The hissing high frequency driving noises observed on wet concrete surfaces did not occur with "Flüsterasphalt". The relevant energy-equivalent continuous noise level was 0,6 dB higher on the wet concrete surface than on the dry one. The wet "Flüsterasphalt" virtually had the same noise level as the dry one.
- The rolling noise produced by the contact of tires and road surface was reduced by "Flüsterasphalt" by 8,2 dB in the case of a test passenger car and by 8,8 dB in the case of a test truck.
- Because of the predominant high frequencies the rolling noise on a concrete surface is to be classified more disturbing and thus a greater nuisance than the rolling noise on "Flüsterasphalt". In medium and high frequency ranges "Flüsterasphalt" is less noisy than concrete surfaces by between 4 dB and 15 dB.
- The reduction of high and medium frequency driving noises by "Flüsterasphalt" is to be attributed to the sound absorbing capacity of the dull surface which gives a good grip on the one hand, and to its plane surface and elasticity on the other hand. The subjective perceptions of the public concur with the noise measurements taken. Low frequency traffic noises are considered less annoying.

"Flüsterasphalt" is a measure reducing traffic noise at its source and is therefore well suited to supplement or replace constructional noise protection measures.

Sommaire

Le «Flüsterasphalt» (asphalte silencieux) est un revêtement routier extrêmement élastique à deux couches qui peut être épandu sans joints en épaisseurs de 3 cm à 8 cm sur toute chaussée ou fondation solide.

Les études faites au cours du présent programme de recherches sur la piste d'essai d'Angath (sur l'autoroute A 12, km 14,5—16,0) prouvent que le «Flüsterasphalt» est un revêtement routier qui offre des avantages essentiels par rapport à l'asphalte classique.

- L'asphalte drainant est épandu sur une membrane à haute élasticité. Grâce à sa teneur en vides très élevée (de 16% à 20%) qui résulte de l'utilisation d'un liant élastomère spécial, il fait écouler la totalité des eaux de précipitation drainant ainsi la chaussée. Les mesurages sur chaussée mouillée ont permis de constater qu'il n'y avait guère d'éclaboussures dans le sillage des voitures et camions.
- La haute élasticité de la membrane mène à une isolation absolument imperméable vers la fondation.
- L'abrasion du «Flüsterasphalt» est de 40% inférieure à celle de l'asphalte traditionnel, ce qui promet une plus grande durabilité et empêche de plus la formation des ornières.
- La haute flexibilité au froid et le module de raideur dépassant de 60% celui du bitume traditionnel produisent des revêtements durables, évitent le danger de l'aquaplaning ainsi que les éclaboussures et augmentent par conséquent la sécurité de la circulation.
- L'épandage rapide du «Flüsterasphalt» permet de minimiser les empêchements à la circulation — la mise en place du revêtement de la piste d'essai n'a demandé que huit jours pour une surface de 30.000 m².
- La réduction du niveau du bruit causée par l'épandage du «Flüsterasphalt» sur la chaussée en béton de la piste d'essai varie entre 4,1 dB et 5,5 dB. La plus importante réduction moyenne a été constatée la nuit (5,3 dB), suivie par la réduction mesurée sur chaussée mouillée (4,9 dB) et celle mesurée le jour (4,3 dB). Sur la chaussée sèche la réduction moyenne, résultant des mesurages diurnes et nocturnes aux quatre points de mesurage, était de 4,8 dB. À une fréquence de 4000 Hz les plus grandes différences de niveau mesurées étaient de 10 dB environ.
- Les bruits sifflants à haute fréquence tels qu'ils se produisaient sur la chaussée en béton n'existaient pas sur le «Flüsterasphalt». Sur la chaussée en béton mouillée le niveau du bruit permanent dépasse de 0,6 dB celui de la chaussée sèche. Par contre, le «Flüsterasphalt» mouillé n'est pas plus bruyant que celui sec.
- Le bruit du roulement produit par le contact des pneus et la surface de la route diminue de 8,2 dB lors des essais avec une voiture particulière et de 3,8 dB lors des essais avec un camion.
- A cause de la prédominance des fréquences hautes et moyennes le bruit du roulement sur la chaussée en béton est plus désagréable et plus ennuyeux que sur le «Flüsterasphalt». Dans la zone des hautes et moyennes fréquences le «Flüsterasphalt» est plus silencieux que le béton — la réduction varie entre 4 dB à 15 dB.
- La réduction des bruits de la circulation à haute et moyenne fréquence au moyen du «Flüsterasphalt» s'explique d'une part par la haute capacité d'absorption acoustique de sa surface opaque et frottante et d'autre part par sa planéité et son élasticité. Les perceptions subjectives de la population correspondent aux mesurages. Les bruits de la circulation à basse fréquence sont ressentis comme étant moins fastidieux.

Le «Flüsterasphalt» est une mesure à prendre afin de réduire les bruits de la circulation à leur source. C'est donc un instrument valable, à même de compléter ou remplacer les mesures constructives entreprises dans la lutte contre le bruit.

Sommario

«Flüsterasphalt» (asfalto silenzioso) è un manto stradale a due strati estremamente elastico, che può essere applicato senza giunti in spessori da 3 ad 8 cm su ogni sottofondo e manto stradale portante.

Dalle prove, svolte nel corso del presente incarico di ricerca lungo il tratto sperimentale di Angath (Autostrada A 12, km 14,5—16,0) ricoperto con «Flüsterasphalt», risulta che «Flüsterasphalt» è una pavimentazione stradale che offre notevoli vantaggi rispetto ai manti stradali tradizionali.

- L'asfalto drenante — ottenuto tramite l'impiego di un legante speciale elastomero che permette un elevato volume di vuoti tra il 16 ed il 20% — posto su una membrana altamente elastica è indicato a smaltire attraverso di esso l'intera acqua piovana dalla carreggiata. Durante le misurazioni su carreggiata bagnata non sono state quasi rilevate scie d'acqua dietro alle autovetture ed agli autocarri.
- La struttura di sottofondo è completamente impermeabilizzata a causa del comportamento iperelastico della sovrastante membrana.
- I valori di usurazione inferiori del 40% rispetto a quelli del tradizionale asfalto di drenaggio comportano tempi di durata più lunghi ed evitano la formazione di solchi sulla carreggiata.
- Grazie all'alto grado di flessibilità al freddo oltre ad un modulo di plasticità superiore del 60% rispetto a quello dei bitumi tradizionali si hanno superfici di asfalto drenante più durature ed è possibile eliminare il fenomeno dell'Aquaplaning e la formazione delle scie d'acqua con il conseguente aumento di sicurezza sulle strade.
- Con la veloce stesura del «Flüsterasphalt» possono essere limitati a periodi molto brevi gli intralci alla circolazione — la posa del manto ad Angath ha richiesto soltanto otto giorni per una superficie complessiva di 30.000 mq di manto stradale.
- I livelli di trasmissione acustica risultanti dall'uso del «Flüsterasphalt» sulla carreggiata di conglomerato cementizio nel tratto sperimentale sono stati ridotti a valori compresi tra 4,1 dB e 5,5 dB. La più alta riduzione del livello medio è risultata per le misurazioni notturne di 5,3 dB, seguita dalla misurazione su carreggiata bagnata di 4,9 dB e dalla misurazione diurna di 4,3 dB. Per la carreggiata asciutta è risultato un valore medio di riduzione del livello di 4,8 dB, pari alla media di quattro valori ottenuti nelle misurazioni diurne e notturne. A 4000 Hz sono state osservate le maggiori differenze di livello con circa 10 dB.
- Le fischianti rumorosità di marcia ad alta frequenza, come compaiono sulla carreggiata in conglomerato cementizio, non si sono rivelate con il «Flüsterasphalt». Il determinante livello acustico permanente risultò per la carreggiata in conglomerato cementizio asciutta più rumoroso di 0,6 dB rispetto a quello per la carreggiata in conglomerato cementizio bagnata. Il «Flüsterasphalt» bagnata era praticamente ugualmente rumoroso di quello asciutto.
- Le rumorosità dovute al rotolamento dei pneumatici sull'asfalto sono state ridotte con l'uso di «Flüsterasphalt» di 8,2 dB in un test con autovetture e di 8,8 dB in un test con autocarri.
- Il rumore di rotolamento della pavimentazione in conglomerato cementizio è per la dominanza delle alte frequenze da valutarsi come più molesto rispetto a quello provocato dal «Flüsterasphalt». Il «Flüsterasphalt» è nella gamma di frequenze medie ed alte più silenzioso della carreggiata in conglomerato cementizio — la riduzione varia tra 4 dB e 15 dB.
- La riduzione della rumorosità ad marcia ad alta e bassa frequenza mediante il «Flüsterasphalt» è da attribuire da una parte alla capacità di assorbimento acustico della superficie opaca ed antisdrucchiole e dall'altra alla sua superficie piana ed alla sua elasticità. Le percezioni soggettive della popolazione sono conformi alle misurazioni del rumore. Rumori del traffico a bassa frequenza vengono sentiti come meno fastidiosi.

«Flüsterasphalt» è un provvedimento alla fonte per la riduzione del rumore del traffico stradale e perciò indicato ad integrare o a sostituire costruzioni protettive contro i rumori.

Vorwort

Die Versuchsstrecke Angath wurde von der „ARGE Flüsterasphalt“ (CT-Bitumen Gesellschaft, Wien; ESSO-Spezialbitumen, Wien; Traunfellner Baugesellschaft, Scheibbs) ausgeführt.

Die asphalttechnischen Untersuchungen und begleitenden Qualitätskontrollen wurden durch das Nievelt-Labor (autorisiertes Labor für die Untersuchung von bituminösen Baustoffen, Baumaterialien und Beton), Stockerau, durchgeführt.

Die Autoren des vorliegenden Berichtes danken Herrn Dipl.-Ing. Tibor NEMETH (CT-Bitumen) und Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Gottfried NIEVELT (Nieveld-Labor) für die kollegiale Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	11
1.1 Problemstellung	11
1.2 „Flüsterasphalt“	11
1.3 Ziel des Forschungsvorhabens	14
2. Versuchsstrecke Angath — A 12 Inntalautobahn	15
2.1 Anforderungen an Belageigenschaften	15
2.2 Belageinbau	15
2.2.1 Vorarbeiten	15
2.2.2 Belagsaufbringung	18
2.3 Abnahmeprüfung auf der Baustelle	18
2.3.1 Ebenflächigkeit	18
2.3.2 Griffigkeit	18
2.4 Bautechnischer Befund	19
3. Lärmtechnische Untersuchung	20
3.1 Einrichtung der Meßstellen	20
3.1.1 Beschreibung der Meßpunkte	20
3.1.2 Verwendete Meßgeräte	23
3.2 Durchführung der Messungen	27
3.2.1 Verkehrsgeräuschmessung	27
3.2.2 Rollgeräuschmessung	28
3.3 Meteorologische Daten	28
3.4 Verkehrstechnische Daten	30
3.4.1 Begleitende Verkehrszählung	30
3.4.2 Geschwindigkeitsmessung	35
3.5 Lärmtechnische Daten	43
3.5.1 Allgemeines — Definition	43
3.5.2 Energieäquivalenter Dauerschallpegel und Summenhäufigkeitspegel	47
3.5.3 Rollgeräuschpegel	55
3.6 Ergebnisse	56
3.6.1 Energieäquivalenter Dauerschallpegel	56
3.6.2 Pegelhäufigkeitsverteilungen	64
3.6.3 Frequenzspektrum der Verkehrsgeräusche	70
3.6.4 Rollgeräusche	74
3.7 Untersuchung der Störwirkung	78
3.7.1 Skalen der Lautstärke	78
3.7.2 Ermittlung der Lautstärkepegel	79
3.7.3 Beurteilung der Störwirkung	84
4. Asphalttechnische Laboruntersuchungen	85
4.1 Durchgeführte Untersuchungen	85

	Seite
4.2 Bindemitteluntersuchung	85
4.3 Zuschlagsstoffe	89
4.4 Verformungsfestigkeit	89
4.5 Verschleißwiderstand	92
4.6 Haftfestigkeit	93
5. Zusammenfassung	94
5.1 Eignung von „Flüsterasphalt“ als Straßenbelag	94
5.2 Ergebnisse der lärmtechnischen Untersuchung	94
5.2.1 Energieäquivalenter Dauerschallpegel	94
5.2.2 Pegelhäufigkeiten	96
5.2.3 Frequenzspektren der Verkehrsgeräusche	96
5.2.4 Rollgeräusche	96
5.3 Schallemission des „Flüsterasphalts“ im Vergleich zu anderen Fahrbahndecken ...	97
Literaturverzeichnis	98

Anschrift der Verfasser:

a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Stehno
 Zivilingenieur für Technische Physik
 Bilgeristraße 11c, A-6080 Innsbruck-Igls
 Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Stickler
 Zivilingenieur für Bauwesen
 Lohbachufer 21, A-6020 Innsbruck
 Dipl.-Ing. Johann Ertl
 Zivilingenieur für Bauwesen
 Wiedner Hauptstraße 23—25, A-1040 Wien

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Lärmbelästigung ist eine der unverträglichsten Begleiterscheinungen des Verkehrs in unserem Leben. Wie Meinungsumfragen der letzten Jahre zeigen, fühlt sich jeder dritte Einwohner unseres Landes durch Verkehrslärm belästigt. Wissenschaftler aus allen Gebieten der Verkehrstechnik und der Fahrzeugindustrie, ebenso wie die Fachleute des Straßenwesens und der Umwelttechnik suchten seit Jahrzehnten nach geeigneten Lösungen, um die Lebensqualität entlang stark befahrener Straßen zu verbessern.

Bislang wurde versucht, hauptsächlich durch bauliche Lärmschutzanlagen die Anrainer vor Verkehrslärm zu schützen. Die passiven Maßnahmen entlang bestehender Straßen waren hauptsächlich Lärmschutzwände, Steilwälle, Lärmschutzwälle und Schallschutzfenster oder deren Kombinationen. Diese Maßnahmen bewirken allerdings zum Teil eine beträchtliche Störung des Landschaftsbildes, Verkehrsbeeinträchtigung während des Baues durch Einengung des fließenden Verkehrs und bei Einbau von Lärmschutzfenstern einen Eingriff in die Privatsphäre der betroffenen Anrainer. Diese unbefriedigenden bautechnischen Lösungen haben zu zahlreichen Forschungen auf dem Sektor „Fahrbahndecke und Fahrzeugbau“ geführt.

Es kann nach ULLRICH [31] allgemein davon ausgegangen werden, daß die Fahrgeräusche von PKW beim Fahren im höchsten Gang nur 1 bis 2 dB über den Rollgeräuschen liegen. Diese geringe Differenz bedeutet, daß die Rollgeräusche höher sind als die Motorgeräusche und damit das gesamte Fahrgeräusch im wesentlichen durch die Art der Reifen, die Straßenoberfläche und die Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird.

Die maximal gemessene mittlere Differenz der Rollgeräusche betrug 6 dB zwischen einer geriffelten Gußasphaltdecke und einer Asphaltbetondecke. Dieser Wert von 6 dB ist als Maximum dessen anzusehen, was bei der Minderung von PKW-Rollgeräuschen mit den derzeit verwendeten Straßendecken zu erreichen ist.

Abgesehen von Gefällestrecken, bei denen unter Umständen für die Lärmemission die reinen Rollgeräusche maßgebend sein können, wird im allgemeinen der Unterschied jedoch geringer sein, da die Motorgeräusche zum Wirkpegel beitragen. So bringt diese Rollgeräuschminderung um 6 dB eine Minderung des Fahrgeräusches eines reinen PKW-Verkehrstromes auf Autobahnen und Schnellstraßen von 3,5 dB [31]. Je nach Anteil des LKW-Verkehrs wird diese Minderung geringer.

Wenn man bedenkt, daß eine Pegelreduzierung des Fahrgeräusches um 3 dB (A)

- einer Verdoppelung der Entfernung (Linienquelle)
- einer Halbierung der Verkehrsmenge
- einer Reduzierung der Verkehrsgeschwindigkeit um 25%

gleichkommt, ist der Spielraum der Auswirkungen auf den Verkehrslärm abgesteckt.

Maßnahmen zur Reduzierung des Straßenverkehrslärms sind deshalb innerorts durch Dämpfungsmaßnahmen am Motor usw. und außerorts bei höheren Geschwindigkeiten und frei fließendem Verkehr durch entsprechende Auswahl der Straßenoberflächen und Reifenkonstruktionen zielführend. Es ist deshalb die Frage zu beantworten, inwieweit die Straßenbautechnik beispielsweise durch Bauart, Deckenaufbau, Mischgutzusammensetzung, Einbauverfahren und „Finish“ der Straßendeckschichten einen Beitrag zur Lärmbekämpfung leisten kann.

Bei der Auswahl der Belagsart ist damit neben Ebenheit, Griffigkeit, Verschleißfestigkeit und Standfestigkeit auch das Geräusch als wichtiger Faktor zu berücksichtigen.

1.2 „Flüsterasphalt“

Innovationen auf dem Sektor der bituminösen Straßendecken betreffen zur Zeit die Herstellung von Dünnschichtbelägen nach dem Schlämmeverfahren und dem Heißmischverfahren,

beide unter Verwendung von polymermodifiziertem Bitumen. Auch für die Herstellung von Drainasphalten, die vor allem das Aquaplaning und die Reifenrollgeräusche reduzieren sollen, sind vielfach polymermodifizierte Bitumen im Einsatz.

Drainasphalte sind charakterisiert durch Hohlraumgehalte im eingebauten Zustand über 15 Vol.-%, durch grobporigen Kornaufbau, der eine sichere Drainagewirkung gewährleistet und durch eine Reihe von Vorteilen, die vor allem der Verkehrssicherheit und dem Umweltschutz dienen [37]:

- Drainagewirkung: Hohlraumgehalte in der oben erwähnten Größenordnung, die entsprechend große Querschnitte aufweisen und miteinander verbunden sind, lassen ein Abfließen des Oberflächenwassers innerhalb des Belags zu den Entwässerungseinrichtungen zu, wenn die Regenintensität nicht ein bestimmtes Maß überschreitet. Unter solchen Bedingungen wird das gefürchtete Aquaplaning vermieden. Überschreitet aber der Wasserandrang die Drainagierfähigkeit des Belags, so kommt ein Mechanismus zum Tragen, der ebenfalls das Aquaplaning verhindert: der Reifen preßt das Wasser unter sich in die Poren. Da diese Poren eine Verbindung zu Teilen der Belagsoberfläche aufweisen, die von der Reifenaufstandfläche nicht berührt werden, kann ein Druckausgleich und das Rad hat weiterhin Kontakt mit der Straßenoberfläche.
- Rollgeräusch: Hohlräume der geschilderten Art sind imstande, die beim Überrollen auftretenden Druckwellen zu brechen und damit die Reifenrollgeräusche wesentlich zu reduzieren. Verwendet man als Bindemittel ein polymermodifiziertes Bitumen, so sind zusätzlich gewisse elastische Komponenten an den Flanken der einzelnen Gesteinskörper innerhalb der Hohlräume gegeben, die zusätzlich eine Dämpfung des Rollgeräusches mit sich bringen und vor allem eine Reflexion in die Umgebung reduzieren.
- Lichtreflexion: Drainasphalte weisen an ihrer Oberfläche zahlreiche Hohlräume auf, deren Flanken im wesentlichen senkrecht zur Belagsoberfläche liegen. Da solche Flächen das Scheinwerferlicht — im Gegensatz zu einem völlig glatten Straßenbelag — reflektieren können, erscheinen Drainasphalte in der Nacht unter Scheinwerfereinfluß wesentlich heller und erlauben auch besser, Hindernisse zu erkennen.

Drainasphalte bestehen im wesentlichen aus Grobsplittfraktionen, die miteinander punktförmig durch Feinstanteile und einem möglichst dicken Bitumenfilm verkittet sind. Als die ersten Drainasphalte hergestellt wurden, versuchte man den dicken Bindemittelfilm vor allem durch Zugabe stabilisierender Füller und Herstellung bei möglichst niedriger Mischtemperatur sicherzustellen.

Dies brachte naturgemäß bei größeren Transportweiten Schwierigkeiten mit sich. Erst durch die Verwendung von modernen Faserstoffen lassen sich entsprechend dicke Bindemittelfilme am Gestein festhalten. Verwendet man zusätzlich ein polymermodifiziertes Bindemittel, so besteht die Chance, die Festigkeit des Drainasphalts deutlich zu erhöhen und gleichzeitig zusätzlich eine erhöhte Dämpfung der Rollgeräusche innerhalb des Belags sicherzustellen.

Auch bei diesem an sich schon als Innovation zu bezeichnenden Asphaltbelag bedeutet die Verwendung der polymermodifizierten Bindemittel eine zusätzliche Verbesserung [37].

In den USA wurde bereits die „zweite Generation“ von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von hochelastischen modifizierten Bindemitteln mit besonderen lärmabsorbierenden Eigenschaften entwickelt.

Der sogenannte „Flüsterasphalt“ ist eine zweischichtige Asphaltfahrbahndecke unter Verwendung von hochelastomerem Spezialbitumen. Das Spezialbindemittel wurde von der Arizona-Refinery-Company entwickelt und am Asphaltinstitut in Arizona (USA) normiert [32 bis 36]. Der Exxon-Konzern erhielt die Patentrechte und stellt dieses Spezialbindemittel seit 1974 her. „Flüsterasphalt“ wird in Europa (erstmalig in Belgien) seit 1981 verwendet.

Zum Unterschied von den bisher in Europa verlegten Drainasphalten wird „Flüsterasphalt“ nicht direkt auf die darunterliegenden Asphaltkonstruktionen oder Betonfahrbahndecken verlegt, es werden stattdessen spannungsausgleichende und dämmende Membrane als Zwischenschicht aufgebracht. Diese Schichten, zwischen den Asphaltfahrbahnen oder Betondecken

A12 INNTAL AUTOBAHN

Staatsgrenze BRD - ASt Innsbruck West

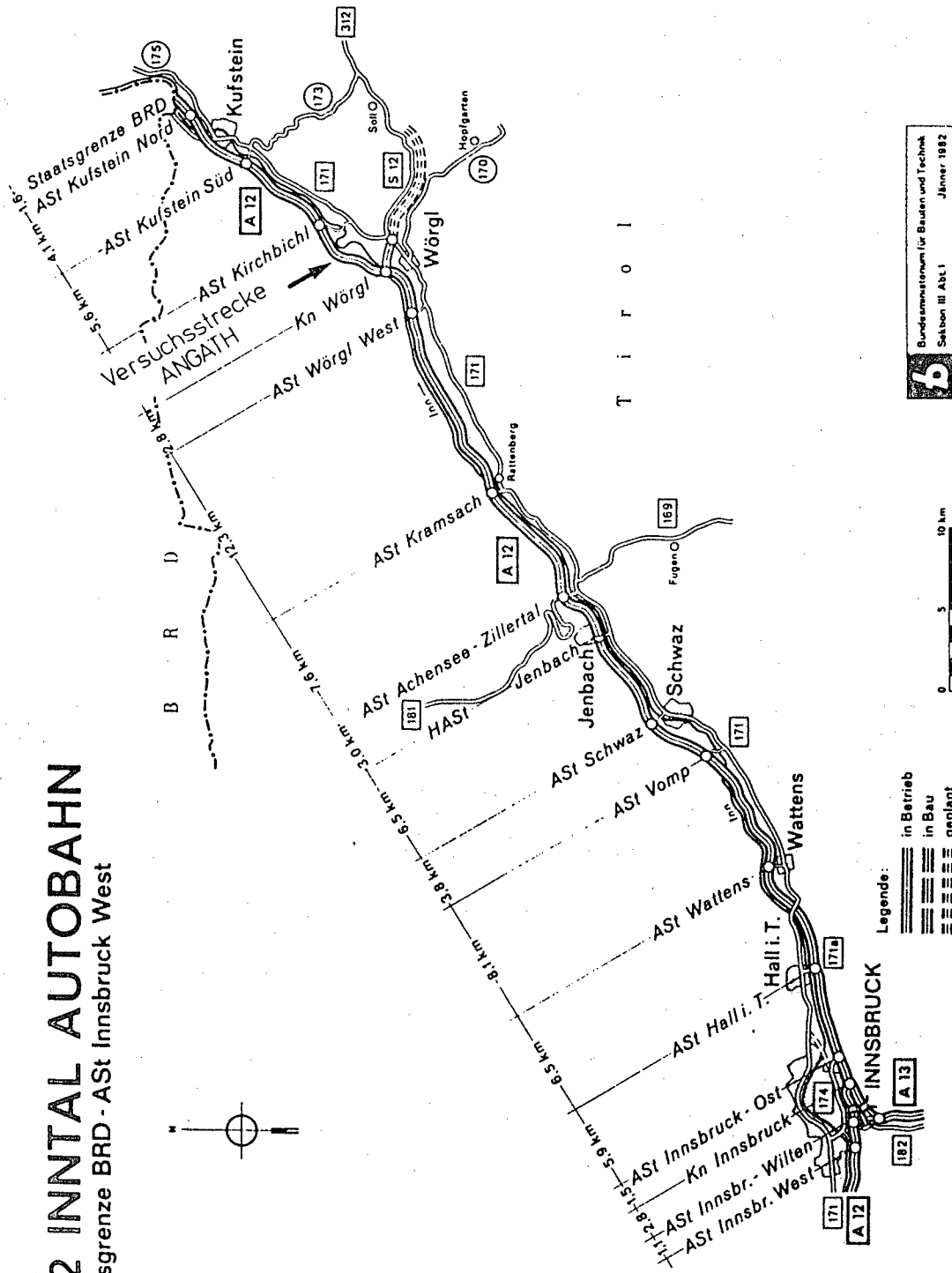


Abb. 1.1

und der Drainschicht, werden durch Aufspritzen hochelastischen Bitumens mit einer Menge von ca. 2,3 bis 3,2 l/m² und Einbringen vorumhüllten Splittes der Korngröße 5/8 oder 8/12, hergestellt. Diese Zwischenschicht (SAMI-Stress Absorbing Membran Interlayer) hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Herstellen eines schubsicheren und dauerhaften Verbundes mit der hohlraumreichen Oberschicht.
- Absolute Abdichtung gegen das Eindringen von Oberflächenwasser auf die darunterliegende Asphalt- oder Betonfahrbahn.
- Erhöhung der lärmabsorbierenden Wirkung des in einem zweiten Arbeitsgang darüber aufgetragenen, aus dem Spezialbindemittel hergestellten Drainasphaltes.

Auf die so hergestellte Zwischenschicht wird der spezielle Drainasphalt, unter Verwendung des hochelastischen Bitumens in einer Dicke von 3 bis 8 cm eingebaut und verdichtet.

Erst die Verwendung dieses neuartigen Bindemittels und die dadurch erst möglichen hohen Filmdicken des Bindemittels bei der Umhüllung des Splittmaterials, bewirken ein deutlich verbessertes dauerelastisches Verhalten solcher Drainschichten, die bei vorangegangenen Versuchen mit anderen Bitumen noch nie erreicht werden konnten [37].

Beide Schichten zusammen ergeben den lärm-dämmenden „Flüsterasphalt“.

1.3 Ziel des Forschungsvorhabens

Die positiven ausländischen Erfahrungen mit „Flüsterasphalt“ haben das Bundesministerium für Bauten und Technik veranlaßt, eine Versuchsstrecke auf der Inntal-Autobahn A12 (Abb. 1.1) mit diesem Belag auszustatten, um eigene Erfahrungen über

- die Eignung von „Flüsterasphalt“ als Fahrbahndecke
- die lärm-mindernden Eigenschaften des „Flüsterasphalts“ in einer Vorher-Nachher-Untersuchung

sammeln zu können.

Entlang der Inntal-Autobahn kommt es — bedingt durch die Trassenführung in der Tallage und durch die hohe Verkehrsbelastung mit ausgeprägtem Güterverkehr — zu starken Lärmbelastungen der angrenzenden Wohngebiete.

Infolge der besonderen Lärmsituation bei Angath wurde die Betondecke auf beiden Richtungsfahrbahnen im Abschnitt 14,5—16,0 mit „Flüsterasphalt“ überzogen, da trotz der errichteten Lärmschutzwand aus Beton noch immer Klagen der Anrainer über Lärmbelastigung vorhanden waren.

Durch Messen und Analysieren des Verkehrslärmes auf der Betonfahrbahn und auf dem „Flüsterasphalt“ sollen folgende Aussagen angestrebt werden:

- Bestimmung des unterschiedlichen energieäquivalenten Dauerschallpegels
- in 25 m Entfernung von der Straße,
- bei besonders lärm-belasteten Objekten.
- Aussage über die mögliche Senkung des energieäquivalenten Dauerschallpegels,
- Frequenzanalyse der Verkehrsgeräusche,
- Frequenzanalyse der reinen Rollgeräusche.

2. Versuchsstrecke Angath — A12 Inntalautobahn

2.1 Anforderungen an Belageigenschaften

Die Anweisungen für die Herstellung des hochelastischen Bindemittels wurden ebenso wie die Mischgutzrezepturen vom Zentrallaboratorium der ESSO Belgium ausgearbeitet. Die Bindemittleigenschaften und die Asphaltmischgutzusammensetzung wurden in Übereinstimmung mit den im Bereich des Brüsseler Rings verwendeten Bindemittel- und Asphaltqualitäten festgelegt.

Damit wurde bei der Ausführung der „Flüsterasphalt“-Versuchsstrecke in Österreich auf der Inntal-Autobahn A12 im Bereich von Angath auf Bindemittelqualitäten zurückgegriffen, wie sie in Belgien bereits seit 1981 mit vollem Erfolg verwendet werden [13]. Somit sind nicht nur Meßergebnisse vergleichbar, sondern darüber hinaus können die positiven belgischen Erfahrungen mit „Flüsterasphalt“ als Anforderungen an die Belageigenschaften für die österreichische Versuchsstrecke formuliert werden:

— Ermüdungsfestigkeit

Drainasphalt unter Verwendung des elastomermodifizierten Bitumens zeigt bei einer gleich großen Anzahl von Beanspruchungszyklen z. B. von 10^6 Lastwiederholungen 80% der Zeitfestigkeit eines herkömmlichen dichten Asphaltbetons, während ein Drainasphalt, hergestellt aus konventionellem Bitumen unter gleichen Belastungsbedingungen nur 30% der Zeitfestigkeit eines konventionellen Asphaltbetons aufweist. Auch hinsichtlich der Ausbildung bleibender Verformungen unter Verkehr ist „Flüsterasphalt“ konventionellen Drainasphalten überlegen. Sie können mehr als die 100fache Beanspruchung aufnehmen, ohne daß höhere permanente Verformungen auftreten, als bei konventionellen Drainasphalten.

— Verschleißwiderstand

Die hochelastischen Eigenschaften des Spezialbindemittels im Fahrbahnbelag bewirken, daß ein Großteil der Stoßenergie von Spikereifen absorbiert wird, was zu einem reduzierten Abrieb führt.

— Viskosität bei hohen Gebrauchstemperaturen

Hohe Kohäsion und sehr hohe Viskosität des Spezialbindemittels verbessern eine Komponente des Verformungswiderstandes entscheidend, nämlich den kohäsiven Verformungswiderstand. „Flüsterasphalt“ zeigt deshalb praktisch keine Spurrinnen — vorausgesetzt, daß eine einwandfrei ausgeführte hochelastische Bindemittelmembran zwischen dem Drainasphalt und der Fahrbahndecke vorliegt und daß als Splittmaterial sowohl für die Herstellung der Absplittung als auch für die Erzeugung des Drainasphaltes nur Splitt mit einem Los-Angeles-Wert ≤ 20 Verwendung gefunden hat.

— Kälteflexibilität

Hinsichtlich der Biegsamkeit bei tiefen Temperaturen ist das elastomermodifizierte Bitumen herkömmlichem Bitumen deutlich überlegen. Unter der Voraussetzung, daß die Einbettung des Splittes zu mindestens 50% erfolgt, ist auch das Splitthaltevermögen bei tiefen Temperaturen und stoßartiger Beanspruchung um vieles besser als bei konventionellem Bitumen.

2.2 Belageinbau

2.2.1 Vorarbeiten

Folgende Arbeitsschritte waren vor der Belagsaufbringung erforderlich:

- Installation des Elastormischers unmittelbar neben der Asphaltmischanlage zur Herstellung des Spezialbindemittels. Bei dem Elastormischer handelte es sich um ein speziell entwickeltes mobiles Gerät der ESSO Belgien.
- Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Elastormischers.
- Herstellung des patentierten elastomermodifizierten Bitumens mit Bitumen B 100 aus der Raffinerie Schwechat unter Beimengung von schwer flüchtigen, aromatischen Ölen im vorgeschriebenen Siedebereich und von synthetischem Gummipulver (beides ausländischer Herkunft). Die Herstellung nahm für je 15 Tonnen Ausgangsbitumen zwei Stunden in Anspruch. Begleitend wurde die Temperatur von 160°C auf 205°C erhöht. Es erfolgte eine ständige Kontrolle der Veränderung der Viskosität des Bitumens bei der Beigabe der Additive.
- Abfüllen des elastomermodifizierten Bitumens nach Erreichen der Einbautemperatur von 205°C in Auftragstankfahrzeuge (Spreader). Diese Spezialfahrzeuge sind mit einer eigenen Heizung ausgestattet. Sie befördern das Bindemittel von der Mischanlage zur Baustelle und sind geeignet, dieses in einer gleichmäßigen Einbaustärke aufzutragen.
- Umfüllen des im Elastormischer hergestellten Spezialbindemittels in die Bitumentanks der Mischanlage und Herstellung des Drainasphalts.
- Sperre einer Richtungsfahrbahn der Inntal-Autobahn und
- Einfräsen eines 3 cm tiefen Keils in die Betonfahrbahndecke am Baubeginn und -ende, um einen sauberen Anschluß für die Aufbringung des „Flüsterasphalts“ zu erzielen.
- Reinigung der gesamten Strecke von Staub mittels Kehrsaugwagen.

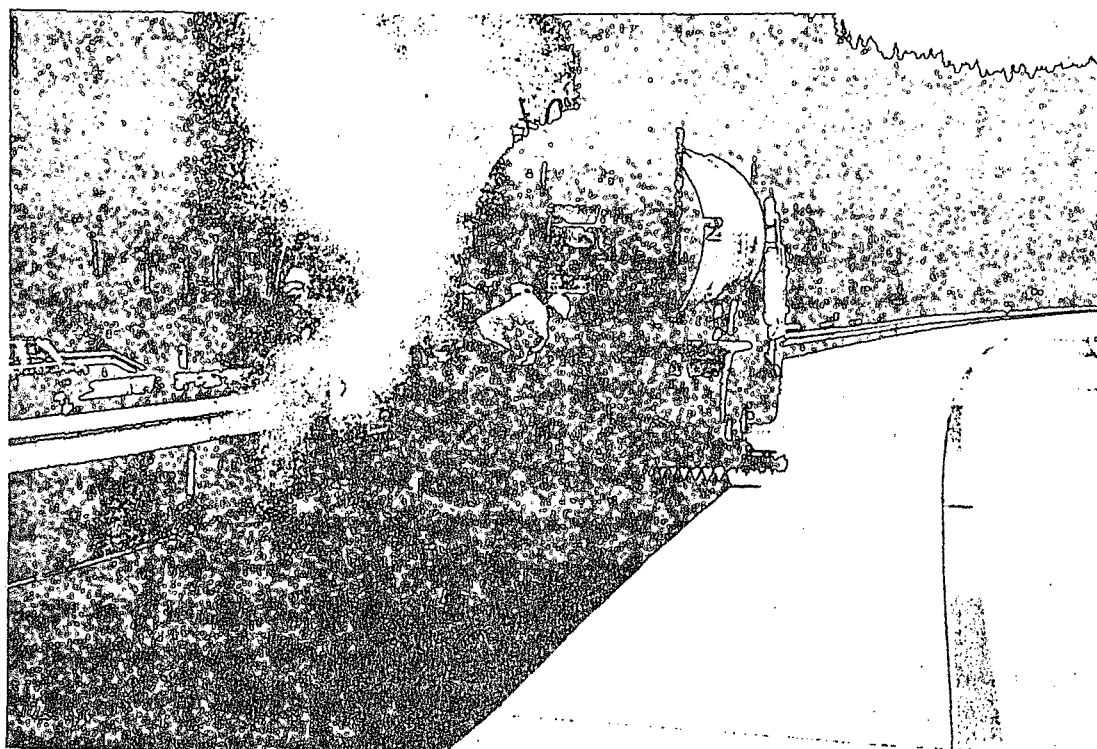


Abb. 2.1: Aufbringen der SAMI-Schicht

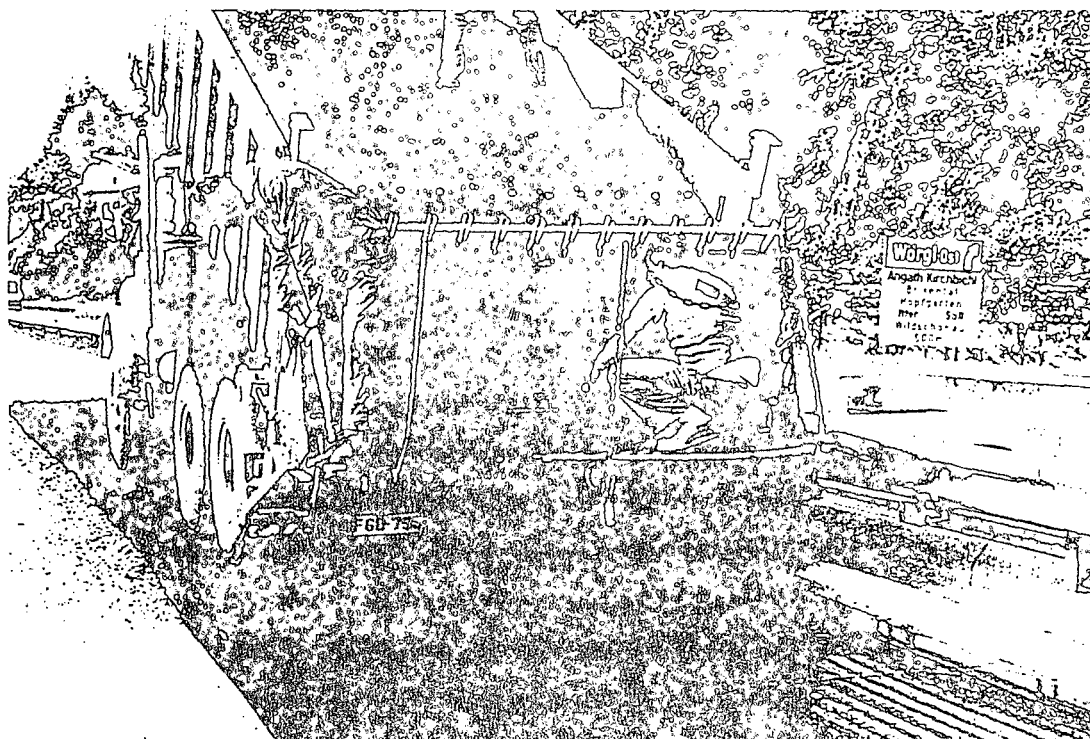


Abb. 2.2: Absplitten der SAMI-Schicht

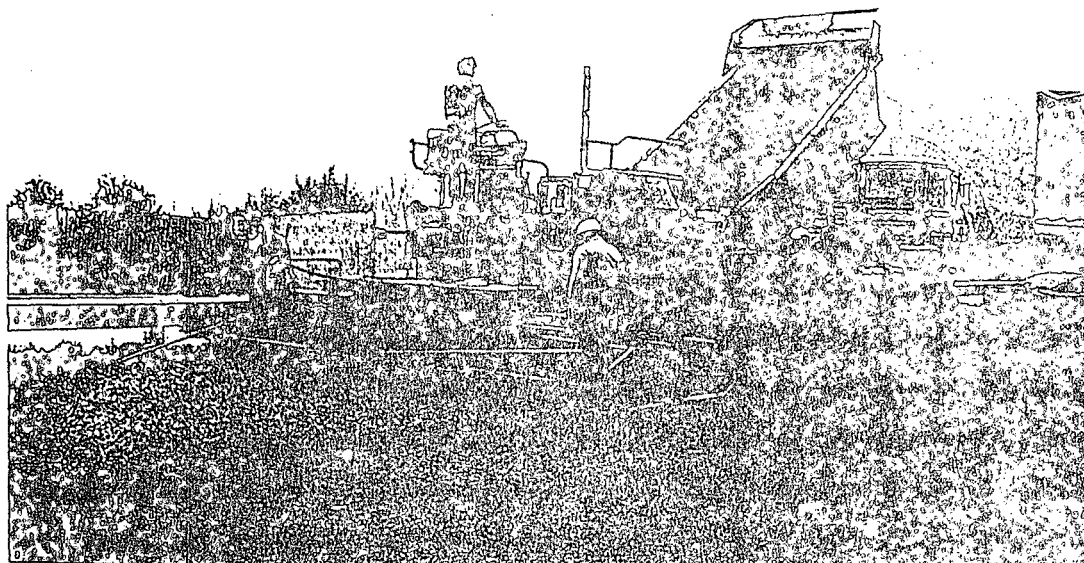


Abb. 2.3: Aufbringen des Drainsphaltes

2.2.2 Belagsaufbringung

Die beiden Schichten des „Flüsterasphalts“ wurden in folgenden Arbeitsschritten aufgebracht:

- Aufbringen des elastomermodifizierten Bitumens auf der Betonfahrbahndecke in einem Arbeitsgang gleichmäßig in einer Auftragsmenge von 2,3 l/m² mit einer Auftrags-temperatur von zumindest 200°C (Abb. 2.1).
- Absplitten der Bindemittelmembrane mit ca. 20 kg/m² vorumhüllten Splittes 8/12 mm mittels Splittstreuer (Abb. 2.2) unmittelbar hinter dem Auftragsgerät in einer maximalen Entfernung von ca. 40 m.
- Verdichten des eingestreuten Splittes mittels Gummiradwalzen durch drei Walz-übergänge.
- Abkehren des nicht fest verankerten Splittes mittels Kehrsaugwagen nach dem Erhärten der SAMI-Schicht.
- Aufbringen des Einkorndrainasphalts unter Verwendung des gleichen elastomermodifi-zierten Bindemittels wie für die Bindemittelmembran in einer Schichtdicke von 3 cm mittels Fertiger (Abb. 2.3).
- Verdichten durch Glattmantelwalzen ohne Vibration.

Die Bindemittelmembran (SAMI-Schicht) wurde bei trockenem Wetter und einer Fahrbahn-temperatur von etwa 15°C hergestellt. Der Drainasphalt wurde jeweils am nächsten Arbeitstag aufgebracht. Beide Richtungsfahrbahnen der Inntal-Autobahn A 12 mußten für 1,5 km „Flüster-asphalt“Einbau jeweils nur für drei Arbeitstage gesperrt werden.

2.3 Abnahmeprüfung auf der Baustelle

2.3.1 Ebenflächigkeit

Die Abnahme der Ebenflächigkeit erfolgt nach RVS 8.627 Punkt 6.64. Die geforderte Eben-flächigkeit in Längs- und Querneigung wurde überall erreicht.

2.3.2 Griffigkeit

Griffigkeitsmessungen mit dem Stuttgarter Reibungsmesser wurden seitens des Amtes der Tiroler Landesregierung durchgeführt. Der Gleitwiderstandsbeiwert soll bei einer Geschwin-digkeit von 60 km/h mindestens 0,35 und bei einer solchen von 80 km/h mindestens 0,30 betra-gen. Die gemessenen Gleitwiderstandsbeiwerte (Tabelle 2.1) für „Flüsterasphalt“ lagen weit über diesen Werten.

Tabelle 2.1 Griffigkeitsmessungen mit dem Stuttgarter Reibungsmesser

Datum	Straße	km	L°C	W°C	40	60	80	Anmerkung
1984-10-30	A 12	15,25 R	12°C	12°C			0,439	trockene Fahrbahn
	A 12	15,25 L					0,445	
	A 12	15,25 R					0,442	
	A 12	15,25 L					0,447	
	A 12	15,25 R				0,466		
	A 12	15,25 L				0,465		

Die Griffigkeitsmessungen auf der Baustelle wurden mit dem Gleitwiderstandsmesser SRT gemäß Schweizer Norm SNV640.511 für Straßen mit einer Ausbaugeschwindigkeit von über 80 km/h vorgenommen. Die erforderliche Griffigkeit von 50 SRT-Einheiten wurden bei allen Einzelmessungen auf „Flüsterasphalt“ erreicht (Tabelle 2.2).

Tabelle 2.2 Griffigkeitsmessungen mit dem SRT-Pendel

Fahrstreifen	Einzelmeßwerte	Temperatur °C	Korr. SRT-Meßwert
A 12 — RFB Innsbruck			
Verzögerungsspur	53, 54, 52, 52, 52	19	52
Rechte Fahrspur des 1. Fahrstreifens	53, 53, 55, 53, 53	19	54
Rechte Fahrspur des 1. Fahrstreifens	55, 56, 55, 56, 55	19	55
A 12 — RFB Kufstein			
Beschleunigungsspur	53, 54, 53, 54, 53	19	53
Beschleunigungsspur	53, 56, 55, 54, 56	19	55
Rechte Fahrspur des 1. Fahrstreifens	59, 60, 57, 58, 57	19	57

2.4 Bautechnischer Befund

Nach einer Begehung des „Flüsterasphalt“-Abschnittes mit dem zuständigen Autobahnmeister am 12. März 1985 wurde vom Amt der Tiroler Landesregierung, Bundesstraßenverwaltung folgender Befund erstellt:

— Beurteilung des bautechnischen Zustandes

Der „Flüsterasphalt“ macht im wesentlichen einen sehr zufriedenstellenden Eindruck. Die grobe Drainschicht ist noch durchwegs offenporig und weist eine große Makrorauigkeit auf. In den Fahrspuren der LKW-Reifen haben sich die Flächen des Grobsplittes parallel zur Oberfläche ausgerichtet, was durch ein leichtes Spiegeln dieser Spurstreifen erkennbar ist. Die Bitumenhaut ist großteils noch vorhanden. An den Kontaktflächen tritt die Mikrorauigkeit des Diabassplittes zu Tage.

Die als „SAMI-Schicht“ bezeichnete Klebeschicht zwischen der Betondecke und dem Einkornbelag war zum Zeitpunkt der Begehung trotz einer Temperatur von nur 5°C sehr plastisch und konnte relativ leicht bewegt werden. Trotzdem sind keine Verdrückungen oder Spurrillen an der Oberfläche des Drainsplittes sichtbar. Die im Winter über den Scheinfugen der Betondecke entstandenen Haarrisse haben sich beim Eintritt wärmeren Wetters wieder zur Gänze geschlossen und sind nicht mehr feststellbar.

Kleinere Ausbrüche von Grobsplitt traten am Rand der Asphaltdecke auf. Diese sind vermutlich auf die Folgen der Schneeräumung (Einhängen des Schneepfluges) zurückzuführen.

An einer Stelle westlich der Angather Landesstraßenbrücke wurde, offensichtlich durch einen Baufehler, die Klebeschicht auf eine Länge von rd. 10 m und eine Breite von 0,5 bis 1,5 m hochgedrückt und bildet eine plastische Schmierschicht. Dieser Fehler muß in nächster Zeit durch Abfräsen behoben werden.

— Verhalten im Winter

Der Drainasphalt hat sich im Winter überraschend gut bewährt. Die ursprüngliche Meinung, daß in diesem Bereich mehr Tausalz notwendig sein wird, hat sich nicht bestätigt. Die Salzlösung bleibt relativ lang in den Grobporen stehen und wird von den Reifen hochgezogen, so daß sich ständig eine Salzlösung auf der Fahrfläche befindet. Die Fahrbahn bleibt dadurch allerdings länger naß.

Es hat sich gezeigt, daß bei beginnendem Schneefall der Drainasphalt viel länger griffig bleibt als die anschließende Betondecke. Dies vermutlich deshalb, weil der Schnee in die Poren gedrückt wird und dort durch die stehende Salzlösung rasch schmilzt.

Der Winter 1984/85 war allerdings in Bezug auf Schneehöhe kein repräsentativer Winter. In der sehr kalten Zeit (-10° bis -20°C) herrschte äußerst trockenes Wetter vor, so daß die für Glatteis gefährliche Konstellation von großer Luftfeuchtigkeit mit Temperaturen um den Gefrierpunkt nur selten auftrat.

Aus den bisherigen Erkenntnissen kann aber geschlossen werden, daß sich der „Flüsterasphalt“ im Winter keinesfalls schlechter verhält wie eine Beton- oder Asphaltdecke. Die einzige Schwierigkeit ergab sich bei der Schneeräumung durch den nicht mit Belag abgedeckten Abstellstreifen. Der Schild des Schneepfluges konnte zufolge der angeführten Abschrägung der Deckschicht, den Schnee nicht restlos abschieben. Es verblieb dadurch ein Schneekeil längs des Fahrbahnrandes der erst durch das Tausalz abgetaut wurde. In künftigen Fällen muß daher die gesamte Breite der Fahrbahn mit Drainasphalt überzogen werden. Eine Ausführung des Abstellstreifens in Normalasphalt würde zu einem Wasserstau am Fahrbahnrand führen.

— Verhalten im Sommer

Über das Verhalten des Flüsterbelages bei hochsommerlichen Temperaturen kann derzeit nichts ausgesagt werden. Der Sommer 1984 hatte keine längere Hitzeperiode, so daß auch bei normalen Schwarzdecken kaum Verdrückungen auftraten.

Durch das dauerplastische Verhalten der SAMI-Schicht ist allerdings zu befürchten, daß gewisse Verwalkungen bei einer starken Erwärmung des darüberliegenden Drainasphaltes auftreten könnten. Die Beobachtungen werden jedenfalls im Sommer 1985 mit Querprofilaufnahmen fortgesetzt werden.

Ob sich die akustischen Werte durch die Abnutzung des Drainasphaltes ändern, kann derzeit nicht festgestellt werden.

3. Lärmtechnische Untersuchung

3.1 Einrichtung der Meßstellen

3.1.1 Beschreibung der Meßpunkte

In Abstimmung mit dem Amt der Tiroler Landesregierung und dem Bundesministerium für Bauten und Technik wurde ein Abschnitt der Inntal-Autobahn A 12 bei Angath zwischen AB-km 14.450 und AB-km 16.000 für die Teststrecke ausgewählt. Die Situierung der Meßpunkte wurde so vorgenommen, daß eine möglichst umfassende Erfassung der Geräuschsituation erfolgt. Zwischen AB-km 14.660 und 15.450 erstreckt sich entlang der Richtungsfahrbahn Kufstein eine Betonlärmschutzwand.

Der Hauptmeßquerschnitt wurde bei AB-km 15.660 gewählt, da hier eine relativ gestreckte Linienführung, eine geringe Längsneigung, keine besonders hohe Dammlage der Autobahn über dem Gelände vorhanden ist, weiters die Lärmschutzwand bereits in über 200 m Entfernung endet, beim Objekt 26 bereits früher Messungen durchgeführt worden sind und keine Fremdlärmerreger in der Nähe sind.

LAGEPLAN DER MESSPUNKTE

MASSSTAB 1:5000

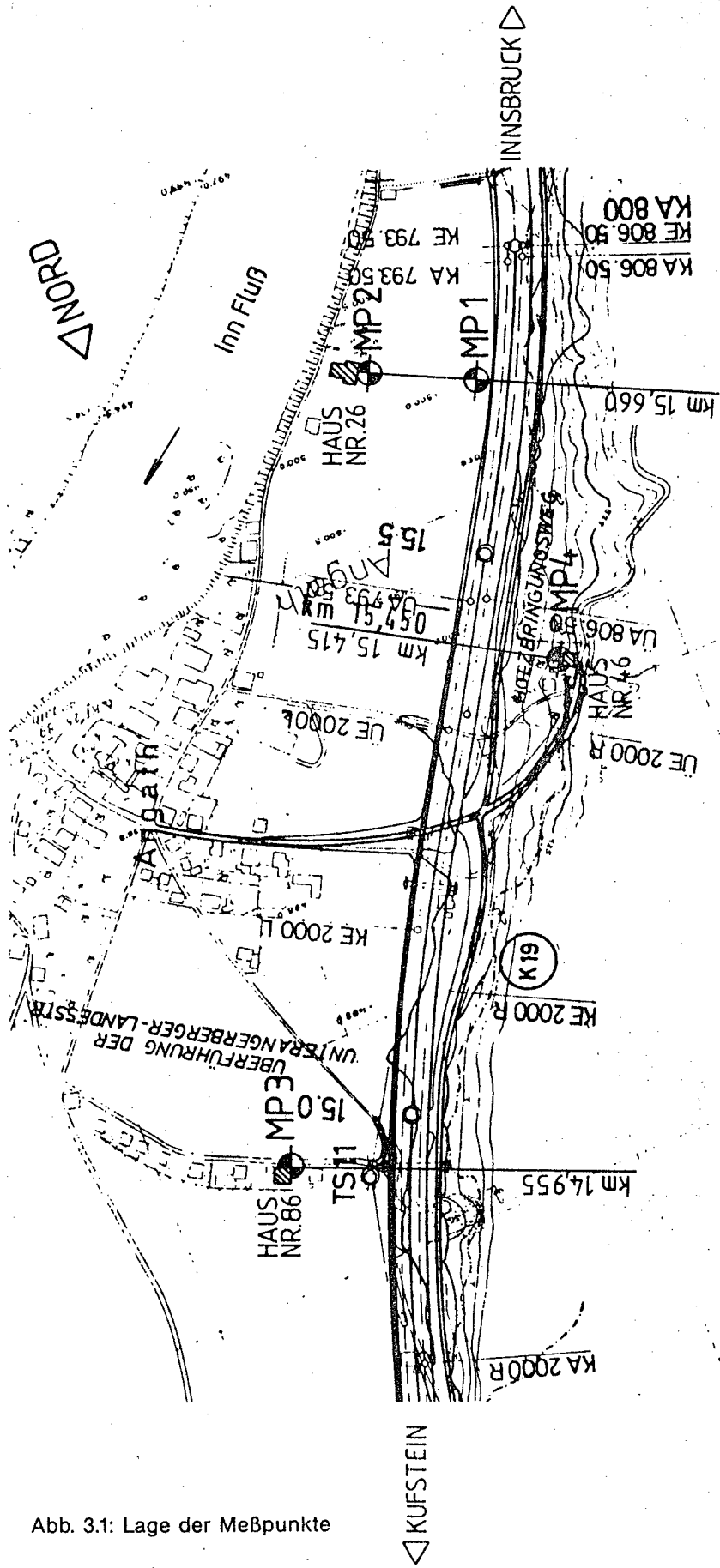
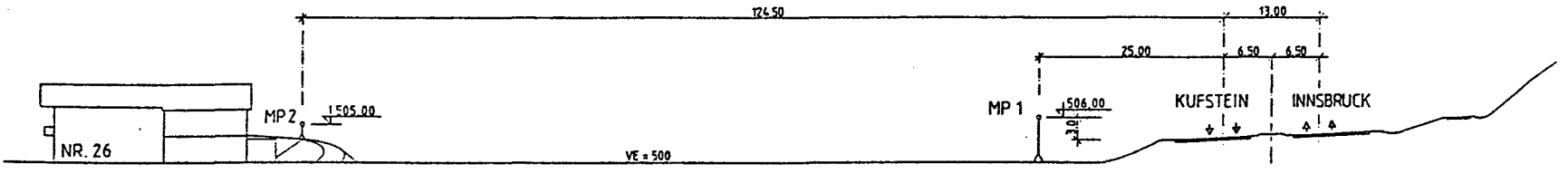
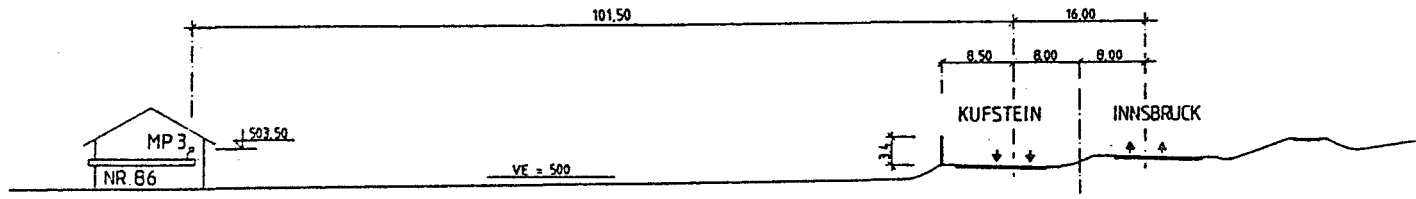


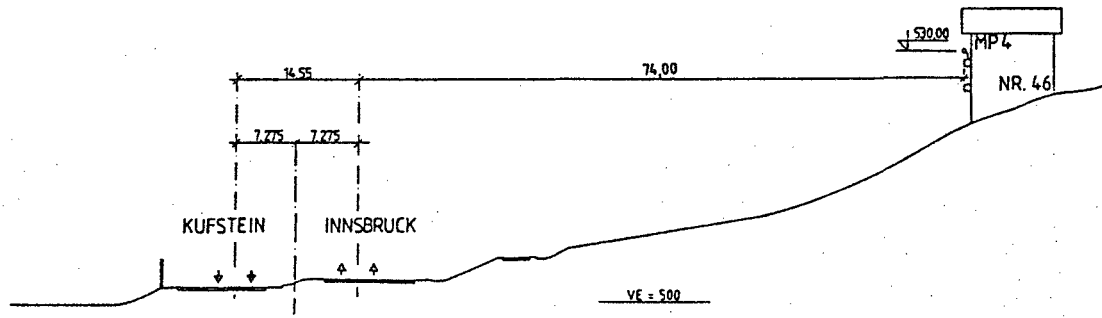
Abb. 3.1: Lage der Meßpunkte



a) Hauptmeßquerschnitt mit Meßpunkten 1 und 2



b) Meßpunkt 3



c) Meßpunkt 4

Abb. 3.2: Meßquerschnitte mit Meßanordnung

Die anderen Meßpunkte wurden bei Wohnobjekten angeordnet, bei denen bereits früher Verkehrslärmmessungen abgehalten worden sind.

Die Lage der Meßpunkte ist in der Abbildung 3.1 dargestellt.

Alle angegebenen Schallpegel sind A-bewertet, soweit keine andere Angabe erfolgt.

Meßpunkt 1: AB-km 15.660

25 m Entfernung von der Achse der Richtungsfahrbahn Kufstein,
3,0 m über Fahrbahn (siehe Abb. 3.2a).

Meßpunkt 2: AB-km 15.660

124,5 m Entfernung von Achse der Richtungsfahrbahn Kufstein auf der
Tenneneinfahrt des Hauses Nr. 26 (siehe Abb. 3.2a).

Meßpunkt 3: AB-km 14.955

hinter der Lärmschutzwand

114,5 m Entfernung von Achse der Richtungsfahrbahn Kufstein am Balkon
des Hauses Nr. 86 (siehe Abb. 3.2b).

Meßpunkt 4: AB-km 15.415

74,0 m Entfernung von Achse der Richtungsfahrbahn Innsbruck am Balkon
des Hauses Nr. 46 (siehe Abb. 3.2c).

Das Gefälle der Autobahn beträgt bei den Meßquerschnitten ca. 0,5%. In den Abbildungen 3.3 bis 3.8 sind die Meßpunkte und die örtlichen Gegebenheiten dargestellt.

3.1.2 Verwendete Meßgeräte

Die meßtechnische Erfassung der Schallergebnisse erfolgte unter Zuhilfenahme von integrierenden Präzisionsschallpegelmessern mit automatischer Ermittlung des energieäquivalenten Dauerschallpegels und der Überschreitungspiegel. Die Meßgeräte entsprechen der DIN 45.633, Teil 1 und 2 [11].

Für die Messung und Aufzeichnung der Verkehrsgeräusche wurden folgende Geräte verwendet:

Meßpunkt 1

Pegelstatistik und Mitteilungsgerät	von B & K 4426
Alphanumerischer Drucker	von B & K 2312
Meßmagnetbandgerät, Bandgeschwindigkeit 38,1 cm/sec	von B & K 7003
Kondensatormikrofon mit Windschirm	von B & K 4165
Kalibrator	von B & K 4230

Meßpunkt 2

Statistisches Schallpegelmeßgerät mit Drucker	von CEL 324
1-Zoll-Kondensatormikrofon mit Windschirm	von CEL

Meßpunkt 3

Akustik-Meßsystem	LB — Electronics NOR 823
Videodrucker Axiom	LB — Electronics EX 850
Meßmagnetbandgerät, Bandgeschwindigkeit 19 cm/sec	UHER 4200
Kondensatormikrofon mit Windschirm	B & K 4145

Meßpunkt 4

Es wurden die Geräte von Meßpunkt 2 verwendet.

Für die Auswertung und Analysen der Bandaufzeichnungen im Labor wurden folgende Geräte eingesetzt:

Meßmagnetbandgeräte	B & K 7003 und UHER 4200
---------------------	-----------------------------

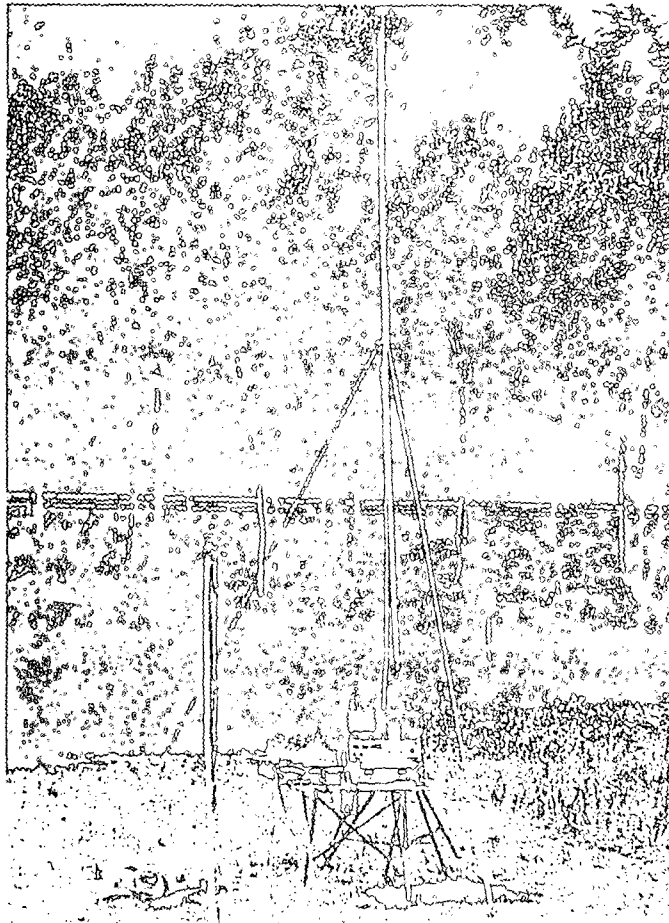


Abb. 3.3:
Meßanordnung
am Meßpunkt 1

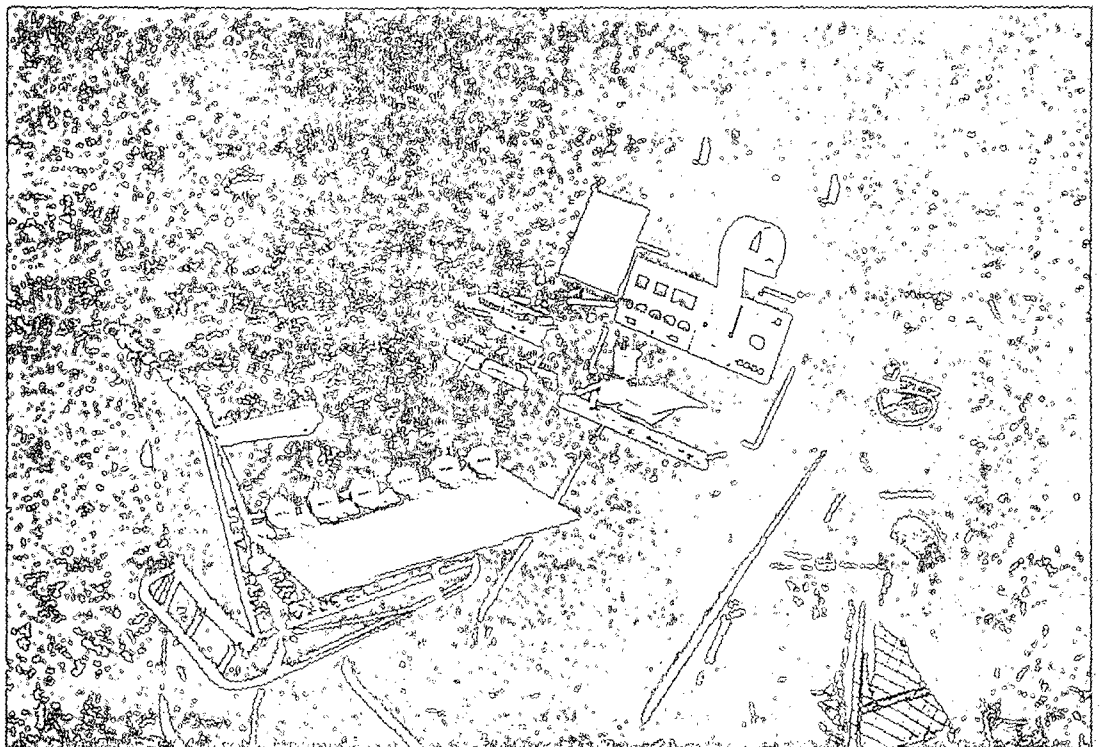


Abb. 3.4: Meßpunkt 1, Meßgeräte für Verkehrslärmmessung und Verkehrszählung

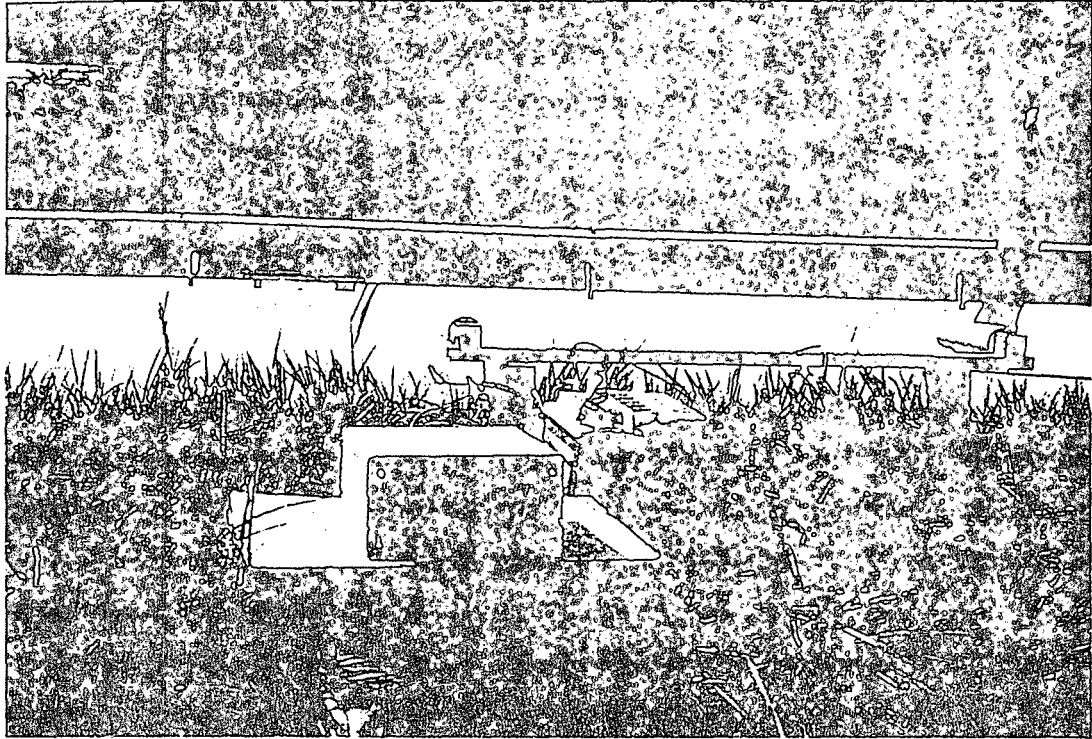


Abb. 3.5: Meßpunkt 1, Meßgeräte für die Geschwindigkeitsmessung

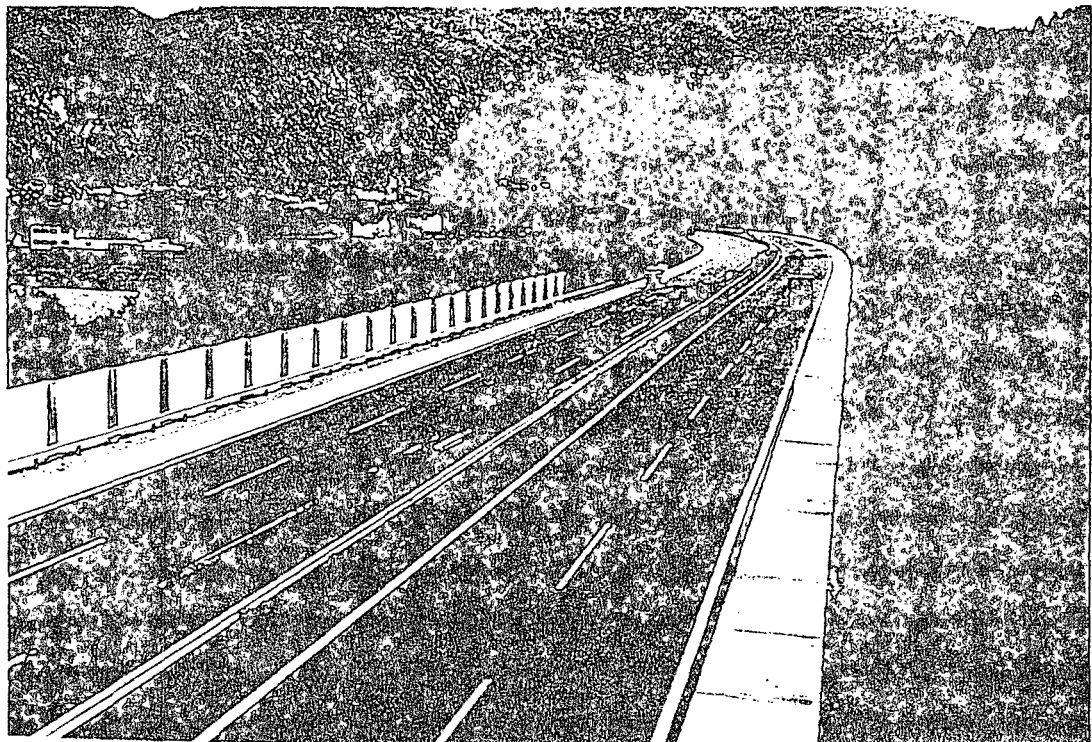
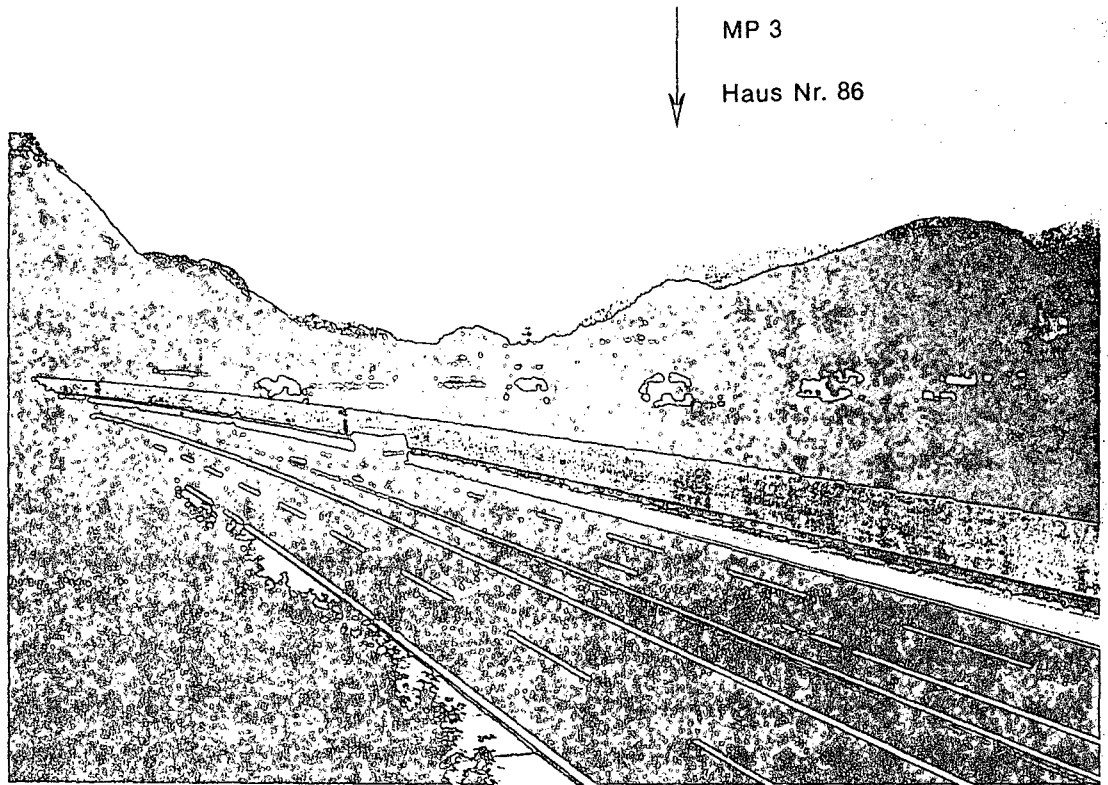


Abb. 3.6: Hauptmeßquerschnitt, Meßpunkt 1 und Meßpunkt 2



MP 3

Haus Nr. 86

Abb. 3.7: Meßpunkt 3

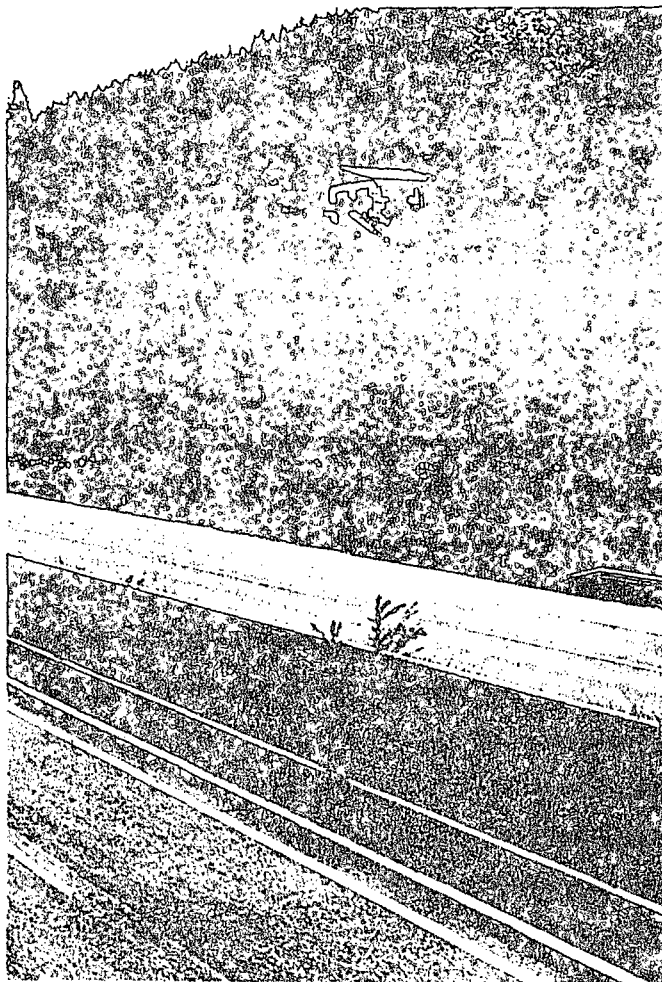


Abb. 3.8:
Meßpunkt 4,
Haus Nr. 46

Pegelstatistik und Mittelungsgeräte	B & K 4426
Pegelschreiber	B & K 2305
X-Y-Schreiber	B & K 2308
Akustik-Meßsystem	LB — Electronics NOR 823
Schmalbandeichtzeitanalysator	B & K 2033

3.2 Durchführung der Messung

3.2.1 Verkehrsgeräuschmessung

Die Aufstellung der Meßgeräte und die Schallpegelmessungen wurden unter Berücksichtigung der entsprechenden Vorschriften [8, 12, 20, 21] durchgeführt.

Die Schallpegelmessungen wurden kurz vor und nach dem Aufbringen der Asphaltbeschichtung an denselben Orten abgehalten. Der Meßpunkt 1, der Meßpunkt 2 und der Meßpunkt 3 wurden gleichzeitig betrieben, so daß möglichst gleiche äußere meteorologische Bedingungen und Straßenverhältnisse vorherrschten. Der Meßpunkt 3 war vom Meßpunkt 1 ca. 700 m entfernt, ohne einer dazwischenliegenden Zu- oder Abfahrtsmöglichkeit und ohne einer wesentlichen Änderung der Straßenverhältnisse. Es werden daher für den Meßpunkt 3 annähernd gleiche Verkehrsverhältnisse vorliegen wie beim Meßpunkt 1.

Die begleitende Verkehrszählung wurde daher nur beim Meßquerschnitt 1 durchgeführt. Neben der Verkehrszählung, bei welcher die Fahrzeugtypen getrennt in PKW und LKW registriert wurden, wurden die Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge mittels Lichtschrankengerätes gemessen.

Die Verkehrszählung und Geschwindigkeitsmessung wurde an beiden Fahrbahnen vorgenommen.

Weiters wurden bei jeder Meßperiode die meteorologischen Daten wie Temperaturen, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung aufgezeichnet.

In der nachstehenden Tabelle 3.1 sind die Meßtage und Meßzeiten der Verkehrsgeräuschmessung zusammengestellt.

Tabelle 3.1 Meßzeiten der Verkehrslärmmessungen

Meßpunkte	Fahrbahnart	Datum	Uhrzeit	Zustand der Fahrbahn
1, 2, 3	Beton	1984-05-16	11.00—12.00 14.53—15.28 16.15—17.15 21.00—22.00	trocken feucht — Spritzwagen trocken trocken
4	Beton	1984-05-16	18.30—19.00	trocken
1, 2, 3	„Flüsterasphalt“	1984-06-05	10.30—11.30 13.31—14.01 15.00—16.00 21.30—22.30	trocken feucht — Spritzwagen trocken trocken
4	„Flüsterasphalt“	1984-06-05	17.15—17.45	trocken

Da die verschiedenen Fahrbahndecken im nassen Zustand ein anderes Geräuschbild besitzen als im trockenen Zustand, wurde die nasse Fahrbahn durch Besprühen mit Wassersprengwagen simuliert.

Der Meßpunkt 4, Objekt 46, Haus Embacher, befindet sich gegenüber der Lärmschutzwand über der Autobahn. Das Haus ist besonders stark durch Direkteinstrahlung und Reflexion vom Autobahnlärm an der Lärmschutzwand betroffen. Aus diesem Grunde wurden die Geräuschpe-

gel auch bei diesem Objekt zwischen den Synchronmessungen aufgenommen. Um eventuell störende Einflüsse von Fremdgeräuschen nachträglich ausscheiden zu können, wurden an den Meßpunkten 1 und 3 neben der direkten Auswertung die Schallpegel auf Tonband aufgezeichnet. Somit ist es auch möglich, die Frequenzspektren der verschiedenen Fahrbahnen und Fahrbahnzustände im Labor zu analysieren. Vor und nach jeder Messung wurden die Meßgeräte und Tonbandgeräte kalibriert.

3.2.2 Rollgeräuschmessung

Durch die Verkehrsgeräuschmessung werden die Fahrgeräusche, die sich im wesentlichen aus den Rollgeräuschen und Motorgeräuschen ergeben, erfaßt. Durch eine Fahrbahndecke aus „Flüsterasphalt“ werden die Rollgeräusche sowohl im Schallpegel als auch im Frequenzgang verändert.

Zur Bestimmung dieser Veränderungen im Geräuschbild und im Schallpegel wurden Rollgeräuschmessungen vor dem Meßpunkt 1 auf der Teststrecke durchgeführt.

Es wurde zu diesem Zwecke die Autobahn in beiden Fahrtrichtungen kurzfristig gesperrt. Wenn sich im Meßbereich keine fremden Fahrzeuge mehr befanden, wurden ein LKW und ein PKW auf die Meßstrecke geschickt. Als Meßstrecke wurde die dem Mikrofon am nächsten liegende Fahrbahn nach Kufstein benützt.

Etwa 100 m vor der Meßstelle 1 schaltete das Testfahrzeug den Motor ab und rollte am Meßpunkt vorbei, wobei der Vorbeifahrtspegel der Rollgeräusche abgelesen und auch auf Band aufgezeichnet wurde. Die Geschwindigkeit im Meßquerschnitt wurde ebenfalls registriert. Die Lenker der Testfahrzeuge trachteten mit ihren Fahrzeugen in der Fahrbahnmittle am Mikrofon vorbeizurollen, so daß der Abstand Fahrzeug—Mikrofon annähernd gleich blieb.

Eine Bandaufzeichnung wurde deshalb vorgenommen, um im Labor die Rollgeräusche zu analysieren.

Der zweiachsige LKW war mit Schotter beladen und hatte ein Gesamtgewicht von 16 t. Als PKW stand ein Kombiwagen der Marke Ford zur Verfügung. Für beide Messungen wurden dieselben Fahrzeuge verwendet.

Die Rollgeräuschmessungen wurden auf der Betonfahrbahn am 1984-05-16 zwischen 22.30 und 24.00 Uhr und auf der Asphaltbeschichtung am 1984-06-05 zwischen 19.00 und 21.30 Uhr durchgeführt. Die Vorverlegung wurde von der Autobahngendarmerie gewünscht, da die Verkehrsanhaltungen bei Tageslicht aus verkehrstechnischen Gründen leichter durchzuführen sind.

3.3 Meteorologische Daten

Folgende meteorologische Werte wurden bei Meßpunkt 1 gemessen und sind in der Tabelle 3.2 zusammengestellt.

Die an beiden Meßtagen aufgetretenen Winde hatten annähernd die gleiche Richtung, sie kamen im wesentlichen aus dem Süden, die Geschwindigkeiten am 1984-06-05 waren etwas geringer als die am 1984-05-16. Die Windrichtung kann als normal zur Schallausbreitung bezeichnet werden. Untersuchungen des Windeinflusses [17] haben gezeigt, daß bei Windströmungen senkrecht zur Schallausbreitungsrichtung der Windeinfluß verschwindet.

Zur Bestimmung, ob eine Temperaturinversion an den Meßtagen vorhanden war, wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien die Temperaturwerte für den Raum Wörgl—Kitzbühel verwendet.

Die Werte in der Tabelle 3.3 sind Mittelwerte von den Wetterdienststellen Jenbach, Kirchbichl und Kitzbühel. Die Wetterwerte der Bergstation Ehrenbachhöhe werden für die Beurteilung der Temperaturinversion herangezogen (Tabelle 3.4).

Tabelle 3.2 Meteorologische Daten

Datum	Meßzeit	Durchschnittswerte			Windrichtung	Wetter	Meßart
		Temperatur	relative Luftfeuchte	Windgeschwindigkeit			
		°C	%	km/h			
1984-05-16	11.00—12.00	19	40	6,6	S	sonnig	Verkehrslärm
	14.53—15.28	21	36	7,2	S	sonnig	Verkehrslärm
	16.15—17.15	21	35	9,5	S	sonnig	Verkehrslärm
	18.30—19.00	17	33	9,0	S	sonnig	Verkehrslärm
	21.00—22.00	15	34	5,5	SO	Mondschein	Verkehrslärm
	22.20—24.00	14	55	4,0	S	Mondschein	Rollgeräusch
1984-06-05	10.30—11.30	18	48	4,6	SW	sonnig	Verkehrslärm
	13.30—14.01	18	50	4,2	SW	bewölkt	Verkehrslärm
	15.00—16.00	18	64	3,3	SW	bewölkt	Verkehrslärm
	17.15—17.45	17	72	5,0	SW	bewölkt	Verkehrslärm
	19.00—21.00	13	89	6,5	SW	bewölkt	Rollgeräusch
	21.30—22.30	12	90	2,2	SW	bewölkt	Verkehrslärm

Tabelle 3.3 Wetterdaten im Raum Wörgl

Datum	Zeit	Temperatur	Relative Luftfeuchte	Windgeschwindigkeit	Windrichtung	Niederschlag pro Tag
		°C	%	km/h		mm
1984-05-16	8.00	16	73	6	S	—
	15.00	20	31	22	S	—
	20.00	15	34	15	S	—
1984-06-05	8.00	13	73	7	SW	1,5*)
	15.00	18	38	5	SW	
	20.00	13	72	12	SW	

*) Während der Messung gab es keinen Niederschlag

Tabelle 3.4 Temperaturen Ehrenbachhöhe

Datum \ Zeit	8.00	15.00	20.00
1984-05-16	11,2	20,2	14,3
1984-06-05	-3,2	9,1	5,2

Es lag an beiden Meßtagen keine Inversionswetterlage vor. Die Wetterdaten der Tabelle 3.3 stimmen gut mit denjenigen vom Meßort überein.

Es kann daher gesagt werden, daß durch die meteorologischen Gegebenheiten an den beiden Meßtagen die Schallpegelmeßwerte nicht wesentlich beeinflußt wurden.

3.4 Verkehrstechnische Daten

3.4.1 Begleitende Verkehrszählung

Parallel zu den Verkehrslärmmessungen wurden beim Meßpunkt 1 die Verkehrsstärken erhoben. Die Querschnittszählung wurde wie die Schallpegelmessung in 15-Minuten-Intervallen für beide Fahrrichtungen durchgeführt. Unterschieden wurde nach den Kraftfahrzeugtypen Einspurige, PKW, LKW, LKW mit Anhänger, Sattelschlepper und Busse.

In den Tabellen 3.5 und 3.6 sind die Ergebnisse der Verkehrszählung beim Meßpunkt 1 dargestellt. Die verwendeten Abkürzungen bedeuten:

- EIN Einspurige Fahrzeuge
- LKW+A Lastkraftwagen mit Anhänger
- SAT Sattelschlepper
- BUS Autobusse

Diese differenzierte Verkehrszählung wurde durchgeführt, da nach [30] die Geräuschpegel aller LKW über einen Bereich von 15 dB bei gleicher Geschwindigkeit streuen, während die LKW mit mehr als drei Achsen, also Sattelschlepper und Zugmaschinen mit Anhänger, nur über 5—8 dB streuen. Die große Streuung bei Hinzuziehung der zwei- und dreiachsigen LKW wird durch den großen Tonnagebereich dieser LKW verursacht. Bei einer detaillierten Emissionsberechnung wird demnach zwischen dem typischen LKW, dem LKW (mindestens 2,8 t zul. Gesamtgewicht) und dem Lastzug bzw. schweren LKW (mindestens 9 t) unterschieden.

Die typischen Verkehrsmengen setzen sich für die Emissionsberechnung aus der Verkehrszählung zusammen wie folgt:

- PKW PKW + Einspurige
- LKW, Gesamtgewicht >2,8 t 50% LKW + Busse
- LKW, Gesamtgewicht >9,0 t 50% LKW + LKW mit Anhänger + Sattelschlepper

In der Tabelle 3.7 sind die stündlichen Verkehrsstärken, aufgeschlüsselt nach Kfz und LKW-Anteil für beide Fahrrichtungen und den Gesamtquerschnitt zusammengestellt. Für die Meßperioden, kleiner eine Stunde sind die auf eine volle Stunde hochgerechneten Verkehrsmengen in der Tabelle 3.7 eingetragen. Der Güterverkehr war zu den Meßtagen relativ hoch, gesehen am Gesamtverkehrsaufkommen, doch ist er, in Prozenten ausgedrückt, an den Testtagen ziemlich gleich.

Tabelle 3.5 Verkehrszählung bei AB-km 15.660 Datum: 1984-05-16

Uhrzeit	Fahrtrichtung Innsbruck						Fahrtrichtung Kufstein					
	EIN	PKW	LKW	LKW + A	SAT	BUS	EIN	PKW	LKW	LKW + A	SAT	BUS
11.00—11.15	0	65	6	7	17	1	0	66	10	8	12	0
11.15—11.30	2	68	10	5	7	1	2	61	3	9	16	4
11.30—11.45	0	76	7	6	16	2	0	68	6	7	13	1
11.45—12.00	1	65	3	22	24	0	0	68	14	9	9	2
11.00—12.00	3	274	26	40	64	4	2	263	33	33	50	7
14.53—15.08	0	67	6	11	12	0	0	72	7	8	4	0
15.08—15.23	0	64	14	11	14	0	0	80	8	7	8	0
15.23—15.28	0	27	4	2	11	1	0	37	4	2	7	0
14.53—15.28	0	158	24	24	37	1	0	189	19	17	19	0
16.15—16.30	0	76	6	7	15	0	0	73	10	12	14	0
16.30—16.45	0	84	8	11	13	1	2	89	16	11	11	2
16.45—17.00	0	88	6	10	11	3	5	92	5	9	18	0
17.00—17.15	3	74	2	9	14	4	0	84	7	12	17	4
16.15—17.15	3	322	22	37	53	8	7	338	38	44	60	6
18.30—18.45	1	65	6	4	21	3	0	65	8	9	11	2
18.45—19.00	1	62	2	6	14	0	0	51	2	7	12	2
18.30—19.00	2	127	8	10	35	3	0	116	10	16	23	4
21.00—21.15	0	22	2	9	18	0	0	17	1	12	6	0
21.15—21.30	1	24	2	12	14	0	0	23	5	3	14	0
21.30—21.45	0	20	3	11	8	0	0	24	2	5	6	0
21.45—22.00	0	17	1	10	11	0	0	22	2	5	13	0
21.00—22.00	1	83	8	42	51	0	0	86	10	25	39	0

Tabelle 3.6 Verkehrszählung bei AB-km 15.660 Datum: 1984-06-05

Uhrzeit	Fahrtrichtung Innsbruck						Fahrtrichtung Kufstein					
	EIN	PKW	LKW	LKW + A	SAT	BUS	EIN	PKW	LKW	LKW + A	SAT	BUS
10.30—10.45	1	109	6	6	8	1	1	80	13	6	12	2
10.45—11.00	1	95	5	11	15	0	0	83	9	5	8	4
11.00—11.15	0	89	10	10	16	0	0	88	10	6	17	0
11.15—11.30	3	104	8	10	12	1	0	77	12	4	4	1
10.30—11.30	5	397	29	37	51	2	1	328	44	21	41	7
13.31—13.46	1	83	10	13	24	3	0	83	9	2	12	3
13.46—14.01	0	99	9	9	24	4	0	80	9	3	14	4
13.31—14.01	1	182	19	22	48	7	0	163	18	5	26	7
15.00—15.15	0	80	6	14	16	0	4	118	5	5	16	1
15.15—15.30	0	68	3	17	15	0	2	123	8	6	9	0
15.30—15.45	0	80	4	10	13	3	1	89	7	8	11	1
15.45—16.00	0	75	11	11	17	0	0	96	6	4	19	2
15.00—16.00	0	303	24	52	61	3	7	426	26	23	55	4
17.15—17.30	0	104	6	14	19	0	3	105	5	11	18	6
17.30—17.45	0	80	3	9	14	1	0	84	9	8	11	3
17.15—17.45	0	184	9	23	33	1	3	189	14	19	29	9
21.30—21.45	0	25	0	6	17	1	0	29	1	2	10	1
21.45—22.00	0	14	1	8	13	0	0	31	1	8	4	3
22.00—22.15	0	25	1	10	11	0	0	18	7	6	15	0
22.15—22.30	0	18	1	15	7	0	1	16	1	9	11	0
21.30—22.30	0	82	3	39	48	1	1	94	10	25	40	4

32

Tabelle 3.7 Stündliche Verkehrsstärken

Datum	Zeit	stündliche Verkehrsstärke						Fahrbahnart	Fahrbahn- zustand
		Fahrrichtung Innsbruck		Fahrrichtung Kufstein		Gesamtbelastung			
		Kfz/h	LKW- Anteil %	Kfz/h	LKW- Anteil %	Kfz/h	LKW- Anteil %		
1984-05-16	11.00—12.00	411	32,6	388	31,7	799	32,2	Beton	trocken
	(14.53—15.28)*	418*)	35,2	418*)	22,5	836*)	28,9		Spritzwagen
	16.15—17.15	445	27	493	30	938	28,5		trocken
	(18.30—19.30)*	370*)	30,3	338*)	31,4	708*)	30,9		trocken
	21.00—22.00	185	54,6	160	46,3	345	50,5		trocken
1984-06-05	10.30—11.30	521	22,8	442	25,6	963	24,2	„Flüsterasphalt“	trocken
	(13.31—14.01)*	558*)	43,4	438*)	25,6	996*)	34,5		Spritzwagen
	15.00—16.00	443	31,6	551	21,4	994	26,5		trocken
	(17.15—17.45)*	500*)	26,4	526*)	27,0	1026*)	26,7		trocken
	21.30—22.30	173	52,6	174	45,4	347	49,0		trocken

*) Diese Meßperioden wurden auf die stündliche Verkehrsmenge hochgerechnet.

Tabelle 3.8 Ergebnisse der Geschwindigkeitsmessung
Datum: 1984-05-16, Betonfahrbahn

Uhrzeit	Fahrbahn	Zustand	Datum: 1984-05-16	Richtung Innsbruck						Richtung Kufstein							
				EIN	PKW	LKW ges.	LKW ohne Anh.	LKW mit Anh.	BUS	SAT	EIN	PKW	LKW ges.	LKW ohne Anh.	LKW mit Anh.	BUS	SAT
11.00 bis 12.00	Beton	trocken	mittl. Geschw.	116,33	119,1	82,84	82,4	79,94	95,67	83,89	130,5	123,93	85,28	85,55	81,74	102,5	85,24
			Standardabw.	16,65	195,54	7,62	6,31	7,29	9,29	7,36	0,71	18,03	8,02	9,03	5,75	10,78	4,98
			V _{min}	103,0	73,0	67,0	72,0	67,0	85,0	71,0	130,0	81,0	70,0	70,0	70,0	89,0	76,0
			V _{max}	135,0	196,0	108,0	98,0	97,0	102,0	108,0	131,0	186,0	116,0	107,0	97,0	116,0	101,0
14.53 bis 15.28		naß	mittl. Geschw.	0	114,54	78,64	78,68	77,1	104,0	78,76	0	114,11	81,15	83,0	74,47	0	81,44
			Standardabw.	0	19,73	7,11	7,12	7,46	0,0	5,59	0	17,29	9,33	15,18	5,99	0	6,13
			V _{min}	0	76,0	65,0	65,0	65,0	104,0	67,0	0	72,0	62,0	62,0	69,0	0	71,0
			V _{max}	0	169,0	104,0	95,0	92,0	104,0	90,0	0	160,0	109,0	109,0	89,0	0	93,0
16.15 bis 17.15		trocken	mittl. Geschw.	119,33	119,83	81,50	77,87	79,91	98,67	81,7	116,0	121,22	83,59	83,88	80,8	91,6	84,73
			Standardabw.	4,16	20,02	8,93	12,42	8,28	3,14	5,5	8,46	16,76	7,93	11,94	5,93	5,9	5,39
			V _{min}	116,0	59,0	44,0	44,0	68,0	94,0	69,0	105,0	82,0	60,0	60,0	71,0	82,0	77,0
			V _{max}	124,0	202,0	105,0	92,0	105,0	103,0	94,0	126,0	170,0	114,0	114,0	93,0	96,0	103,0
21.00 bis 22.00		trocken	mittl. Geschw.	128,0	120,57	80,1	85,0	76,6	0	82,36	0	122,37	82,23	86,7	77,78	0	83,74
			Standardabw.	0,0	17,92	7,71	6,66	6,27	0	7,84	0	19,52	8,32	12,94	6,69	0	6,61
			V _{min}	128,0	71,0	65,0	75,0	66,0	0	65,0	0	72,0	67,0	67,0	68,0	0	70,0
			V _{max}	128,0	161,0	105,0	94,0	95,0	0	105,0	0	178,0	107,0	107,0	91,0	0	99,0

34 **Tabelle 3.9** Ergebnisse der Geschwindigkeitsmessung
Datum: 1984-06-05, „Flüsterasphalt“

Uhrzeit	Fahrbahn	Zustand	Datum: 1984-06-05	Richtung Innsbruck						Richtung Kufstein							
				EIN	PKW	LKW ges.	LKW ohne Anh.	LKW mit Anh.	BUS	SAT	EIN	PKW	LKW ges.	LKW ohne Anh.	LKW mit Anh.	BUS	SAT
10.30 bis 11.30	„Flüsterasphalt“	trocken	mittl. Geschw.	123,75	116,16	79,79	79,22	76,15	96,0	81,92	110,0	115,55	84,58	86,31	80,9	95,0	82,55
			Standardabw.	9,88	18,23	7,69	8,65	6,42	2,83	6,53	0,0	15,82	7,41	7,97	5,19	9,22	4,6
			V _{min}	110,0	71,0	57,0	57,0	65,0	94,0	70,0	110,0	76,0	71,0	71,0	74,0	82,0	74,0
			V _{max}	133,0	177,0	104,0	95,0	93,0	98,0	104,0	110,0	163,0	107,0	105,0	92,0	107,0	91,0
13.31 bis 14.01		naß	mittl. Geschw.	112,0	109,64	79,21	81,0	73,0	91,17	79,71	0	109,69	83,41	81,08	75,6	94,83	83,44
			Standardabw.	0,0	15,55	8,18	6,59	4,68	7,76	7,72	0	15,20	12,84	11,98	10,85	13,32	12,37
			V _{min}	112,0	74,0	57,0	75,0	67,0	78,0	57,0	0	63,0	28,0	61,0	61,0	72,0	28,0
			V _{max}	112,0	145,0	107,0	100,0	84,0	99,0	107,0	0	151,0	107,0	107,0	85,0	107,0	98,0
15.00 bis 16.00	trocken	mittl. Geschw.	0	116,46	78,9	80,50	76,39	98,33	79,46	120,6	115,03	82,94	82,95	80,8	97,0	83,02	
		Standardabw.	0	18,63	7,99	8,79	8,33	3,51	5,81	25,62	16,5	7,23	8,59	7,73	5,66	5,8	
		V _{min}	0	66,0	60,0	68,0	67,0	95,0	60,0	76,0	69,0	68,0	68,0	69,0	93,0	72,0	
		V _{max}	0	175,0	126,0	105,0	126,0	102,0	93,0	141,0	178,0	101,0	101,0	98,0	101,0	99,0	
21.30 bis 22.30	trocken	mittl. Geschw.	0	118,11	80,64	76,33	78,74	72,0	82,72	112,0	116,61	82,97	84,8	80,46	97,67	82,92	
		Standardabw.	0	22,98	6,37	11,93	6,77	0,0	4,9	0,0	18,87	8,58	17,68	5,33	6,11	5,37	
		V _{min}	0	66,0	57,0	68,0	57,0	72,0	72,0	112,0	77,0	54,0	54,0	72,0	91,0	72,0	
		V _{max}	0	164,0	96,0	90,0	92,0	72,0	96,0	112,0	178,0	103,0	102,0	93,0	103,0	97,0	

3.4.2 Geschwindigkeitsmessung

Neben der Schallpegelmessung und der Verkehrszählung wurden die Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge, differenziert nach Einspurige, PKW, LKW ohne Anhänger, LKW mit Anhänger, Busse, Sattelschlepper, mittels Lichtschranken über die Zeitwegbeziehung gemessen.

Die Aufzeichnung der Geschwindigkeiten erfolgte im Hauptmeßquerschnitt neben dem Meßpunkt 1 für beide Richtungsfahrbahnen. Die Zusammenstellung der mittleren Geschwindigkeit, der Standardabweichung, der in einer Meßperiode vorkommenden maximalen und minimalen Geschwindigkeit ist in der Tabelle 3.8 für die Betondecke und in der Tabelle 3.9 für den „Flüsterasphalt“ dargestellt.

Aus den beiden Tabellen kann man erkennen, daß die Geschwindigkeiten der Personenkraftwagen am „Flüsterasphalt“ im Mittel über alle Meßperioden um 6 km/h geringer war. Die Ursache dürfte im größeren Verkehrsaufkommen liegen.

Die mittlere LKW-Geschwindigkeit ist für beide Meßtage annähernd die gleiche. Bei den mit Spritzwagen genähten Fahrbahnen liegen die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge unter denen der trockenen Fahrbahnen. Die Ursachen dafür sind einerseits die unerwartete Nässe der Fahrbahnen, andererseits die ständig fahrenden Spritzwagen, die den Verkehr doch etwas behinderten.

Die Verteilung der Geschwindigkeiten der Kraftfahrzeuge auf Fahrbahndecken Beton und „Flüsterasphalt“ bei Fahrbahnzuständen trocken und naß, getrennt nach PKW und LKW, ist den Summenlinien zu entnehmen. In den Abbildungen 3.9 bis 3.24 sind die Summenhäufigkeitsverteilungen der beobachteten Geschwindigkeiten dargestellt. Der Vergleich der Summenlinien der verschiedenen Meßperioden und Meßbedingungen zeigt, daß die Geschwindigkeitsprofile an den beiden Meßtagen nur gering voneinander abweichen. Die PKW zeigen eine größere Abweichung, die Geschwindigkeitsverteilung der Lastkraftwagen ist sehr gleichmäßig und für die Fahrbahnzustände annähernd gleich.

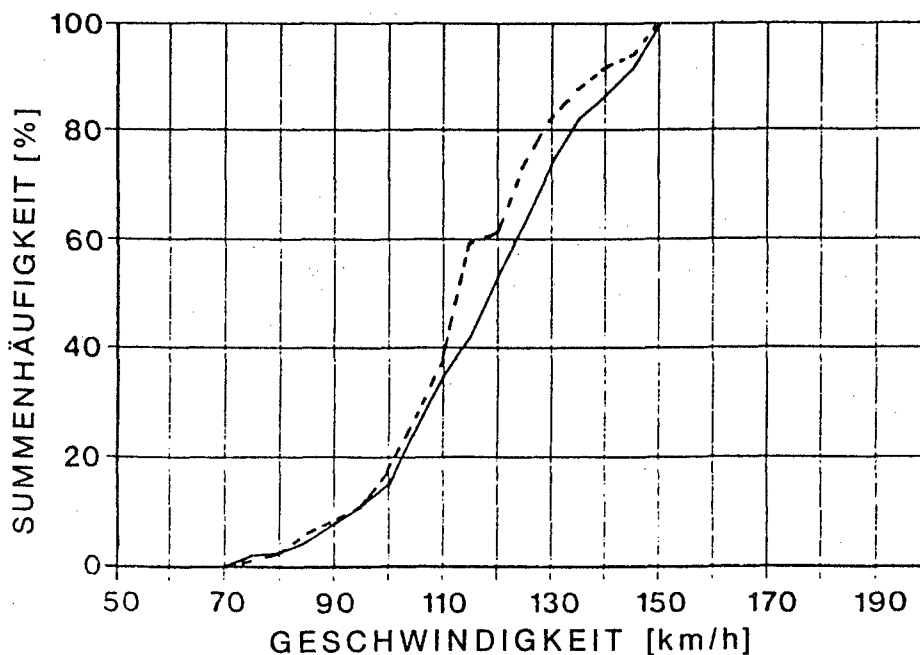


Abb. 3.9: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, trocken
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 11.00—12.00
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 10.30—11.30

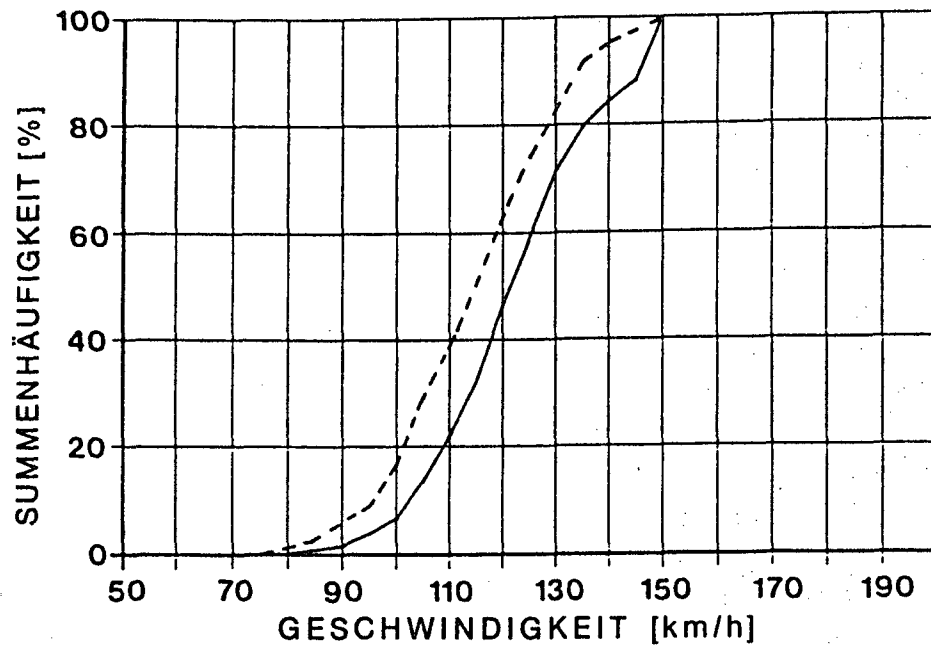


Abb. 3.10: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, trocken
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 11.00—12.00
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 10.30—11.30

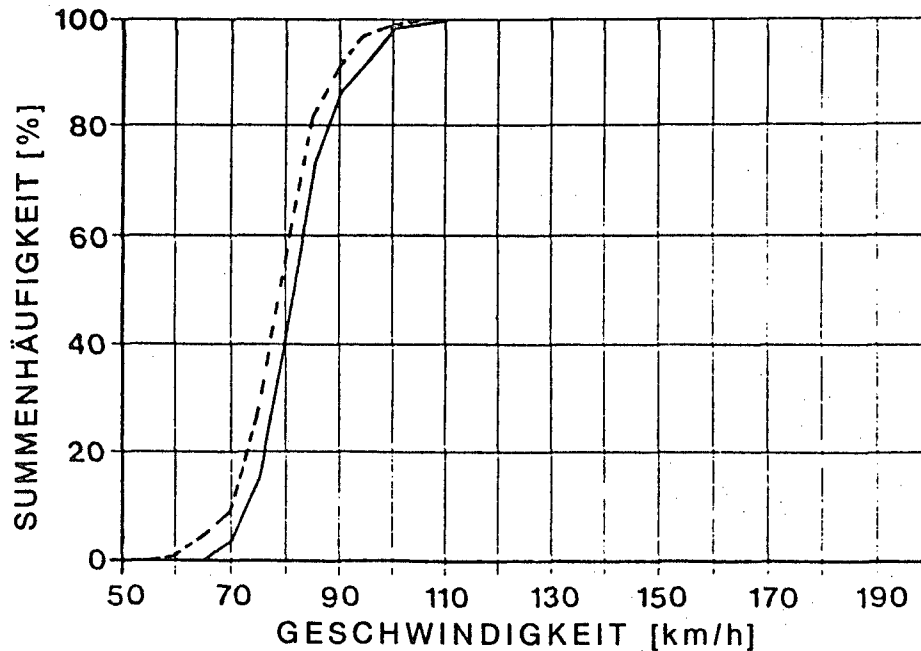


Abb. 3.11: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, trocken
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 11.00—12.00
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 10.30—11.30

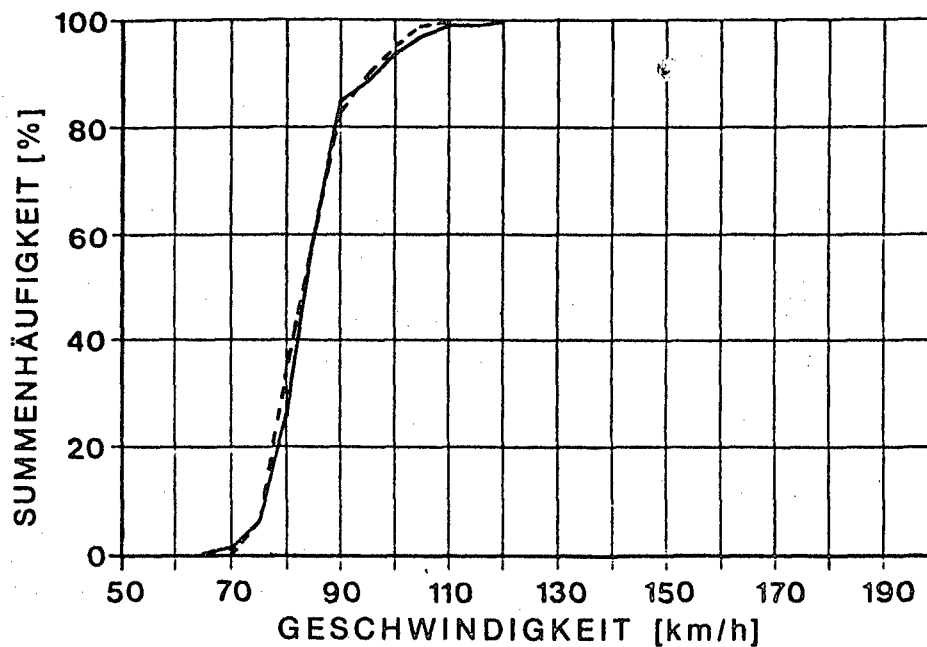


Abb. 3.12: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, trocken

— Betonfahrbahn, Meßperiode 11.00—12.00
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 10.30—11.30

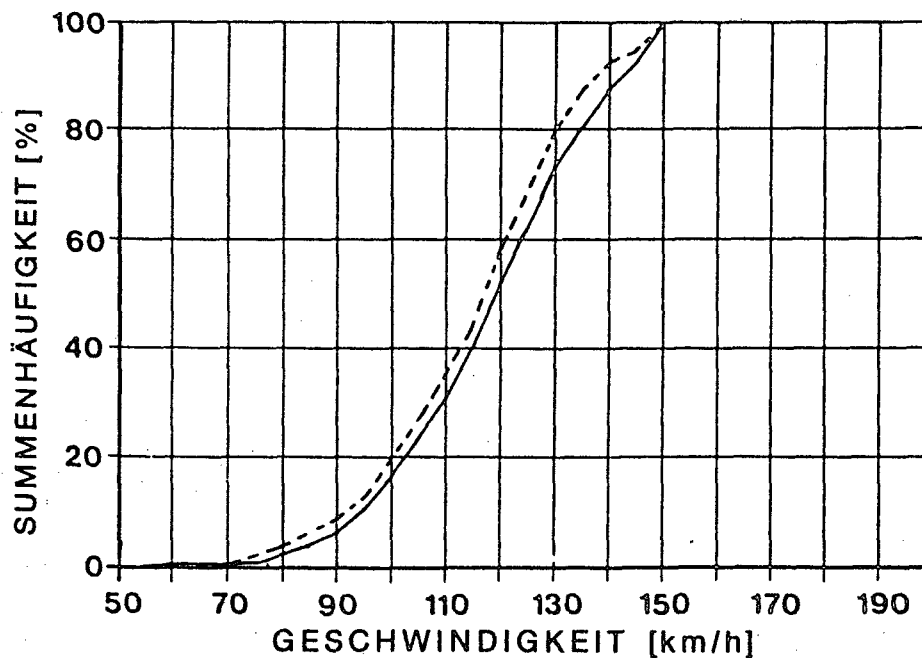


Abb. 3.13: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, trocken

— Betonfahrbahn, Meßperiode 16.15—17.15
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 15.00—16.00

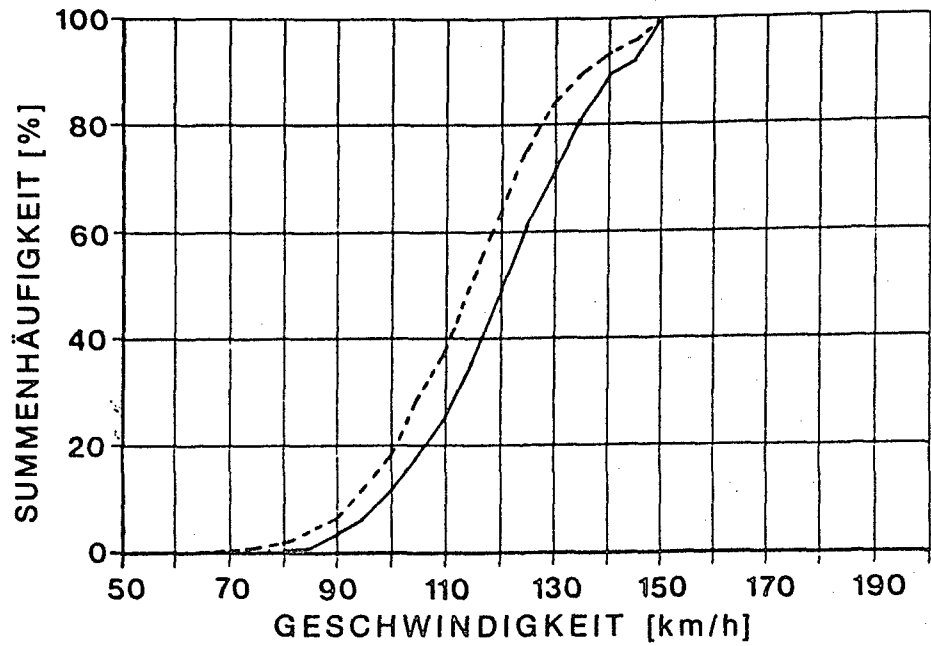


Abb. 3.14: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, trocken

— Betonfahrbahn, Meßperiode 16.15—17.15
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 15.00—16.00

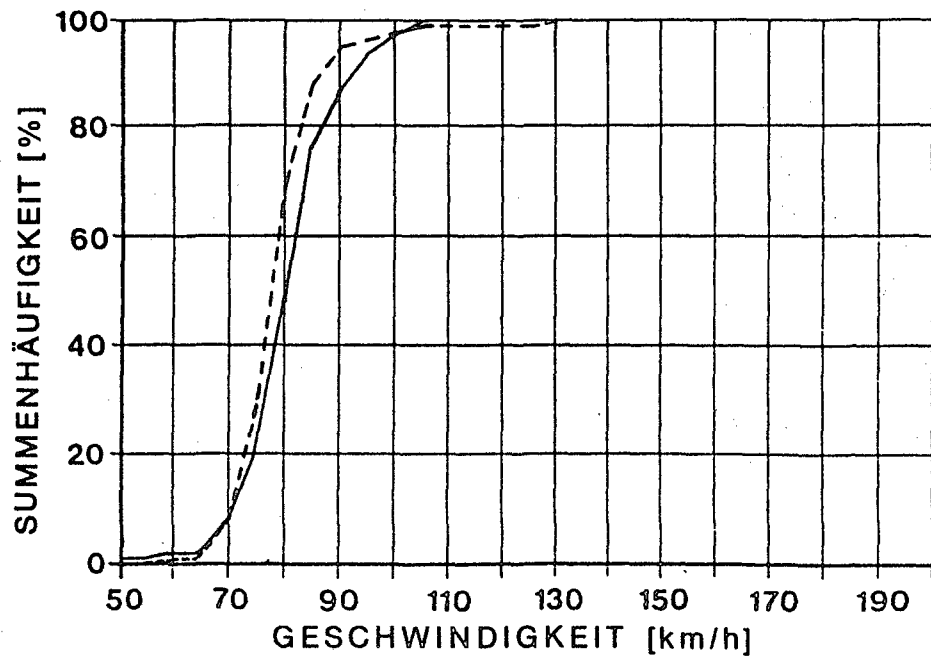


Abb. 3.15: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, trocken

— Betonfahrbahn, Meßperiode 16.15—17.15
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 15.00—16.00

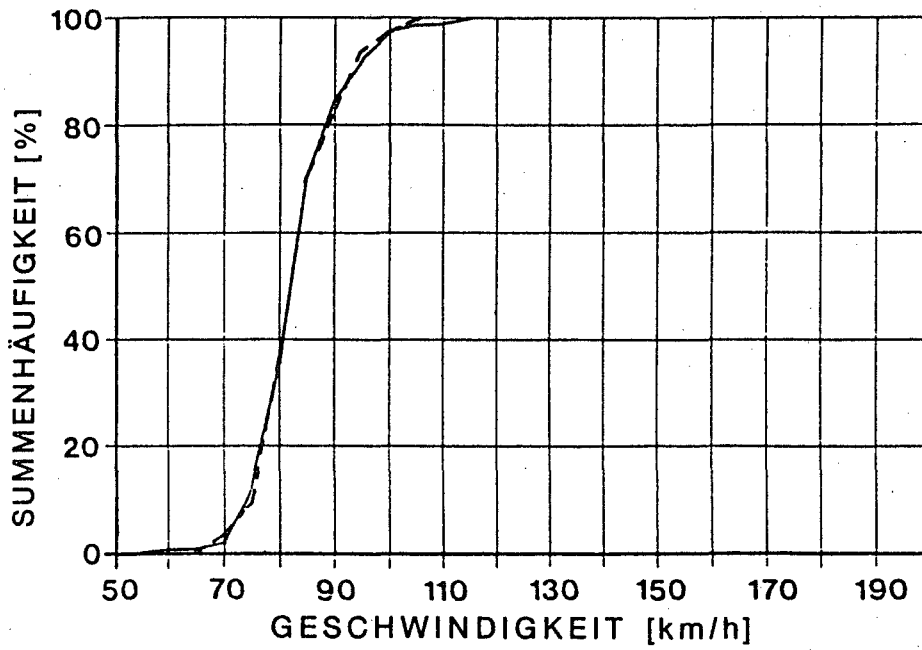


Abb. 3.16: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, trocken
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 16.15—17.15
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 15.00—16.00

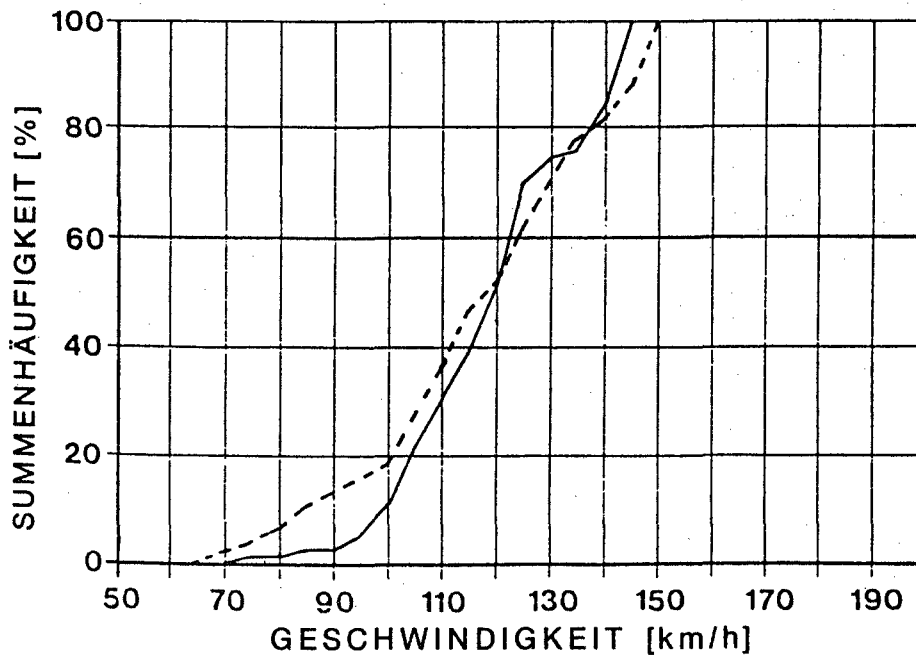


Abb. 3.17: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, trocken
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 21.00—22.00
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 21.30—22.30

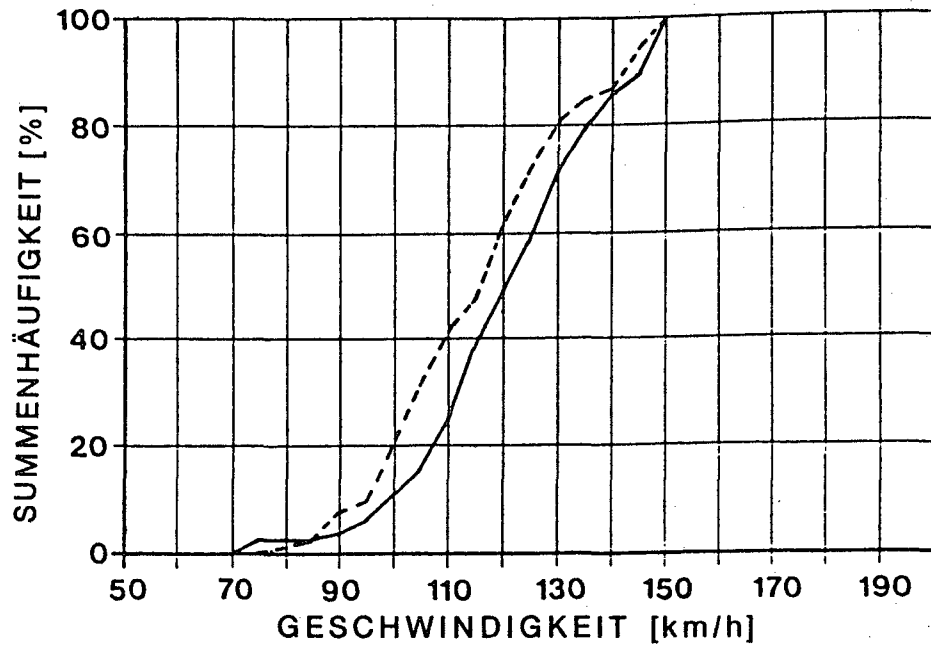


Abb. 3.18: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, trocken

— Betonfahrbahn, Meßperiode 21.00—22.00
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 21.30—22.30

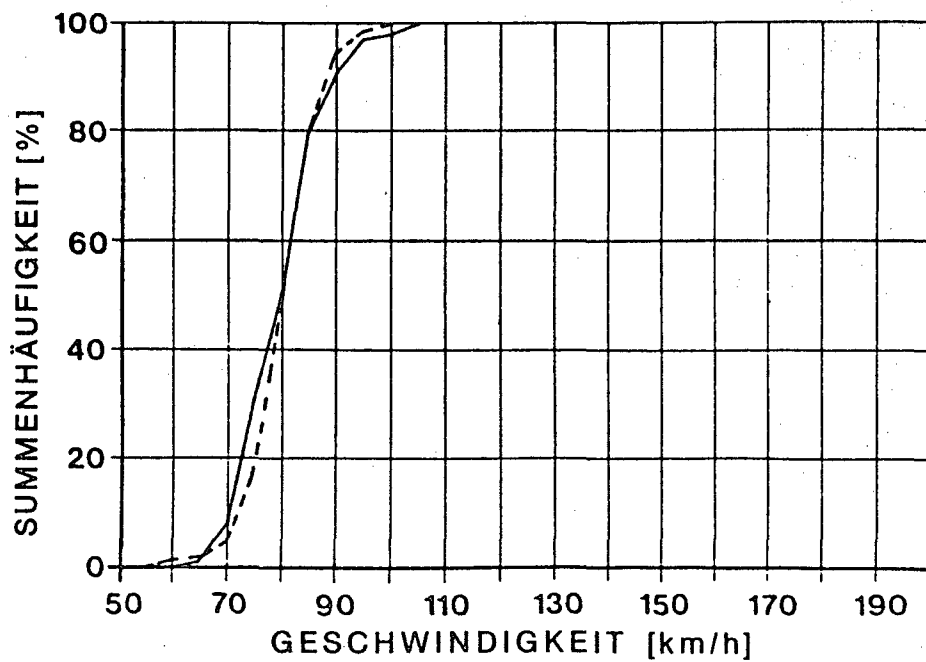


Abb. 3.19: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, trocken

— Betonfahrbahn, Meßperiode 21.00—22.00
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 21.30—22.30

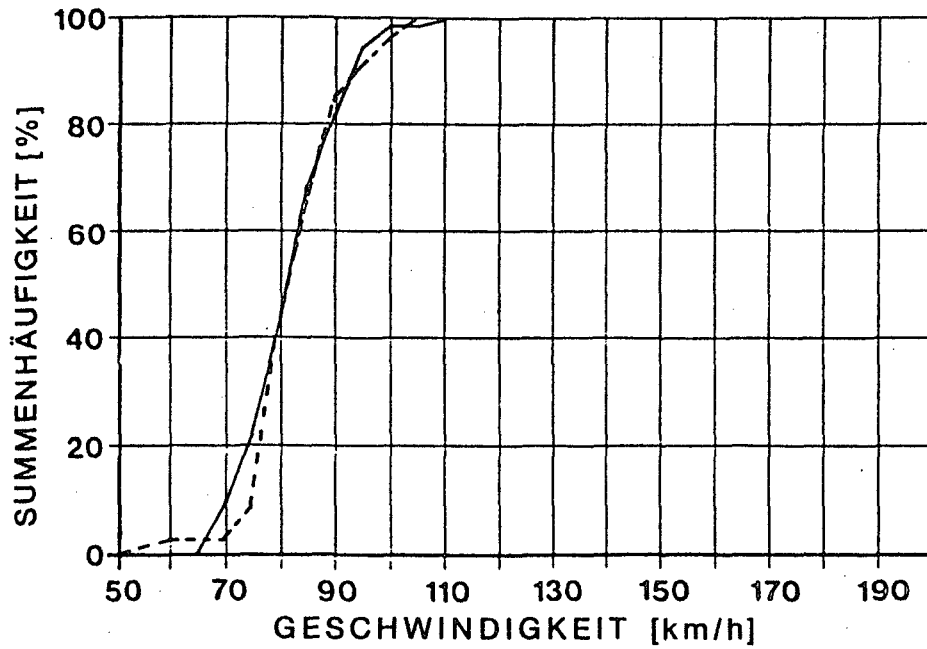


Abb. 3.20: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, trocken
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 21.00—22.00
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 21.30—22.30

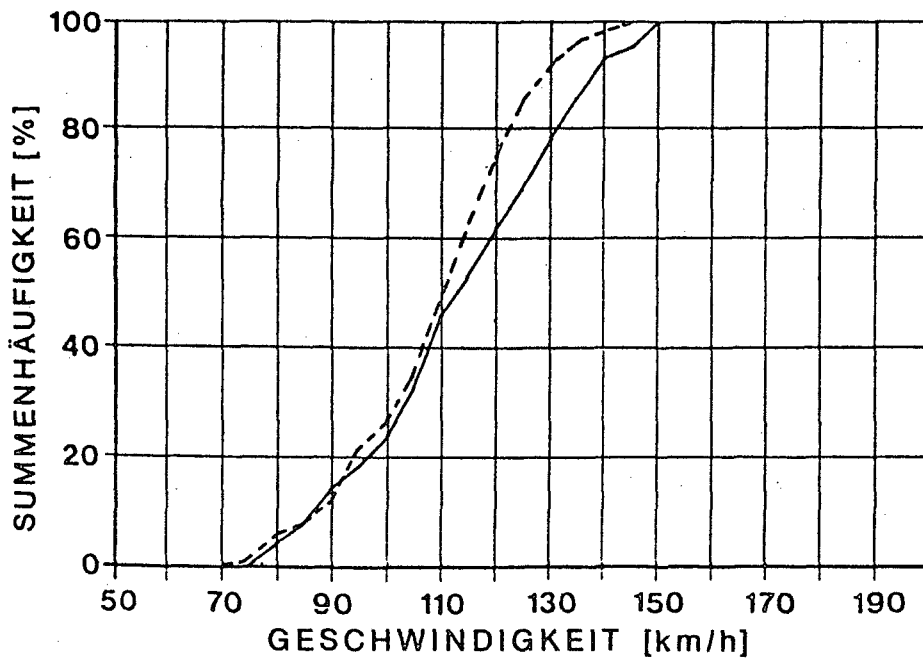


Abb. 3.21: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, naß (Spritzwagen)
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 14.53—15.28
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 13.31—14.01

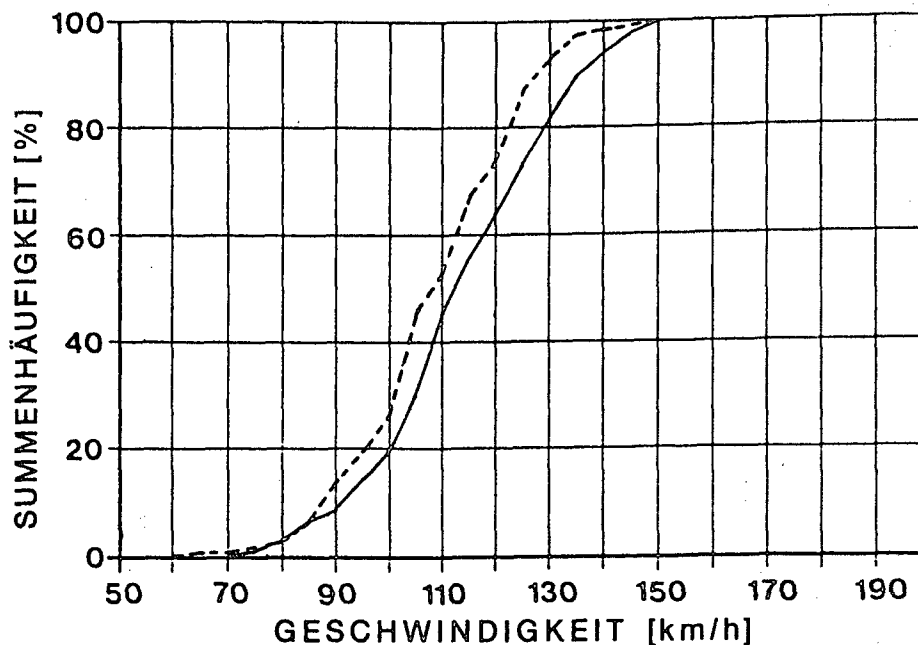


Abb. 3.22: Geschwindigkeitsverteilung PKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, naß (Spritzwagen)

— Betonfahrbahn, Meßperiode 14.53—15.28
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 13.31—14.01

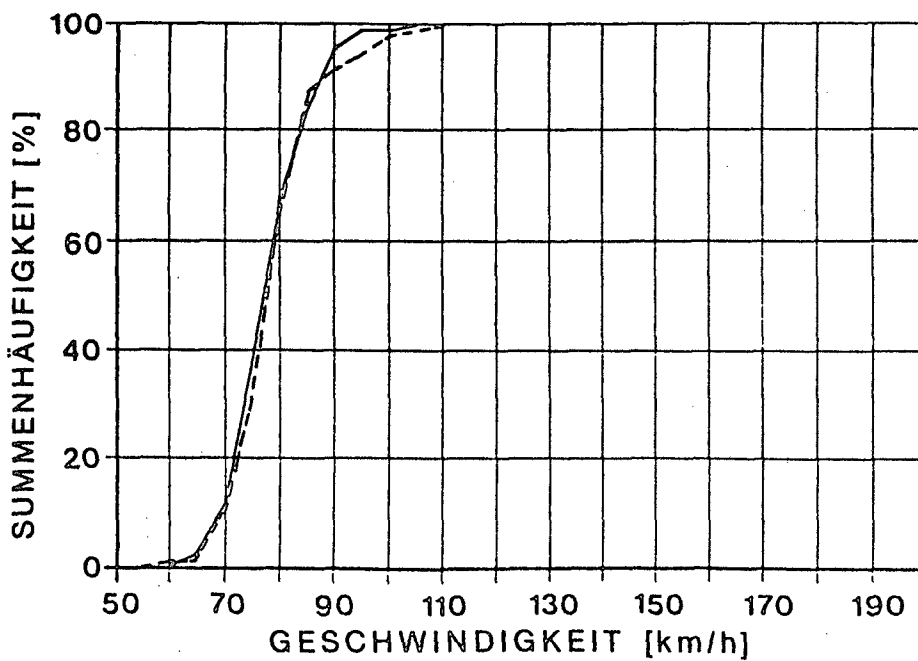


Abb. 3.23: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Innsbruck, naß (Spritzwagen)

— Betonfahrbahn, Meßperiode 14.53—15.28
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 13.31—14.01

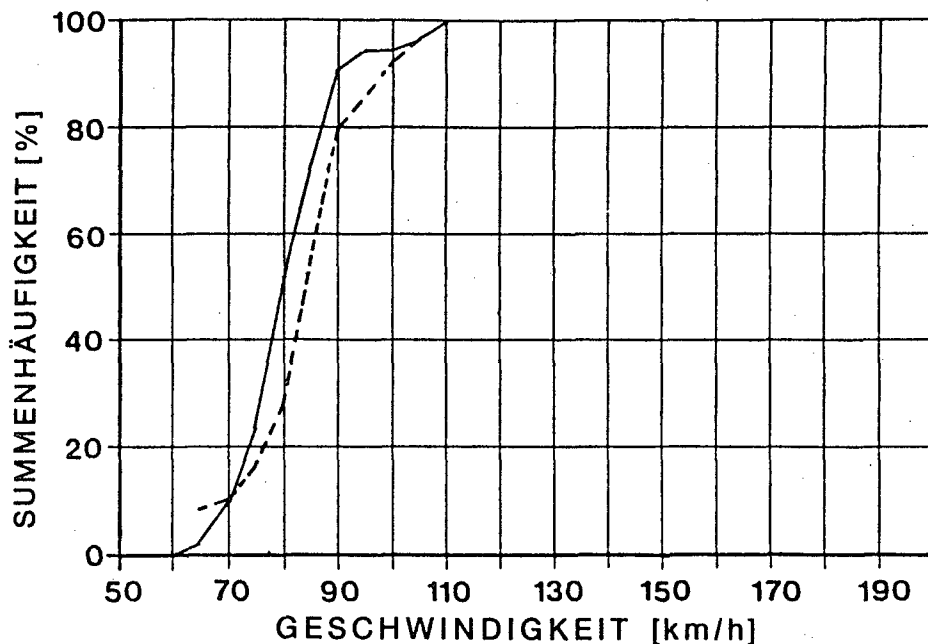


Abb. 3.24: Geschwindigkeitsverteilung LKW — Richtungsfahrbahn Kufstein, naß (Spritzwagen)
 ——— Betonfahrbahn, Meßperiode 14.53—15.28
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 13.31—14.01

3.5 Lärmtechnische Daten

3.5.1 Allgemeines — Definition

Zur Beschreibung des Lärmbildes wurden folgende Pegel aufgezeichnet.

L_{eq} äquivalenter Dauerschallpegel

L_{95} Grundgeräuschpegel

L_5 5% Spitzenpegel (häufige Spitzen)

L_1 1% Spitzenpegel (seltene Spitzen)

L_{eq} A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel in dB: Einzahlangabe, die zur Beschreibung eines Schallereignisses mit schwankendem Schallpegel (z. B. Straßenverkehrslärm, Fluglärm) dient. Er wird errechnet als der Schallpegel, der bei dauernder Einwirkung dem unterbrochenen Lärm oder Lärm mit schwankendem Schallpegel äquivalent ist.

L_{95} Grundgeräuschpegel: Geringster an einem Ort während eines bestimmten Zeitraumes gemessener, A-bewerteter Schallpegel in dB, der durch entfernte Geräusche verursacht wird und bei dessen Einwirkung Ruhe empfunden wird. Für ihn wird jener Schallpegel eingesetzt, der in 95% des Meßzeitraumes überschritten wird.

L_5 Spitzenpegel, der in 5% des Zeitraumes überschritten wird.

L_1 Spitzenpegel, der in 1% des Zeitraumes überschritten wird.

Der äquivalente Dauerschallpegel, die Summenhäufigkeitspegel L_{95} , L_5 und L_1 wurden an den Meßstationen, Meßpunkt 1, 2 und 3, mit den unter Punkt 3.1 beschriebenen Geräten aufgenommen, ausgewertet und ausgedruckt. An den Meßstellen 1 und 3 wurden die Schallpegel zusätzlich auf Band aufgenommen.

44 **Tabelle 3.10** Schallpegelmessung — Betonfahrbahn

Standplatz: Meßpunkt MP1						
Datum: 1984-05-16						
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand
	dB					
11.00—11.15	70,8	52,8	77,0	78,5	Beton	trocken
11.15—11.30	71,0	51,0	77,3	79,3		
11.30—11.45	70,4	52,5	76,8	79,0		
11.45—12.00	70,6	54,5	76,8	78,8		
11.00—12.00	70,7	52,9	77,0	78,9		
14.53—15.08	69,5	54,7	75,8	77,4		
15.08—15.23	71,8	59,4	77,1	79,3		
15.23—15.28	72,1	56,0	77,8	80,0		
14.53—15.28	71,0	57,5	76,7	78,7		
16.15—16.30	71,3	56,3	77,5	79,8		
16.30—16.45	71,3	57,5	76,5	79,3		
16.45—17.00	72,0	57,5	77,8	79,3		
17.00—17.15	72,3	59,5	78,0	79,8		
16.15—17.15	71,7	57,9	77,5	79,6		
21.00—21.15	71,5	53,8	78,0	80,8		
21.15—21.30	69,4	49,3	76,0	78,5		
21.30—21.45	69,9	49,3	76,8	80,0		
21.45—22.00	69,1	47,5	76,5	78,8		
21.00—22.00	70,1	50,7	76,9	79,6		

Tabelle 3.11 Schallpegelmessung — „Flüsterasphalt“

Standplatz: Meßpunkt MP1						
Datum: 1984-06-05						
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand
	dB					
10.30—10.45	66,2	52,3	72,3	75,3	„Flüsterasphalt“	trocken
10.45—11.00	65,5	52,8	71,5	74,3		
11.00—11.15	66,6	52,5	72,8	75,3		
11.15—11.30	66,1	52,5	72,3	74,8		
10.30—11.30	66,1	52,5	72,2	74,9		
13.31—13.46	66,8	55,9	72,0	75,2		
13.46—14.01	66,4	53,7	71,8	74,5		
13.31—14.01	66,6	54,9	71,9	74,8		
15.00—15.15	68,0	54,0	73,5	76,8		
15.15—15.30	67,0	53,3	73,0	74,5		
15.30—15.45	67,0	53,0	73,3	76,0		
15.45—16.00	67,7	55,3	73,8	75,5		
15.00—16.00	67,4	54,0	73,4	75,8		
21.30—21.45	64,5	47,0	71,4	75,0		
21.45—22.00	65,1	44,8	72,0	75,8		
22.00—22.15	66,0	46,5	73,3	76,5		
22.15—22.30	64,3	42,3	71,8	74,8		
21.30—22.30	65,0	45,5	72,2	75,6		

Tabelle 3.12 Schallpegelmessung — Betonfahrbahn

Standplatz: Meßpunkt MP2						
Datum: 1984-05-16						
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand
	dB					
11.00—11.15					Beton	trocken
11.15—11.30						
11.30—11.45						
11.45—12.00						
11.00—12.00	*)					
14.53—15.08	63,1	55,6	68,1	70,3	Spritzwagen naß	
15.08—15.23	65,3	58,2	69,0	70,2		
15.23—15.28	65,1	55,6	69,2	70,8		
14.53—15.28	64,3	56,7	68,6	70,4		
16.15—16.30	65,8	55,0	70,0	72,0		
16.30—16.45	65,6	56,5	68,5	70,5	trocken	
16.45—17.00	65,2	57,0	70,0	71,5		
17.00—17.15	65,5	58,0	69,0	71,5		
16.15—17.15	65,5	56,8	69,4	71,4		
21.00—21.15	64,3	49,5	68,5	70,5		
21.15—21.30	64,3	50,5	70,0	71,5		
21.30—21.45	62,6	47,5	68,5	70,0		
21.45—22.00	64,4	52,0	68,5	71,5		
21.00—22.00	64,0	50,2	68,9	70,9		

*) Unvollständige Aufzeichnung, daher keine Auswertung.

Tabelle 3.13 Schallpegelmessung — „Flüsterasphalt“

Standplatz: Meßpunkt MP2						
Datum: 1984-06-05						
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand
	dB					
10.30—10.45	59,7	51,0	63,0	65,5	„Flüster- asphalt“	trocken
10.45—11.00	60,7	51,0	64,0	65,5		
11.00—11.15	60,1	52,0	64,5	66,0		
11.15—11.30	61,6	50,5	65,5	68,5		
10.30—11.30	60,4	51,2	64,3	66,6		
13.31—13.46	60,4	55,6	64,0	65,8		Spritzwagen naß
13.46—14.01	60,0	53,0	64,1	67,6		
13.31—14.01	60,2	54,5	64,1	66,8		
15.00—15.15	61,3	53,5	65,5	67,5		
15.15—15.30	61,1	52,5	64,0	65,5		
15.30—15.45	61,3	50,5	65,6	67,5		
15.45—16.00	60,9	53,5	65,5	67,0		
15.00—16.00	61,2	52,7	65,2	66,9		
21.30—21.45	60,2	48,0	63,0	66,0	trocken	
21.45—22.00	57,8	45,0	64,0	65,5		
22.00—22.15	59,7	46,5	65,5	68,5		
22.15—22.30	59,3	44,5	64,0	66,0		
21.30—22.30	59,3	46,2	64,2	66,7		

46

Tabelle 3.14 Schallpegelmessung — Betonfahrbahn

Standplatz: Meßpunkt MP3								
Datum: 1984-05-16								
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand		
	dB							
11.00—11.15	58,5	51,3	60,9	62,5	Beton	trocken		
11.15—11.30	57,7	52,3	61,5	63,5				
11.30—11.45	56,5	50,1	60,1	62,1				
11.45—12.00	57,1	50,6	61,0	62,2				
11.00—12.00	57,5	51,2	60,9	62,6				
14.53—15.08	Keine Messungen							
15.08—15.23								
15.23—15.28								
14.53—15.28								
16.15—16.30	58,5	54,2	61,7	63,8		trocken		
16.30—16.45	58,2	53,7	61,8	64,2				
16.45—17.00	58,7	53,3	61,5	63,2				
17.00—17.15	59,5	53,1	63,5	65,1				
16.15—17.15	58,9	53,6	62,2	64,1				
21.00—21.15	56,0	49,0	60,2	61,8	trocken			
21.15—21.30	55,7	48,0	60,0	61,2				
21.30—21.45	55,3	46,2	59,3	61,5				
21.45—22.00	56,5	50,2	61,0	64,6				
21.00—22.00	55,9	48,6	60,2	62,5				

Tabelle 3.15 Schallpegelmessung — „Flüsterasphalt“

Standplatz: Meßpunkt MP3								
Datum: 1984-06-05								
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand		
	dB							
10.30—10.45	52,2	47,9	55,0	55,9	„Flüsterasphalt“	trocken		
10.45—11.00	52,8	48,7	55,9	56,7				
11.00—11.15	53,6	49,1	56,7	57,9				
11.15—11.30	54,1	51,0	56,7	57,9				
10.30—11.30	53,2	49,3	56,1	57,2				
13.31—13.46	Keine Messungen							
13.46—14.01								
13.31—14.01								
15.00—15.15	54,1	49,8	57,5	59,9		trocken		
15.15—15.30	53,2	48,7	55,8	57,9				
15.30—15.45	53,8	49,1	56,7	58,3				
15.45—16.00	53,9	50,4	56,9	58,5				
15.00—16.00	53,8	49,5	56,8	58,7				
21.30—21.45	50,2	44,8	54,4	56,1	trocken			
21.45—22.00	51,4	43,9	56,3	59,5				
22.00—22.15	50,9	45,0	55,1	56,3				
22.15—22.30	50,2	40,6	55,5	57,9				
21.30—22.30	50,7	43,9	55,4	57,7				

3.5.2 Energieäquivalenter Dauerschallpegel und Summenhäufigkeitspegel

In den nachstehenden Tabellen sind die Ergebnisse der Schallpegelmessungen aufgeführt nach Meßpunkten angeführt.

Tabelle 3.10	Meßpunkt 1	Betonfahrbahn
3.11	Meßpunkt 1	„Flüsterasphalt“
3.12*)	Meßpunkt 2	Betonfahrbahn
3.13	Meßpunkt 2	„Flüsterasphalt“
3.14	Meßpunkt 3	Betonfahrbahn
3.15	Meßpunkt 3	„Flüsterasphalt“
3.16	Meßpunkt 4	Betonfahrbahn
3.17	Meßpunkt 4	„Flüsterasphalt“

Weiters wurden die Häufigkeitsklassen und die Summenhäufigkeiten ermittelt und sind in den Abbildungen 3.25 bis 3.28 für den Meßpunkt 1 und in den Abbildungen 3.29 bis 3.31 für den Meßpunkt 3 dargestellt.

*) Durch ein technisches Gebrechen wurden am Meßpunkt 2 die Pegelwerte der Messung Betonfahrbahn am 1984-05-16 in der Meßperiode 11.00 bis 12.00 unvollständig aufgezeichnet. Sie werden daher für die weitere Verarbeitung nicht verwendet.

Tabelle 3.16 Schallpegelmessung — Beton

Standplatz: Meßpunkt MP4						
Datum: 1984-05-16						
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand
	dB					
18.30—18.45	70,4	57,0	73,0	75,0	Beton	trocken
18.45—19.00	68,8	54,0	72,5	75,0		
18.30—19.00	69,7	55,8	72,8	75,0		

Tabelle 3.17 Schallpegelmessung — „Flüsterasphalt“

Standplatz: Meßpunkt MP4						
Datum: 1984-06-05						
Uhrzeit	L_{eq}	L_{95}	L_5	L_1	Fahrbahn	Zustand
	dB					
17.15—17.30	67	55,5	71,5	73,5	„Flüsterasphalt“	trocken
17.30—17.45	65,9	55,5	70,5	72,0		
17.15—17.45	66,5	55,5	71,0	72,8		

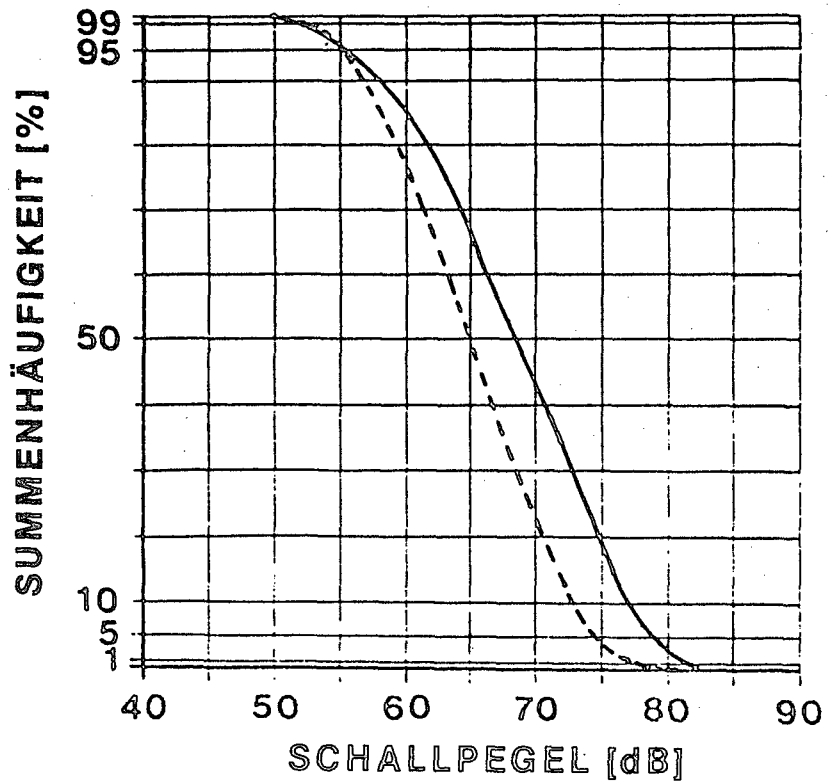
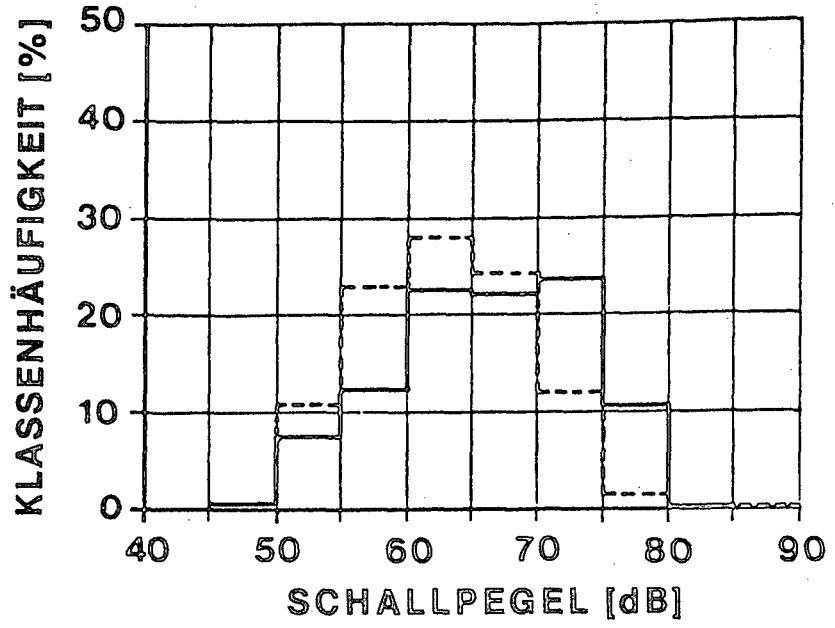


Abb. 3.25: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 1, Fahrbahn trocken
 — Beton, Meßperiode 11.00—12.00
 - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 10.30—11.30

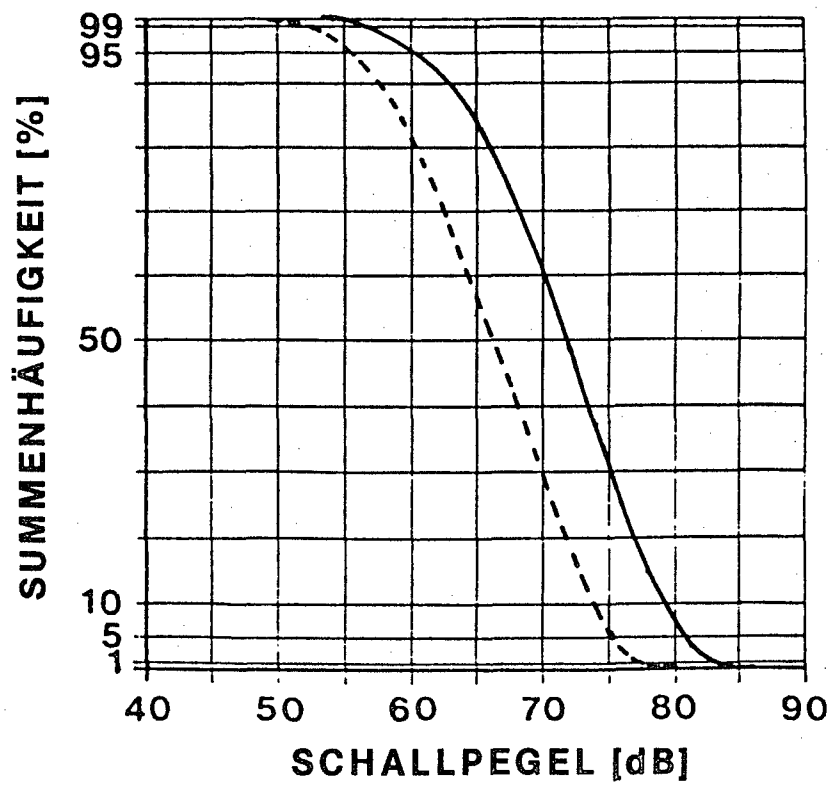
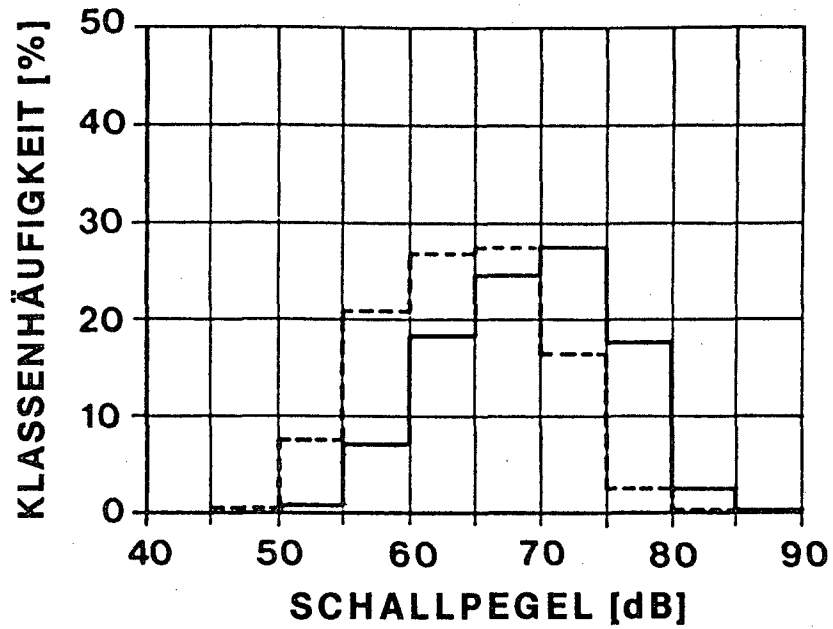


Abb. 3.26: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 1, Fahrbahn trocken

— Beton, Meßperiode 16.15—17.15

- - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 15.00—16.00

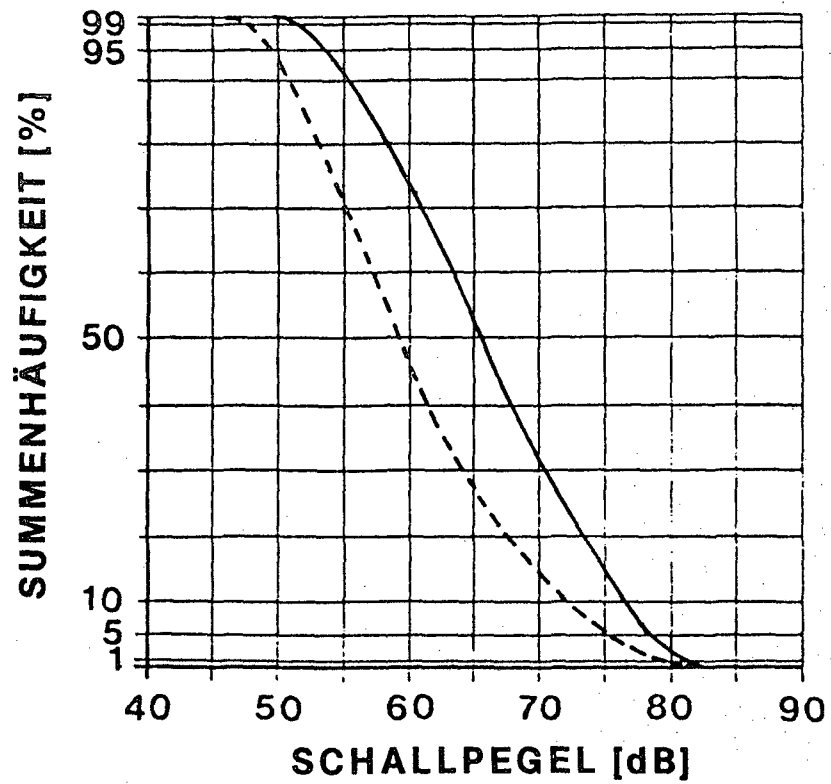
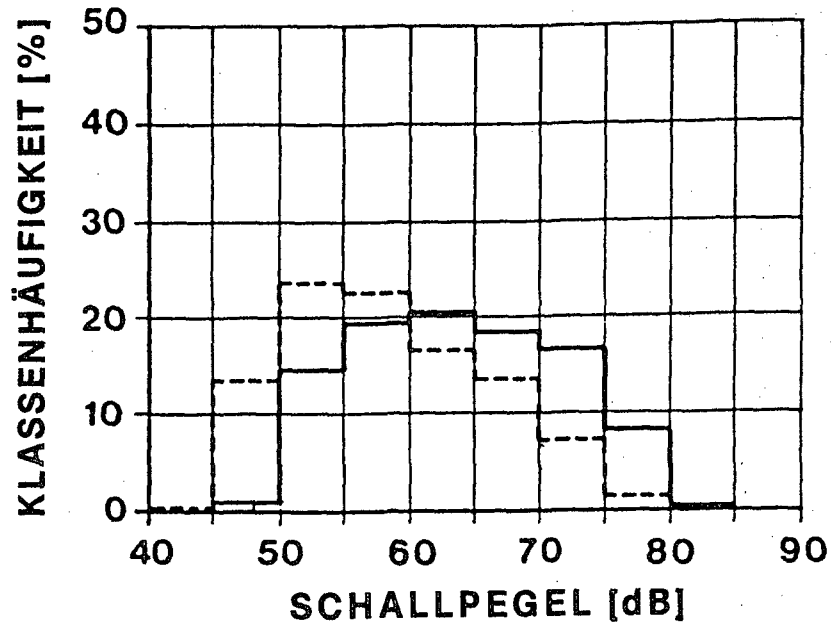


Abb. 3.27: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 1, Fahrbahn trocken
 — Beton, Meßperiode 21.00—22.00
 - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 21.30—22.30

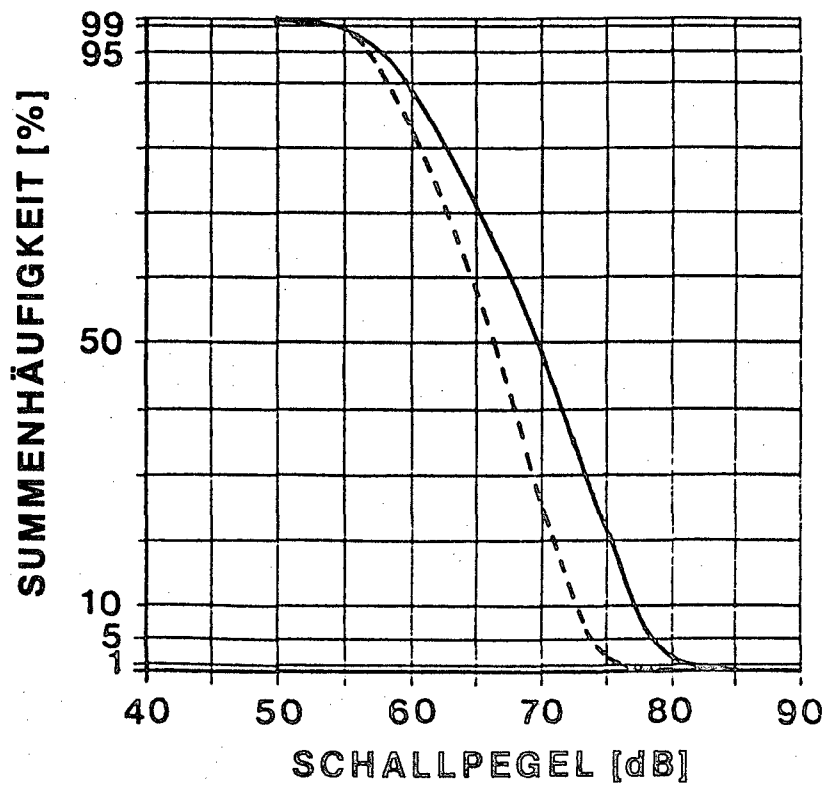
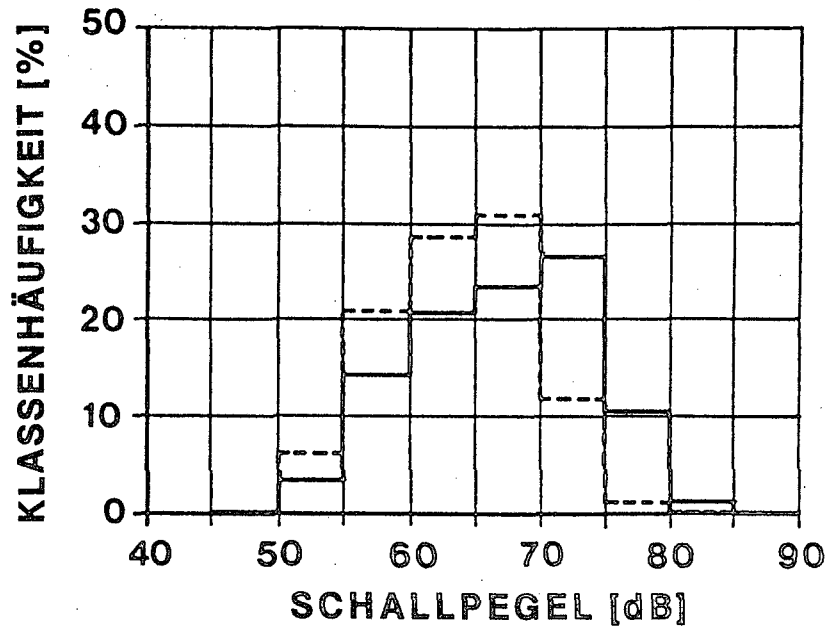


Abb. 3.28: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 1, Fahrbahn naß (Spritzwagen)
 ————— Beton, Meßperiode 14.53—15.28
 - - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 13.31—14.01

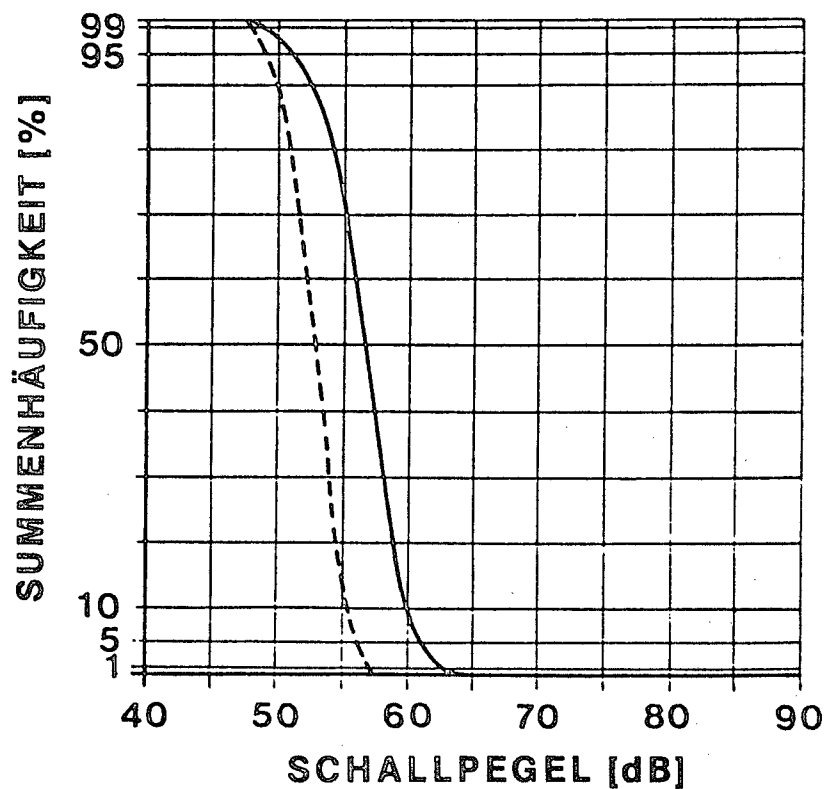
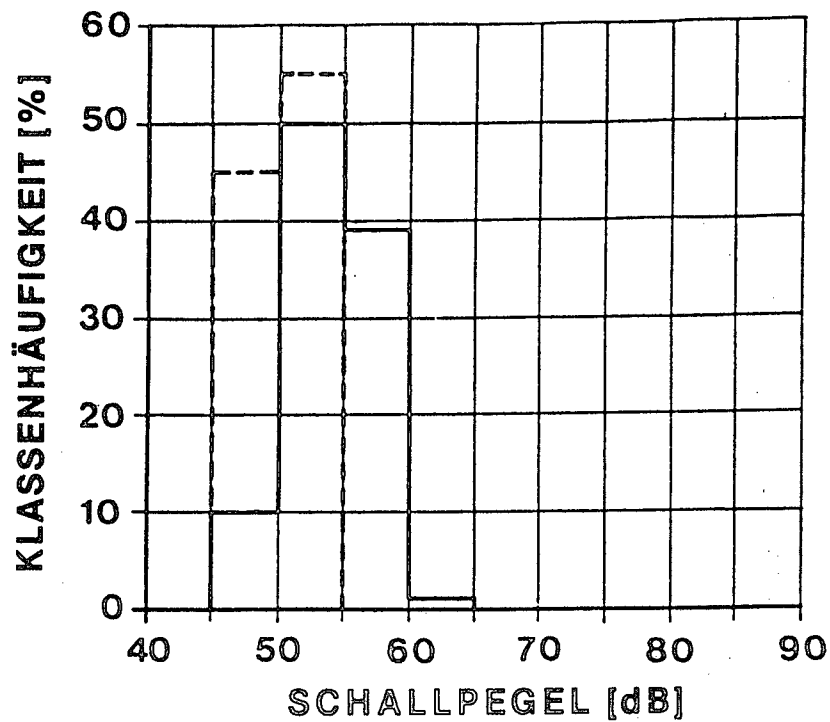


Abb. 3.29: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 3, Fahrbahn trocken

— Beton, Meßperiode 11.00—12.00

- - - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 10.30—11.30

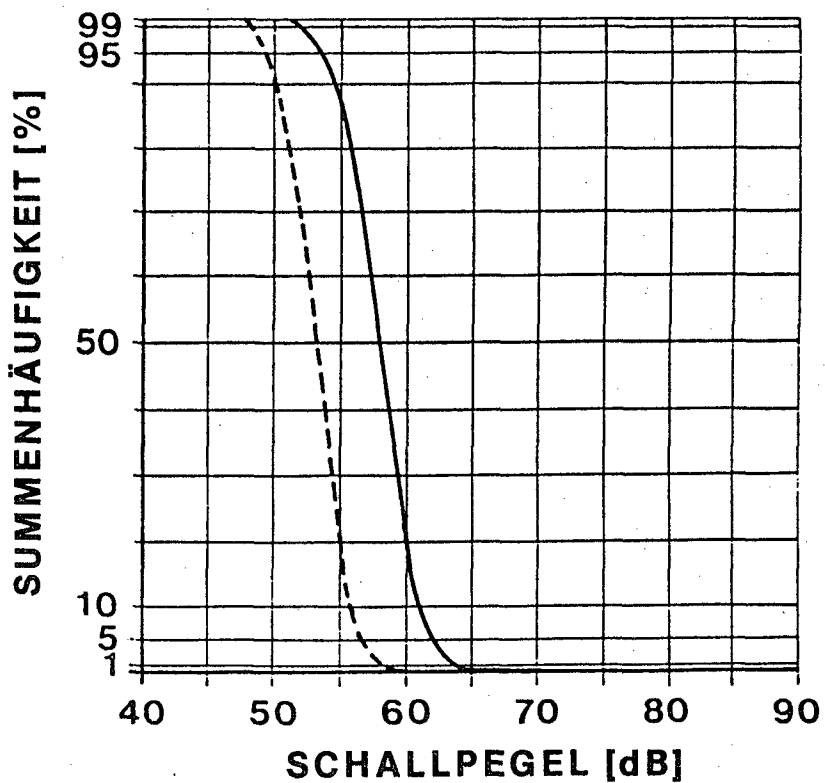
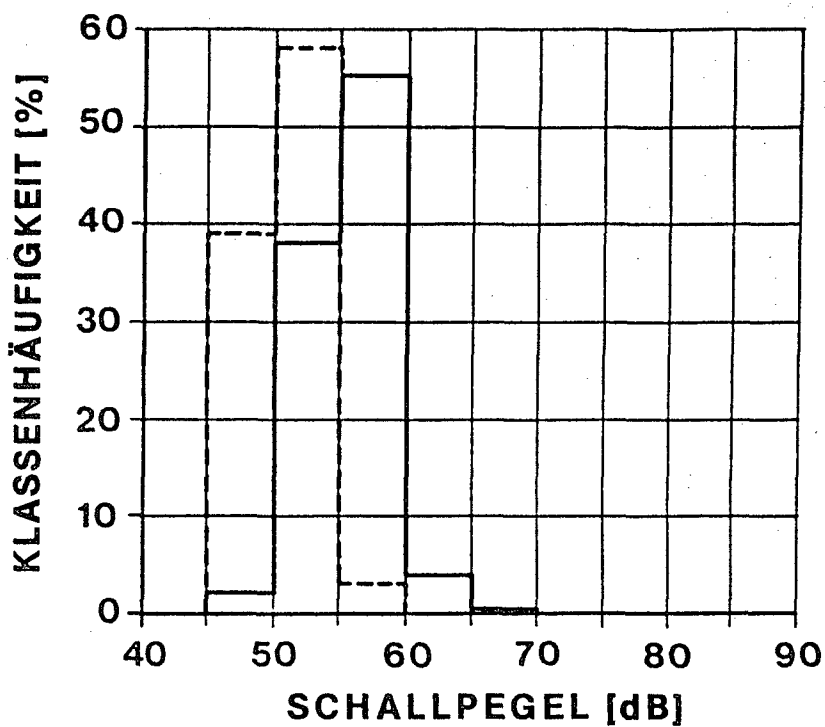


Abb. 3.30: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 3, Fahrbahn trocken

- Beton, Meßperiode 16.15—17.15
- - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 15.00—16.00

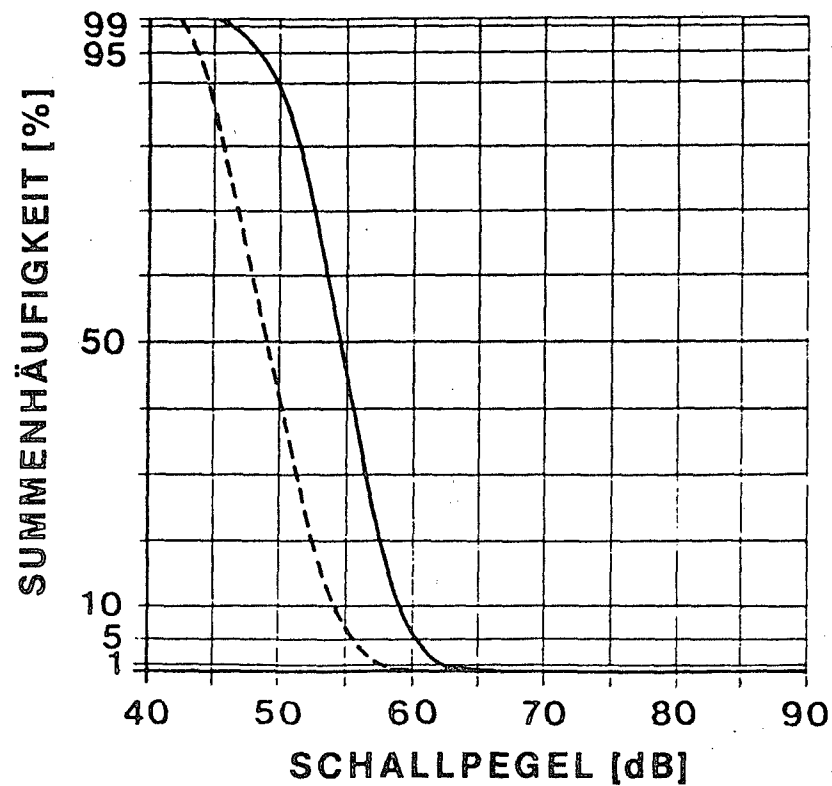
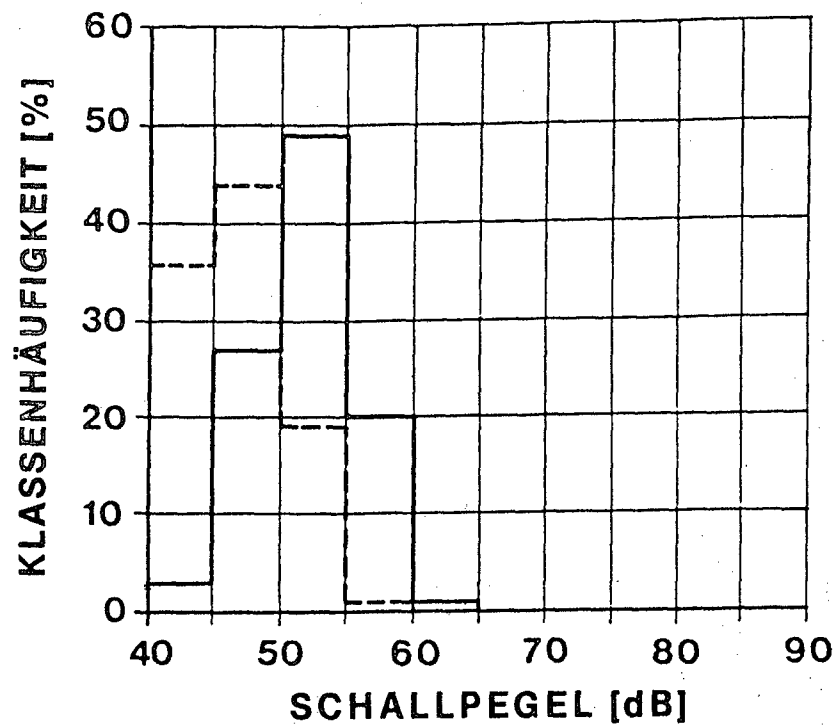


Abb. 3.31: Klassen- und Summenhäufigkeitsverteilung — Meßpunkt 3, Fahrbahn trocken
 — Beton, Meßperiode 21.00—22.00
 - - - „Flüsterasphalt“, Meßperiode 21.30—22.30

3.5.3 Rollgeräuschpegel

Die Messung der Rollgeräusche erfolgte am Meßpunkt 1, beim Auslaufen der vorher mit Motorleistung auf geeignete Geschwindigkeit beschleunigten Fahrzeuge. Etwa 100 m vor dem Meßquerschnitt wurde der Motor des Testfahrzeuges abgestellt und ausgekuppelt. Die Vorbeifahrgeräusche der Testfahrzeuge wurden auf Tonband aufgezeichnet, der maximale Vorbeifahrtspegel wurde sogleich abgelesen. Die gemessenen Geschwindigkeiten und Vorbeifahrtspegel sind in den Tabellen 3.18 für die Betondecke und 3.19 für „Flüsterasphalt“ wiedergegeben. Als Testfahrzeuge wurden verwendet:

PKW Marke: Ford Taunus 1600 Kombi

LKW Marke: MAN 280

Der LKW war bei den Messungen mit Kies beladen und hatte eine Gesamttonnage von 16 t.

Am Meßtag, den 1984-05-16 herrschte in den Nachtstunden der Rollgeräuschmessung beinahe Windstille vor, während am 1984-06-05 zeitweise aufkommende Windböen einige Messungen beeinflussten. Zwischen den Böen war es relativ windstill. Die Windrichtung war fast senkrecht zur Schallausbreitungsrichtung.

Zeitweise fielen am Beginn der Flüsterasphaltemessung einige Regentropfen. Die Fahrbahn kann aufgrund des geringen Niederschlages weiterhin als trocken bezeichnet werden.

Tabelle 3.18 Rollgeräuschmessung — Betonfahrbahn

Test-fahrt Nr.	PKW		LKW		Wind	Fahrbahn-zustand
	Vorbeifahrts-pegel	Geschwin-digkeit	Vorbeifahrts-pegel	Geschwin-digkeit		
	dB	km/h	dB	km/h		
1	71,1	98	72,2	78	Windrich-tung: Windstille bis maximal 3 km/h	trocken
2	72,0	104	71,7	78		
3	72,8	105	71,7 ¹⁾	75		
4	73,0	109	73,0	81		
5	71,2	96	73,9	83		

¹⁾ Mit Geisterfahrer im Querschnitt

Tabelle 3.19 Rollgeräuschmessung — „Flüsterasphalt“

Test-fahrt Nr.	PKW		LKW		Wind	Fahrbahn-zustand
	Vorbeifahrts-pegel	Geschwin-digkeit	Vorbeifahrts-pegel	Geschwin-digkeit		
	dB	km/h	dB	km/h		
1	64,2	107	— ²⁾	75	Böen/10, SW	vereinzelt Regen-tropfen
2	64,0	107	63,3	81	7, SW	
3	64,1	107	64,0	81	7, SW	
4	65,6	109	65,0	84	6, SW	trocken
5	— ²⁾	110	64,0	81	Böen/8, SW	

²⁾ Windböe verursachte Windgeräusche (Blätterrauschen), Meßwerte wurden ausgeschieden.

3.6 Ergebnisse

Zur Beschreibung von stark schwankendem Lärm, dem Straßenlärm, dient der energieäquivalente Dauerschallpegel L_{eq} . Zur Beurteilung der Lärmentwicklung bzw. Situation sind noch folgende Informationen erforderlich:

- die Pegelhäufigkeitsverteilung (Grundgeräuschpegel und Spitzenpegel) für die Schwankungsbreite der Schallpegel und zur Bestimmung der Hintergrundsituation
- der zeitliche Pegelverlauf
- das Frequenzspektrum, als Information über die Lästigkeit von Geräuschen

3.6.1 Energieäquivalenter Dauerschallpegel

3.6.1.1 Ausgangsdaten

Bei gleichen meteorologischen und geometrischen Ausbreitungsbedingungen hängt die von der Straße emittierte Schallenergie von der Verkehrsstärke, der Verkehrszusammensetzung, der Geschwindigkeit der Verkehrsströme und der Fahrbahnoberfläche ab.

Um die Auswirkung der untersuchten Fahrbahnbeläge auf die Schallpegelimmersion festzustellen, ist es erforderlich, daß von gleicher Verkehrsmenge, Verkehrszusammensetzung und gleichen Geschwindigkeiten der einzelnen Verkehrsströme ausgegangen wird.

Da an beiden Meßtagen unterschiedliche Verkehrsmengen, Verkehrszusammensetzungen und Geschwindigkeiten vorhanden waren, werden die Immissionsschallpegel auf eine gewählte Verkehrsmenge, Zusammensetzung und Geschwindigkeit umgerechnet.

Die gewählten Verkehrsdaten wurden als Mittelwerte aus den Tagesmengenanzahlungen errechnet und auf runde Zahlen wie folgt festgelegt:

gewählte Verkehrsmenge im Querschnitt:	$M_w = 900$ Kfz/h
gewählte Verkehrsmenge je Fahrtrichtung:	$M_w = 450$ Kfz/h
gewählter LKW-Anteil:	$p_w = 30\%$
gewählte Geschwindigkeit PKW:	$V_{p,w} = 120$ km/h
gewählte Geschwindigkeit LKW:	$V_{L,w} = 85$ km/h

Um die maßgebenden Immissionsschallpegel zu ermitteln, wird folgendermaßen verfahren.

3.6.1.2 Berechnung des maßgebenden energieäquivalenten Dauerschallpegels

Für die gewählte und für die gezählte Verkehrssituation wird mit dem unten beschriebenen Verfahren rechnerisch der energieäquivalente Dauerschallpegel ermittelt. Die sich aus diesen beiden Werten ergebende Differenz wird zum tatsächlich gemessenen äquivalenten Dauerschallpegel hinzugezählt, um den „maßgebenden“ äquivalenten Dauerschallpegel zu erhalten. Dieser maßgebende Dauerschallpegel wird in der Folge für die vergleichende Untersuchung der Fahrbahndecken Beton und „Flüsterasphalt“ verwendet.

Das hier verwendete Verfahren zur Bestimmung der maßgebenden Lärmbelastung entspricht jenem der Dienstanweisung betreffend Lärmschutz an Bundesstraßen des Bundesministeriums für Bauten und Technik [6], welches dort als Kalibrierung bezeichnet wird.

Die Immissionsberechnung erfolgt nach [30, 24, 25] mit den nachstehend angeführten Beziehungen:

Immissionspegel zufolge PKW-Verkehr

$$L_{eqp} = 27,2 + 10 \log [1 + (0,02 V_p)^3] + 10 \log M_p - L_E \quad (3.1)$$

Immissionspegel zufolge LKW-Verkehr

$$L_{eql} = 34,2 - 15,5 C + (5 + 10 C) \log V_L + 10 \log M_L - L_E \quad (3.2)$$

Ausbreitungsdämpfung

$$L_E = 13,8 - 7 \log s - 2 \cdot (\log s)^2 \quad (3.3)$$

Gesamtimmissionspegel

$$L_{eq} = 10 \lg [10^{1,0 L_{eqp}} + 10^{0,1 L_{eqL}}] \quad (3.4)$$

Es bedeuten:

L_{eqp} , L_{eqL} Äquivalenter Dauerschallpegel am Immissionsort zufolge PKW- bzw. LKW-Verkehr.

M_p , M_L Maßgebende Verkehrsstärken PKW/h, LKW/h.

V_p , V_L Mittlere Geschwindigkeiten der PKW bzw. der LKW in km/h.

C Faktor für den Anteil des Schwerlastverkehrs (≥ 9 t) am Gesamt-LKW-Verkehr ($C = 100\%$ entspricht 100% Schwerlastverkehr).

L_E Ausbreitungsdämpfung.

s Entfernung des Immissionspunktes von der Straßenmitte in Meter.

Die Berechnung des Immissionspegel am Meßpunkt 1 wird nachstehend beispielhaft für die gemessenen und gewählten Verkehrsdaten durchgeführt.

Ausgangsdaten:

Meßpunkt 1 (siehe auch Abb. 3.1 und 3.2)

Fahrbahn: Betondecke, trocken

Datum: 1984-05-16, 11.00—12.00 Uhr

Entfernungen: Mitte Richtungsfahrbahn—Kufstein, 25 m von MP1
Mitte Richtungsfahrbahn—Innsbruck, 38 m von MP1

Gemessen Verkehrsmengen (siehe auch Pkt. 3.4.1), Index M

Richtung Innsbruck: $M_{P,M} = 277$ PKW/h, $M_{L,M} = 134$ LKW/h

Richtung Kufstein: $M_{P,M} = 265$ PKW/h, $M_{L,M} = 123$ LKW/h

Gemessene mittlere Geschwindigkeiten (siehe Pkt. 3.4.2)

Richtung Innsbruck: $V_{P,M} = 119,1$ km/h, $V_{L,M} = 82,8$ km/h

Richtung Kufstein: $V_{P,M} = 124,0$ km/h, $V_{L,M} = 85,3$ km/h

Anteil des Schwerverkehrs am Gesamtlastverkehr:

Richtung Innsbruck: $C = 0,87$

Richtung Kufstein: $C = 0,81$

C wird wie folgt ermittelt (siehe Pkt. 3.4.1)

$$C = 1 - \frac{\text{Anzahl der LKW} < 9 \text{ t}}{\text{Anzahl der gesamten LKW}}$$

Menge der LKW < 9 t werden aus den Daten der Verkehrszählung errechnet, sie setzt sich zusammen aus 50% der LKW ohne Anhänger und Busse.

Gewählte Verkehrsdaten: Index W

Richtung Innsbruck $M_{P,w} = 315$ PKW/h, $M_{L,w} = 135$ LKW/h

Richtung Kufstein

Gewählte Geschwindigkeiten

Richtung Innsbruck $V_{P,w} = 120$ km/h, $V_{L,w} = 85$ km/h

Richtung Kufstein

Gewählter Schwerverkehrsanteil

Richtung Innsbruck $C = 0,8$

Richtung Kufstein

Für die gemessene Verkehrsmenge errechnen sich nach den Beziehungen 3.1, 3.2 und 3.3 die Teilimmissionspegel.

Richtung Innsbruck

$$L_{eqR,M}^B = 27,2 + 10 \log [1 + (0,02 \cdot 119,1)^3] + 10 \log 277 - 2,3 = 60,9 \text{ dB}$$

$$L_E = 13,8 - 7 \log 38 - 2 \cdot (\log 38)^2 = 2,3 \text{ dB}$$

$$L_{eqL,M}^B = 34,2 - 15,5 \cdot 0,87 + (5 + 10 \cdot 0,87) \log 82,8 + 10 \log 134 - 2,3 = 66,0 \text{ dB}$$

Richtung Kufstein

$$L_{eqR,M}^B = 27,2 + 10 \log [1 + (0,02 \cdot 124,0)^3] + 10 \log 265 \pm 0 = 63,5 \text{ dB}$$

$$L_E = 0 \text{ dB}$$

$$L_{eqL,M}^B = 34,2 - 15,5 \cdot 0,81 + (5 + 10 \cdot 0,81) \log 85,3 + 10 \log 123 \pm 0 = 67,8 \text{ dB}$$

Der rechnerisch ermittelte Gesamtimmissionspegel zufolge gemessener Verkehrsmengen beträgt nach Beziehung 3.4

$$L_{eqM}^B = 10 \log [10^{6,09} + 10^{6,6} + 10^{6,35} + 10^{6,78}] = 71,3 \text{ dB}$$

Für die gewählten Verkehrsmengen, Geschwindigkeiten und Schwerlastanteil, wird die gleiche Berechnung durchgeführt und ergibt

Richtung Innsbruck: $L_{eqR,w}^B = 61,6 \text{ dB}$

$$L_{eqL,w}^B = 65,9 \text{ dB}$$

Richtung Kufstein: $L_{eqR,w}^B = 63,9 \text{ dB}$

$$L_{eqL,w}^B = 68,2 \text{ dB}$$

rechnerischer Gesamtpegel: $L_{eqw}^B = 71,6 \text{ dB}$

Differenz des berechneten energieäquivalenten Dauerschallpegels zwischen gewählter und gemessener Verkehrsbelastung beträgt:

$$\Delta L_{eq}^B = L_{eqw}^B - L_{eqM}^B$$

$$\Delta L_{eq}^B = 71,6 - 71,3 = 0,3 \text{ dB}$$

Die Differenz ΔL_{eq}^B wird nun dem am 1984-05-16 von 11.00 bis 12.00 Uhr im Meßpunkt 1 gemessenen energieäquivalenten Dauerschallpegel (M_{eq}^B) hinzugezählt. Daraus ergibt sich der für die gewählte Verkehrsmenge, Geschwindigkeit und Verkehrsmischung und den vorhandenen Fahrbahnbelag Beton, trocken, maßgebende Immissionspegel.

$$L_{eq} = L_{eq}^M + \Delta L_{eq}^B$$

$$L_{eq} = 70,7 + 0,3 = 71,0 \text{ dB}$$

Diese Umrechnung, hier beispielhaft für den Meßpunkt 1 und Meßperiode 1984-05-16, 11.00—12.00 Uhr, dargestellt, wird nun für alle Meßperioden und Meßpunkte durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen wiedergegeben.

Tabelle 3.20 Maßgebende Immissionspegel, Meßpunkt 1

Tabelle 3.21 Maßgebende Immissionspegel, Meßpunkt 2
Entfernungen sind aus Abbildung 3.2 zu entnehmen

Tabelle 3.22 Maßgebende Immissionspegel, Meßpunkt 3
Entfernungen sind aus Abbildung 3.2 zu entnehmen

Tabelle 3.20 Maßgebende energieäquivalente Dauerschallpegel, Meßpunkt 1

Datum	Uhrzeit	Fahr- bahn	Zustand	Fahrtrichtung	$L_{eq,R,M}^B$	$L_{eq,L,M}^B$	$L_{eq,M}^B$	$L_{eq,W}^B$	ΔL_{eq}^B	L_{eq}^M	L_{eq}	Bemerkung
					dB							
1984-05-16	11.00—12.00	Beton	trocken	Innsbruck	60,9	66,0	71,3	71,6	0,3	70,7	71,0	Tagmessung
				Kufstein	63,5	67,8		71,6				
	14.53—15.28		naß	Innsbruck	60,4	66,0	70,7	71,6	0,9	71,0	71,9	Naßmessung
				Kufstein	63,4	66,5		71,6				
	16.15—17.15		trocken	Innsbruck	61,7	65,3	71,7	71,6	-0,1	71,7	71,6	Tagmessung
				Kufstein	64,4	68,6		71,6				
	21.00—22.00		trocken	Innsbruck	55,9	63,6	68,6	71,6	3,0	70,1	73,1	Nachtmessung
				Kufstein	58,5	65,9		69,6				
1984-06-05	10.30—11.30	„Flüsterasphalt“	trocken	Innsbruck	62,3	65,2	71,0	71,6	0,6	66,1	66,7	Tagmessung
				Kufstein	63,6	67,2		71,6				
	13.31—14.01		naß	Innsbruck	61,2	67,1	71,3	71,6	0,3	66,6	66,9	Naßmessung
				Kufstein	63,0	67,0		71,6				
	15.00—16.00		trocken	Innsbruck	61,1	65,9	71,5	71,6	0,1	67,4	67,5	Tagmessung
				Kufstein	64,8	67,8		71,6				
	21.30—22.30		trocken	Innsbruck	55,6	64,4	68,9	71,6	2,7	65	67,7	Nachtmessung
				Kufstein	58,3	66,1		69,6				

99 Tabelle 3.21 Maßgebende energieäquivalente Dauerschallpegel, Meßpunkt 2

Datum	Uhrzeit	Fahrbahn	Zustand	Fahrtrichtung	$L_{eq,M}^B$	$L_{eq,L,M}^B$	L_{eqM}^B	L_{eqW}^B	ΔL_{eq}^B	L_{eq}^M	L_{eq}	Bemerkung
					dB							
1984-05-16	11.00—12.00	Beton	trocken	Innsbruck								Meßgeräts- störung
				Kufstein								
	14.53—15.28		naß	Innsbruck	52,4	57,9	61,7	62,6	0,9	64,3	65,2	Naßmessung
				Kufstein	53,8	56,7						
	16.15—17.15		trocken	Innsbruck	53,7	57,3	62,7	62,6	-0,1	65,5	65,4	Tagmessung
				Kufstein	54,8	58,9						
	21.00—22.00		trocken	Innsbruck	47,9	55,5	59,6	62,6	3,0	64,3	67,3	Nachtmessung
				Kufstein	48,8	56,2						
1984-06-05	10.30—11.30	„Flüsterasphalt“	trocken	Innsbruck	54,3	57,2	62,0	62,6	0,6	60,4	61,0	Tagmessung
				Kufstein	53,97	57,5						
	13.31—14.01		naß	Innsbruck	53,2	59,1	62,5	62,6	0,1	60,2	60,3	Naßmessung
				Kufstein	53,3	57,3						
	15.00—16.00		trocken	Innsbruck	53,1	57,9	62,5	62,6	0,1	61,2	61,3	Tagmessung
				Kufstein	55,1	58,0						
	21.30—22.30		trocken	Innsbruck	47,6	56,3	59,0	62,6	2,7	59,3	62,0	Nachtmessung
				Kufstein	48,7	56,4						

Tabelle 3.22 Maßgebende energieäquivalente Dauerschallpegel, Meßpunkt 3

Datum	Uhrzeit	Fahr- bahn	Zustand	Fahrtrichtung	$L_{eqP,M}^B$	$L_{eqL,M}^B$	L_{eqM}^B	L_{eqW}^B	ΔL_{eq}^B	L_{eq}^M	L_{eq}	Bemerkung
					dB							
1984-05-16	11.00—12.00	Beton	trocken	Innsbruck	54,1	59,1	63,6	63,9	0,3	56,5	56,8	Tagmessung
				Kufstein	55,5	59,4						
	16.15—17.15		trocken	Innsbruck	54,9	58,5	64,0	63,9	-0,1	58,9	58,8	Tagmessung
				Kufstein	56,1	60,3						
	21.00—22.00		trocken	Innsbruck	49,1	56,8	60,9	63,9	3,0	55,9	58,9	Nachtmessung
				Kufstein	50,2	57,6						
1984-06-05	10.30—11.30	„Flüsterasphalt“	trocken	Innsbruck	55,5	58,4	63,3	63,9	0,6	53,2	53,8	Tagmessung
				Kufstein	55,3	58,9						
	15.00—16.00		trocken	Innsbruck	54,3	59,1	63,8	63,9	0,1	53,8	53,9	Tagmessung
				Kufstein	56,5	59,4						
	21.30—22.30		trocken	Innsbruck	48,8	57,5	61,2	63,9	2,7	50,7	53,4	Nachtmessung
				Kufstein	50,0	57,7						

Tabelle 3.23 Maßgebende energieäquivalente Dauerschallpegel, Meßpunkt 4

Datum	Uhrzeit	Fahr- bahn	Zustand	Fahrtrichtung	$L_{eqP,M}^B$	$L_{eqL,M}^B$	L_{eqM}^B	L_{eqW}^B	ΔL_{eq}^B	L_{eq}^M	L_{eq}	Bemerkung
					dB							
1984-05-16	18.30—19.00	Beton	trocken	Innsbruck	56,4	60,5	64,3	65,3	1,0	69,7	70,7	Tagmessung
				Kufstein	54,6	59,3						
1984-06-05	17.15—17.45	„Flüsterasphalt“	trocken	Innsbruck	57,9	61,9	65,7	65,3	-0,4	66,5	66,1	Tagmessung
				Kufstein	56,8	60,3						

Für die Meßpunkte 2 und 3 gelten je Meßperiode die Verkehrsmengen, Geschwindigkeiten und Verkehrszusammensetzung wie bei Meßpunkt 1, lediglich die Entfernung ändert sich.

Tabelle 3.23 Maßgebende Immissionspegel, Meßpunkt 4
Entfernungen sind aus Abbildung 3.2c zu entnehmen

Werden die so ermittelten maßgebenden energieäquivalenten Dauerschallpegel untereinander verglichen, erhält man den Unterschied des Verkehrslärmes durch Verkehr auf Betonfahrbahn zu jenem durch Verkehr auf „Flüsterasphalt“; bezogen auf 900 Kfz/h und 30% LKW-Anteil.

In der Tabelle 3.24 werden die Ergebnisse der Berechnung zusammengefaßt, getrennt nach Tagmessungen und Nachtmessung und Naßmessung. Für die zwei Tagmessungen jeweils vom 1984-05-16, 11.00 bis 12.00 Uhr und 16.15 bis 17.15 Uhr und vom 1984-06-05, 10.30 bis 11.30 Uhr und 15.00 bis 16.00 Uhr wird der Durchschnittswert angegeben.

Bei den Nachtmessungen wurden an beiden Meßtagen relativ hohe Immissionspegel festgestellt im Vergleich zum vorhandenen Verkehrsaufkommen. Dies zeigt sich auch bei den maßgebenden L_{eq} in der Tabelle 3.24.

Die Differenz der maßgebenden energieäquivalenten Dauerschallpegel gibt die Werte der Immissionspegelreduzierung wieder, die durch die unterschiedlichen Fahrbahnbedingungen erzielt worden sind.

Tabelle 3.24 Zusammenstellung der maßgebenden energieäquivalenten Dauerschallpegel für die Verkehrsmenge $M = 900$ Kfz/h und einen LKW-Anteil von 30%

Meßpunkt	Meßzeit	Fahrbahnzustand	maßgebender L_{eq}		Differenz	Mittelwert der Differenz
			Beton	„Flüsterasphalt“		
			dB	dB		
1	Tag	trocken	71,3	67,1	4,2	4,2
2			65,4	61,3	4,1	
3			58,3	53,9	4,4	
4	Tag	trocken	70,7	66,1	4,6	4,6
1	Nacht	trocken	73,1	67,7	5,4	5,3
2			67,3	62,0	5,3	
3			58,9	53,4	5,5	
1	Tag	naß (Spritzwagen)	71,9	66,9	5,0	4,9
2			65,2	60,3	4,9	

Die Auswertung zeigt, daß bei den verschiedenen Meßpunkten die Emissionspegel durch die Beschichtung der Betonfahrbahn mit dem „Flüsterasphalt“ zwischen 4,1 dB und 5,5 dB abgesenkt worden sind. Die größte Pegelreduzierung ergab sich für die Nachtmessung mit 5,3 dB im Mittel, gefolgt von der „Naßmessung“ mit 4,9 dB und der Tagmessung mit 4,3 dB.

Für die trockene Fahrbahn ergibt sich ein Durchschnittswert der Pegelsenkung gemittelt über die 4 Meßpunkte, Tagmessungen und Nachtmessungen, um 4,8 dB.

Der Vergleich der trockenen mit der nassen Fahrbahn zeigt am Meßpunkt 1, 25 m von der Fahrbahnachse Kufstein entfernt, einen um 0,6 dB höheren energieäquivalenten Dauerschallpegel für die nasse Betondecke und einen um 0,2 dB niedrigeren Wert für den nassen „Flüsterbelag“. Diese rechnerisch ermittelten Schallpegelunterschiede sind im Freien meßtechnisch kaum erfaßbar und auch nicht hörbar.

3.6.1.3 Diskussion der maßgebenden energieäquivalenten Dauerschallpegel

Die von den fahrenden Kraftfahrzeugen emittierten Geräusche setzen sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Neben den Windgeräuschen bei hohen Geschwindigkeiten und den Karosseriegeräuschen von unbeladenen Lastkraftwagen sind die wesentlichen Komponenten das Rollgeräusch und das Motorgeräusch. Beim PKW überwiegt bei höheren Geschwindigkeiten das Rollgeräusch, während beim LKW das Motorengeräusch der dominierende Geräuschfaktor ist. Nach [3, 31] beträgt die Differenz zwischen Fahrgeräusch und Rollgeräusch beim PKW bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h 1—2 dB und beim LKW mit 80 km/h ca. 6—8 dB.

Das bedeutet, daß bei höher werdenden LKW-Anteilen am Gesamtverkehr die Unterschiede der Geräuschemission von diversen Fahrbahndecken geringer werden müßten, da das Motorgeräusch überwiegt.

In [26] wurde der Einfluß der Verkehrszusammensetzung untersucht, um die Frage zu beantworten, wie sich der Emissionspegel zufolge unterschiedlicher Fahrbahndecken mit verschiedenen LKW-Anteilen ändert. In der Abbildung 5.1 aus [12] wird der Zusammenhang zwischen Verkehrsgeschwindigkeit und Fahrbahndecke für den Nachtverkehr in Abhängigkeit vom LKW-Anteil dargestellt.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen hingegen, daß die Differenz der Emissionspegel zufolge der Fahrbahnoberflächen bei höherem LKW-Anteil größer wird. Bei 50% LKW-Anteil war der „Flüsterasphalt“ um 5,3 dB und bei 30% LKW-Anteil um 4,2 dB leiser als die Betondecke. Diese Aussage steht im Widerspruch zu den vorher angeführten Ausführungen. Schallpegelmessungen von [13], die an diesen hochelastomeren Asphaltbelägen und Betondecken in Belgien durchgeführt worden sind, haben ergeben, daß durch den Asphaltbelag die Vorbeifahrtpegel der LKW stärker reduziert werden als die der PKW. Bei dieser Untersuchung konnte eine Verminderung der Lärmbelastung um 4—5 dB bei PKW und eine sehr wesentliche Verminderung der Lärmbelastung von etwa 7—8 dB bei LKW festgestellt werden.

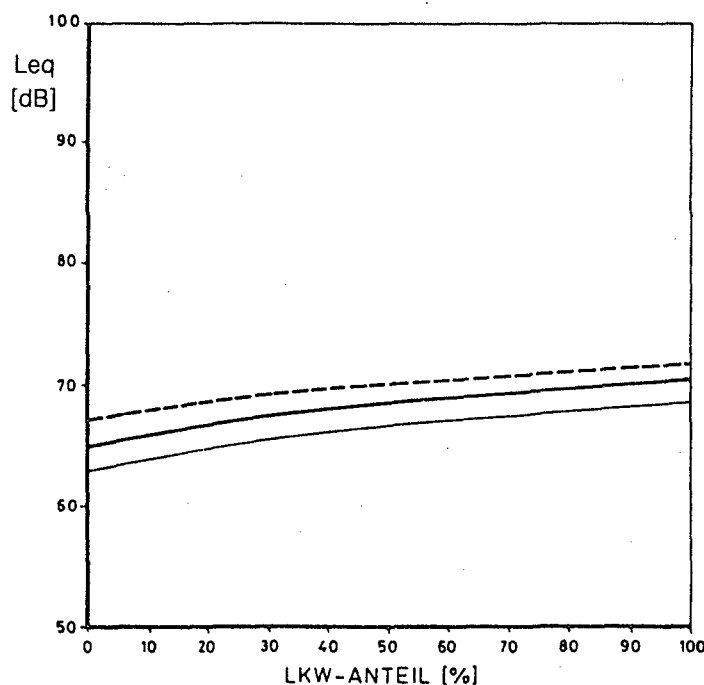


Abb. 5.1: Abhängigkeit des Fahrgeräusches vom LKW-Anteil beim Nachtverkehr von 175 Kfz und Richtung im Abstand von 25 m

----- Beton
 ——— Asphalt 0/8
 ——— Asphalt 0/12

Die an der Teststrecke Angath durchgeführten Schallpegelmessungen weisen ebenfalls diese Tendenz auf. Um eine ausreichend abgesicherte Aussage treffen zu können, sind aber noch weitere Messungen notwendig.

Die nasse Betondecke ist um 4,9 dB lauter als der nasse „Flüsterasphalt“. Da es sich beim „Flüsterasphalt“ um einen bituminösen Fahrbelag mit hohem Hohiraumanteil handelt, versickerte das Wasser, das von dem Spritzwagen auf die Straße versprüht wurde, sofort in den offenen Poren und lief nach einiger Zeit seitlich aus dem Belag.

Dies hatte zur Folge, daß die Fahrbahnoberfläche nicht naß, sondern höchstens feucht war. Die zischenden, hochfrequenten Fahrgeräusche, wie sie bei der nassen Betonfahrbahn auftraten, waren beim „Flüsterasphalt“ nicht vorhanden. Der maßgebende energieäquivalente Dauerschallpegel ist bei der nassen Betonfahrbahn um 0,6 dB lauter als bei der trockenen, wobei der nasse „Flüsterasphalt“ sogar gering leiser war als der trockene.

Dies ist auch die Ursache, daß die mit dem Sprengwagen befeuchteten Fahrbahndecken eine größere Pegeldifferenz zeigen als die trockenen.

Der Versuch von HARLAND [14] mit PKW auf nicht geschlossenem Macadam hat gezeigt, daß bei leichtem Regen die Oberfläche das Wasser so schnell abzuleiten vermag, daß sich das Rollgeräusch auf dieser Fahrbahn kaum verändert. Beim „Flüsterasphalt“ handelt es sich um einen Drainagebelag mit einer ausgeprägten Offenporigkeit, die eine gute Wasserabführung gewährleistet, so daß bei leichtem Regen die Bildung eines durchgehenden Wasserfilmes verhindert wird. Dadurch verringert sich das Spritzgeräusch, das beim Wiederauftreffen der beschleunigten Wasserteilchen auf den Wasserfilm entsteht [4].

3.6.2 Pegelhäufigkeitsverteilung

3.6.2.1 Die Überschreitungspegel

In den Abbildungen 3.25 bis 3.31 sind die Klassenhäufigkeiten und Summenhäufigkeiten in Kurvenform dargestellt. Es wurden jeweils die Vormittags-, Nachmittags-, Nacht- und Naßmessungen für die beiden Fahrbeläge zusammengefaßt.

Trotz unterschiedlichen Verkehrsmischungen zeigten diese Diagramme doch recht deutlich die Verschiebung des Geräuschbildes von der lauten Betondecke zur leiseren „Flüsterasphaltbeschichtung“.

In den Abbildungen 3.32 bis 3.37 sind die Überschreitungspegel

- L_1 seltene Spitzen,
- L_5 häufige Spitzen und
- L_{95} Grundgeräuschpegel

grafisch dargestellt.

Der Vergleich der Überschreitungspegel zwischen Betonfahrbahn und „Flüsterasphalt“ zeigt:

- Die seltenen Spitzenpegel L_1 sind beim Flüsterasphalt im Mittel um ca. 4,3 dB niedriger als beim Betonbelag.
- Die häufigen Spitzen L_5 im Mittel um 4,7 dB und
- der Grundgeräuschpegel zeigen ebenfalls fallende Tendenz. Er hängt hauptsächlich von der Verkehrsstärke ab und bei geringem Verkehr vom Geräusch der Umgebung. Dies gilt hier besonders für die Meßpunkte 2 und 3, da sie doch relativ weit von der Autobahn entfernt waren. Das Verkehrsaufkommen am Meßtag „Flüsterasphalt“ war doch größer als das am Meßtag der Betonfahrbahn. Eine qualitative Aussage kann daher nicht getroffen werden.

3.6.2.2 Der zeitliche Pegelverlauf

Die zeitliche Verteilung der Lärmeinwirkung stellt neben der energetischen Pegelhöhe und der Frequenzzusammensetzung einen weiteren Faktor im Zusammenhang mit der empfundenen Lästigkeit dar.

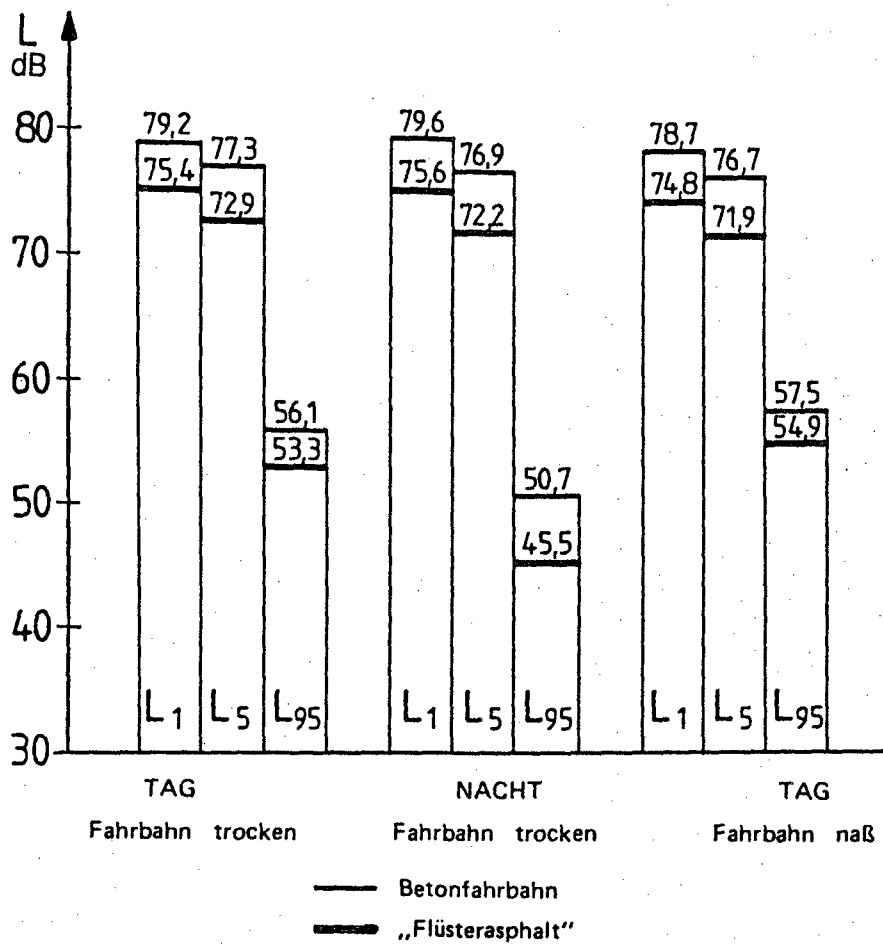


Abb. 3.32: Überschreitungspegel, Meßpunkt 1

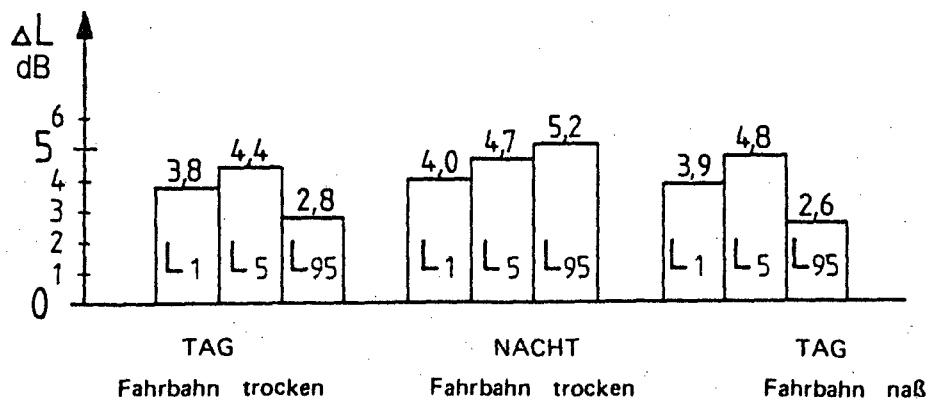


Abb. 3.33: Differenz der Überschreitungspegel, Meßpunkt 1

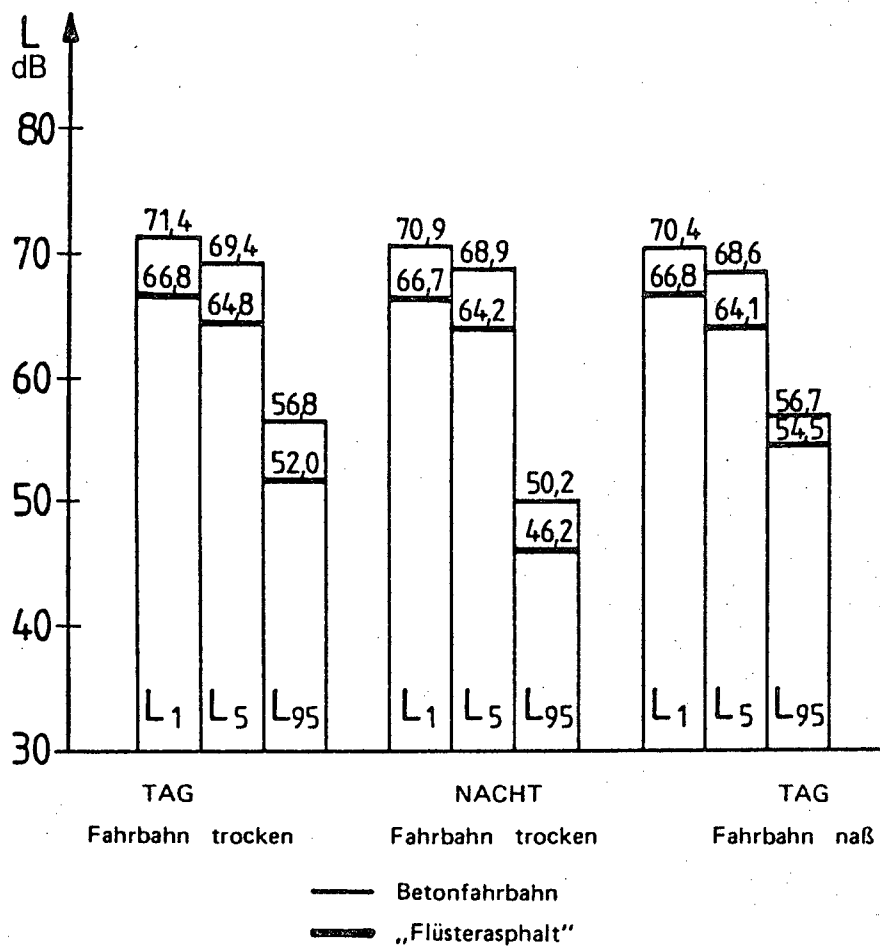


Abb. 3.34: Überschreitungspegel, Meßpunkt 2

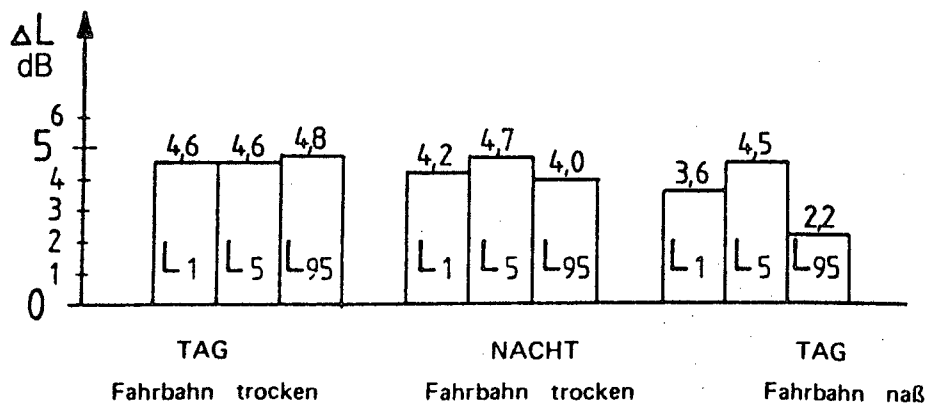


Abb. 3.35: Differenz der Überschreitungspegel, Meßpunkt 2

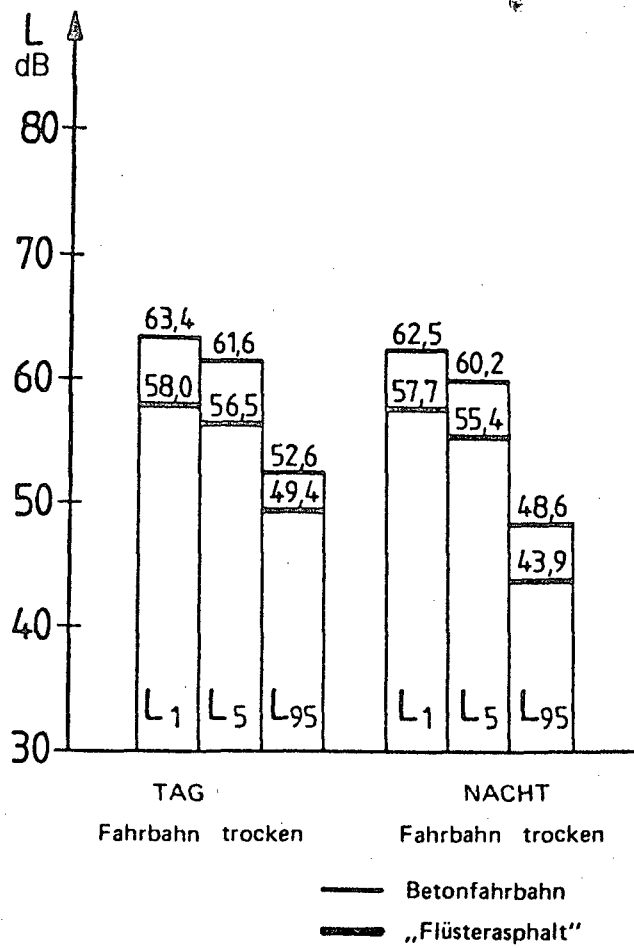


Abb. 3.36: Überschreitungspegel, Meßpunkt 3

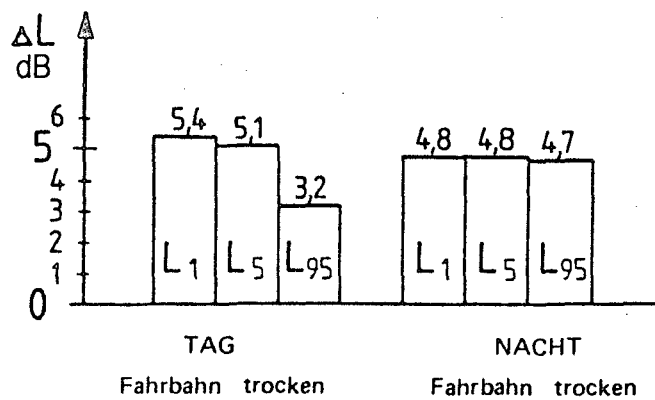


Abb. 3.37: Differenz der Überschreitungspegel, Meßpunkt 3

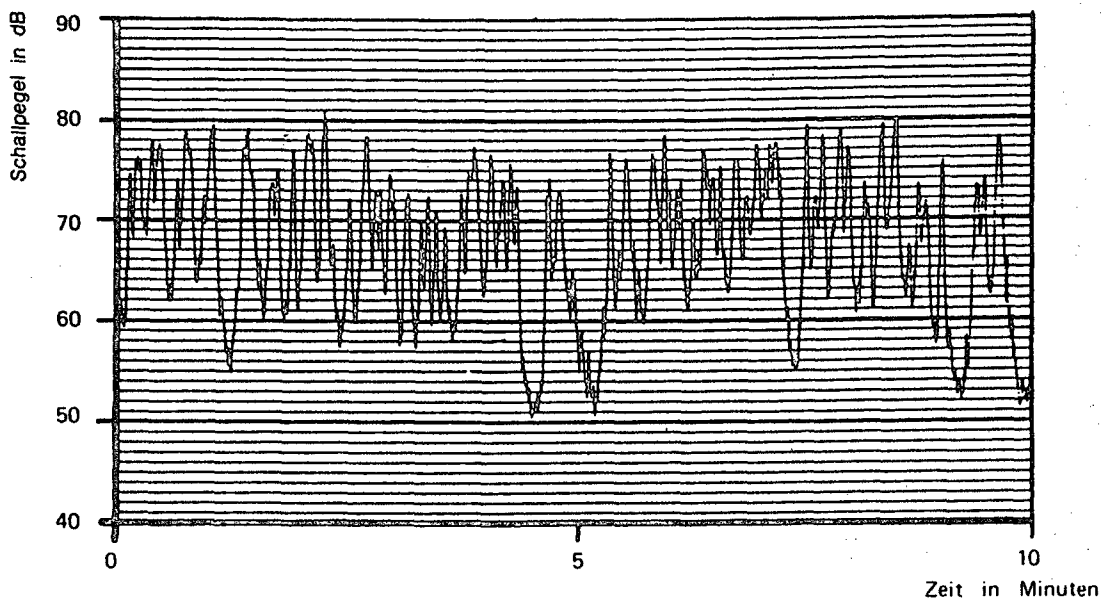


Abb. 3.38: Betonfahrbahn, Tag

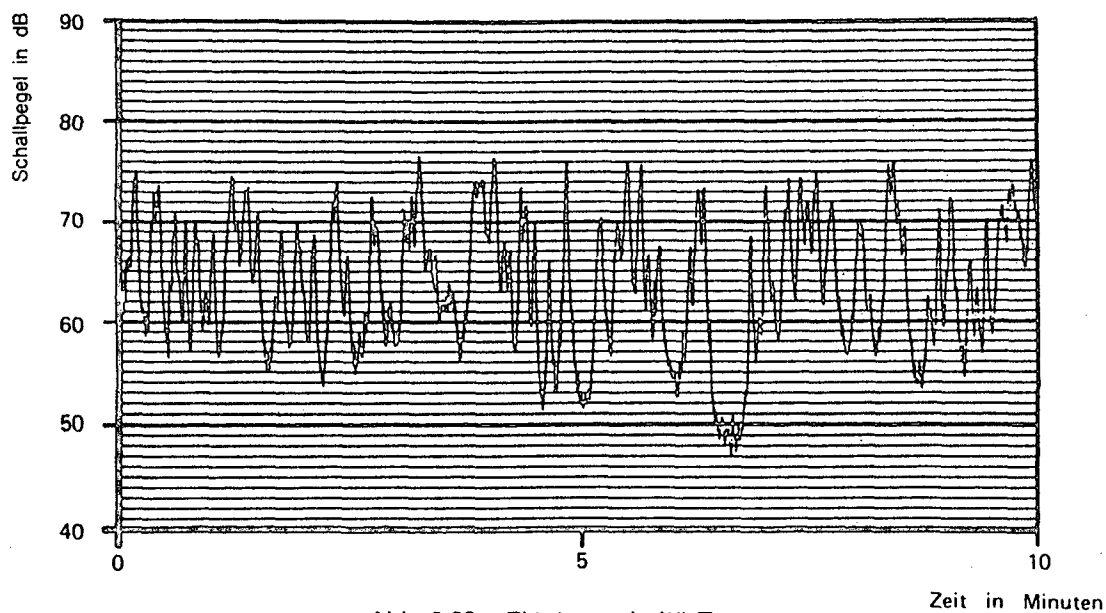


Abb. 3.39: „Flüsterasphalt“, Tag

In geringer Entfernung von einer Straße wird — jeweils zeitlich getrennt — jedes einzelne Fahrzeug durch einen steil ansteigenden und wiederabfallenden Pegelverlauf wahrgenommen, dessen Maximalwert je nach Lärmentwicklung des entsprechenden Fahrzeugs unterschiedlich ist, und dessen Steilheit von der gefahrenen Geschwindigkeit abhängt. Wenn nicht gerade eine Überlagerung von Geräuschen dicht aufeinanderfolgender Fahrzeuge vorliegt, ergibt sich eine starke zeitliche Pegelschwankung, wie sie anhand von einigen Beispielen in den Abbildungen 5.8 bis 5.11 dargestellt ist. Vom Meßpunkt 1 wurden einige charakteristische Pegelschriebe der Betonfahrbahn und der „Flüsterasphaltbeschichtung“ für die Meßzeiten Tag und Nacht auch ausgewertet.

Der Vergleich der Pegelschriebe gibt deutlich die um ca. 4—5 dB geringeren Spitzenpegel der Asphaltbeschichtung wieder.

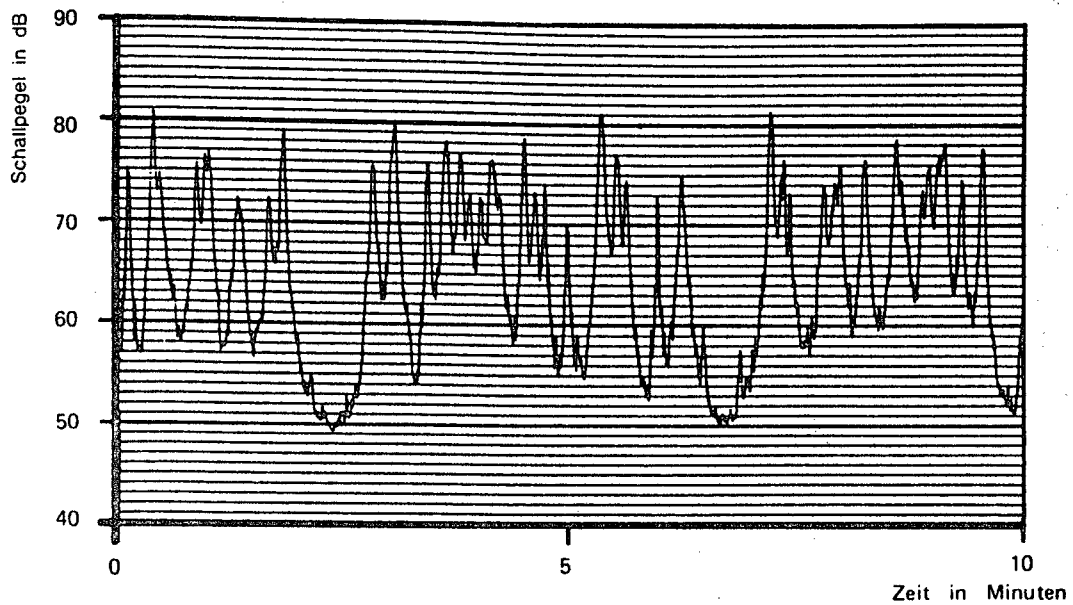


Abb. 3.40: Betonfahrbahn, Nacht

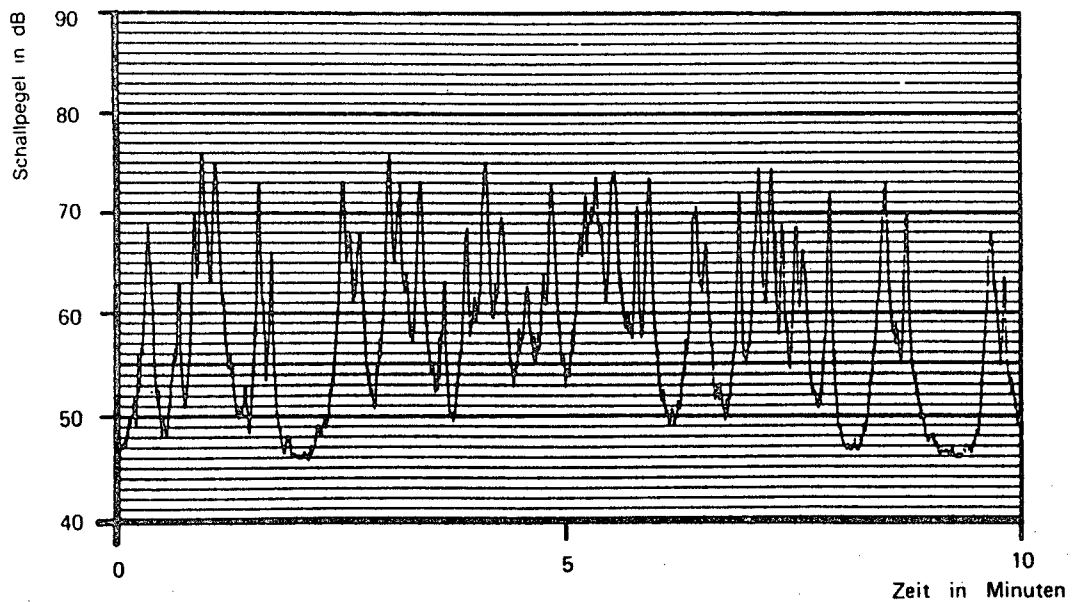


Abb. 3.41: „Flüsterasphalt“, Nacht

3.6.2.3 Diskussion der Pegelhäufigkeitsverteilung

Es läßt sich daher zusammenfassend feststellen, daß die Betonfahrbahn bei den seltenen als auch bei den häufigen Spitzen im Mittel um ca. 4,0 bis 5,0 dB lauter war als die Flüsterasphaltbeschichtung. Zwischen der trockenen und nassen Fahrbahn wurde kein nennenswerter Unterschied in den Spitzenpegeln festgestellt, wohl auch dadurch, daß die gefahrenen Geschwindigkeiten bei der nassen Fahrbahn geringer waren.

Der Grundgeräuschpegel wird durch den „Flüsterasphalt“ ebenfalls abgesenkt, da der geringere Emissionspegel der Kraftfahrzeuge die über die Zeit aufsummierte Schallintensität („Schallenergie“) vermindert.

3.6.3 Frequenzspektren der Verkehrsgeräusche

3.6.3.1 Allgemeines

Das Frequenzspektrum des Straßenverkehrslärms wird durch die verschiedenen Fahrbahnbeläge beeinflusst. Für die Beurteilung des Geräuschverhaltens der untersuchten Fahrbahnbeläge, Beton und „Flüsterasphalt“, wurden die auf den Meßmagnetbändern aufgezeichneten Verkehrsgeräusche mittels des Akustikmeßsystems NOR 823 analysiert.

Ausgewertet wurde von der Terzbandmittenfrequenz 31,5 Hz bis 10.000 Hz, jeweils der energieäquivalenten Dauerschallpegel je Terz über eine halbe Stunde vom Meßpunkt 1.

Folgende Meßperioden werden dazu verwendet.

Betonfahrbahn	1984-05-16	11.00 bis 11.30	trocken
		14.53 bis 15.28	trocken
		21.00 bis 21.30	trocken
„Flüsterasphalt“	1984-06-05	11.00 bis 11.30	trocken
		13.31 bis 14.01	naß
		22.00 bis 22.30	trocken

Die Länge der Auswertungsperiode ist völlig ausreichend, um die verschiedenen Fahrbahnen und Zustände vergleichen zu können. Bei der Auswertung mit dem Schmalbandzeitanalysator konnte festgestellt werden, daß sich nach ca. 10 Minuten Mittelungszeit das Frequenzspektrum nur mehr unwesentlich verändert.

Um die Terzspektren mit absoluten Pegeln untereinander vergleichen zu können, wurden die Schallpegel der Tagesmessungen auf die einheitliche Verkehrsstärke von 900 Kfz/h und 30% LKW-Anteil im Querschnitt umgerechnet. Für die Nachtmessung wird die Verkehrsstärke 400 Kfz/h und 50% LKW-Anteil im Querschnitt verwendet. Es werden die Betondecke und der Flüsterbelag im Zustand trocken und naß als auch die Fahrbahnzustände trocken/naß in den nachstehenden Abbildungen verglichen.

3.6.3.2 Betonfahrbahn — Flüsterasphalt

Der trockene „Flüsterasphalt“ ist im mittleren und hohen Frequenzbereich leiser als die Betonfahrbahn (siehe Abb. 3.42). Bei 1250 Hz wurden die größten Pegelunterschiede mit rund 8 dB festgestellt. Bei den nassen (Spritzwagen) Fahrbahnbelägen werden die Unterschiede sowohl in der Größe als auch in der Frequenzbandbreite deutlicher (siehe Abb. 3.43).

Die maximalen Pegeldifferenzen treten bei der Mittenfrequenz 4000 Hz mit 10 dB auf.

Bei der Nachtmessung herrschte auf der Betonfahrbahn und der Flüsterbelagbeschichtung annähernd gleiche Verkehrszusammensetzung. Die Frequenzlinie des „Flüsterasphalts“ liegt beinahe über dem gesamten Frequenzbereich unter derjenigen der Betondecke. Die maximale Pegeldifferenz beträgt 8 dB bei 2000 Hz (siehe Abb. 3.46).

3.6.3.3 Trockene Fahrbahn — nasse Fahrbahn

Wie die Abbildung 3.44 zeigt, werden durch die nasse Fahrbahn die Pegel in den Frequenzen ab 500 Hz bis 1250 Hz gering und ab 1600 Hz bis 10.000 Hz recht deutlich erhöht. Der nasse „Flüsterasphalt“ (Abb. 3.45) zeigt auch ab 1000 Hz einen Pegelanstieg, doch ist er wesentlich geringer als bei der Betondecke. Durch die gute Drainagewirkung der Beläge wird das Wasser von den Spritzwagen recht rasch abgeleitet, so daß keine nasse, sondern eher nur eine feuchte Fahrbahn vorhanden war.

Über das Verhalten des „Flüsterasphaltes“ bei regennasser Fahrbahn kann aufgrund dieser Untersuchung keine abschließende Aussage getroffen werden. Es kann jedoch angenommen werden, daß er sich, solange kein durchgehender Wasserfilm vorhanden ist, ähnlich verhält.

3.6.3.4 Diskussion der Frequenzanalyse

Für die resultierende Immission und besonders für den Grad der empfundenen Lästigkeit ist es wichtig zu wissen, welche Frequenzkomponenten in welcher Intensität abgestrahlt wer-

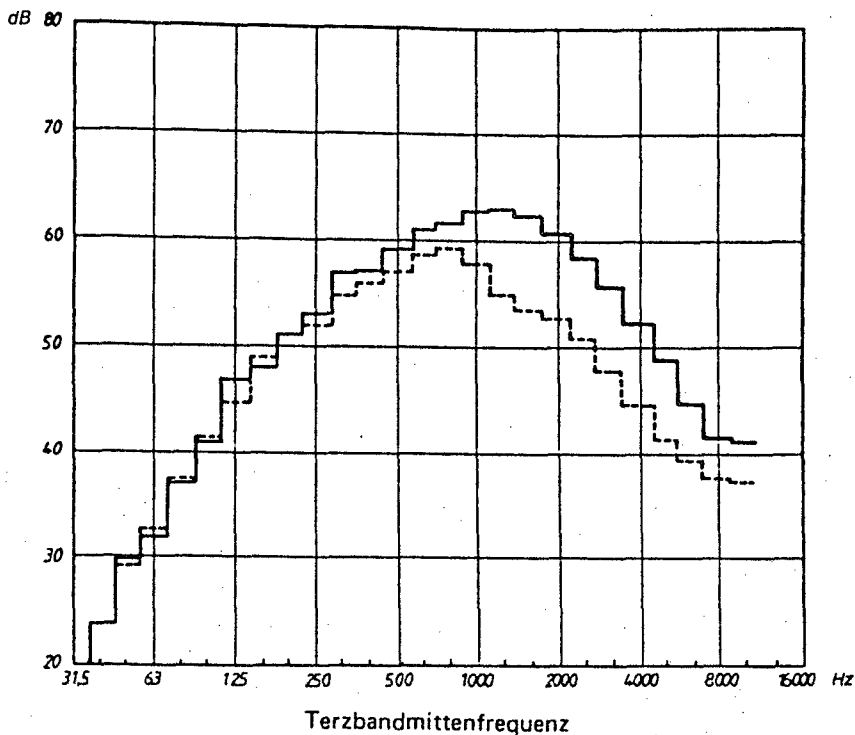


Abb. 3.42: Frequenzspektrum des Verkehrslärms (A-bewertet)
 — Beton trocken, 11.00—11.30
 - - - „Flüsterasphalt“ trocken, 11.00—11.30

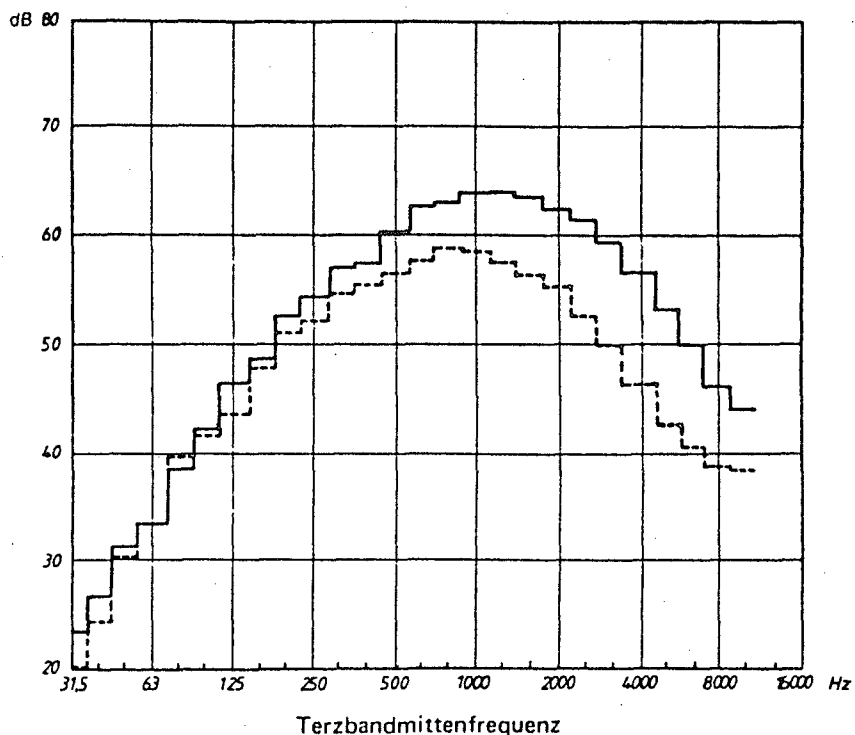


Abb. 3.43: Frequenzspektrum des Verkehrslärms (A-bewertet)
 — Beton naß, 14.53—15.28
 - - - „Flüsterasphalt“ naß, 13.31—14.01

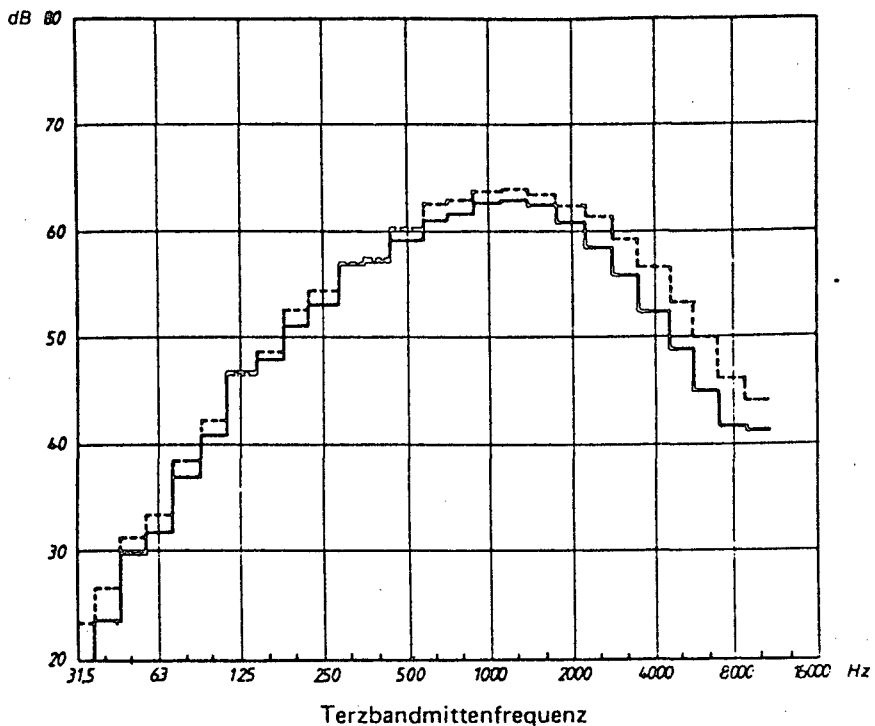


Abb. 3.44: Frequenzspektrum des Verkehrslärms (A-bewertet)

— Beton trocken
 - - - Beton naß

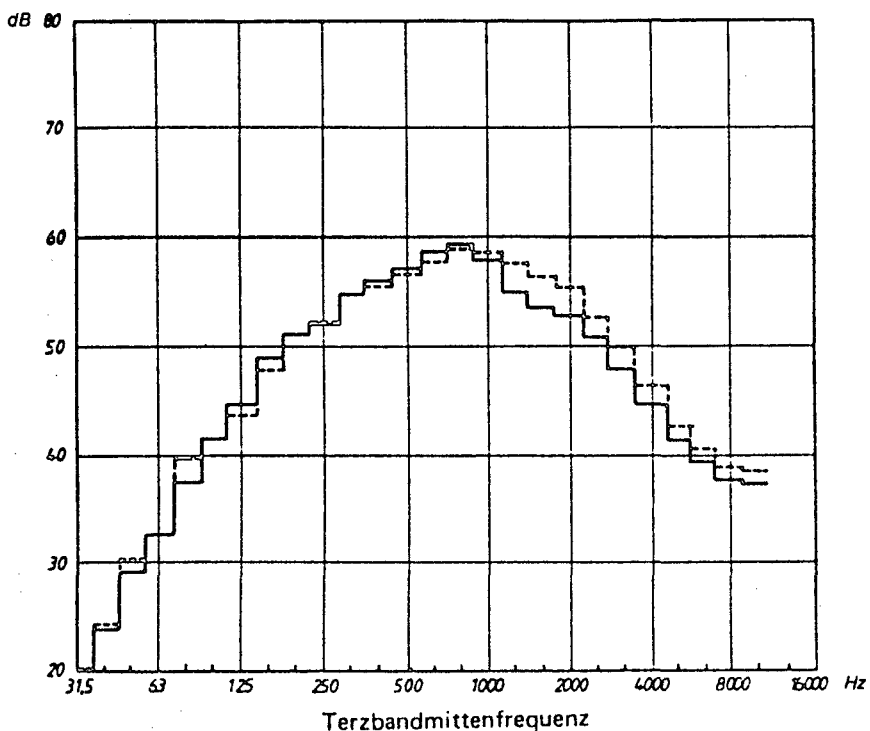


Abb. 3.45: Frequenzspektrum des Verkehrslärms (A-bewertet)

— „Flüsterasphalt“ trocken
 - - - „Flüsterasphalt“ naß

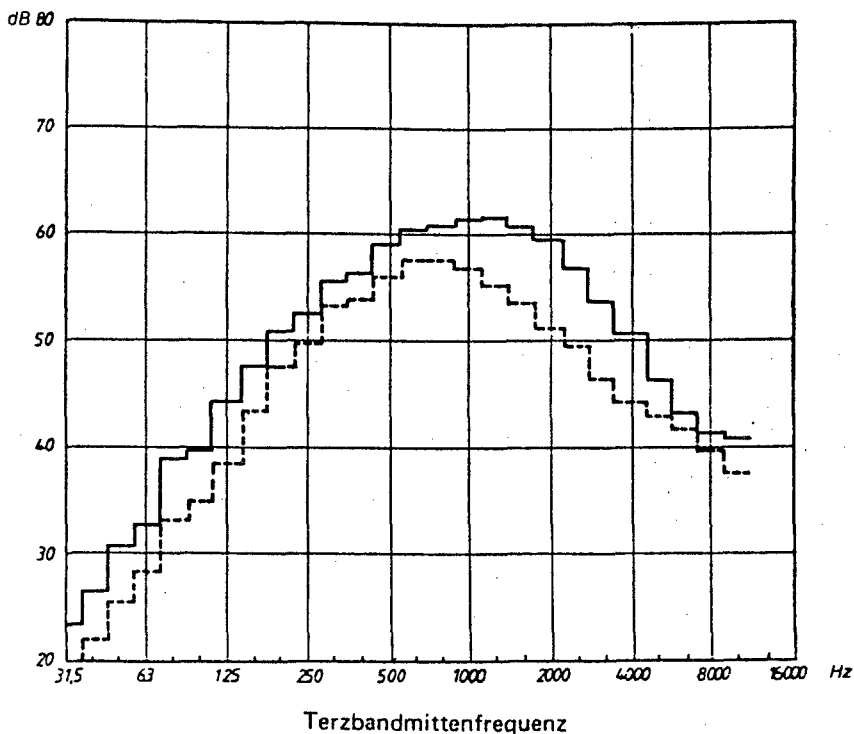


Abb. 3.46: Frequenzspektrum des Verkehrslärms (A-bewertet)
 ——— Beton trocken, 21.00—21.30
 - - - „Flüsterasphalt“ trocken, 22.00—22.30

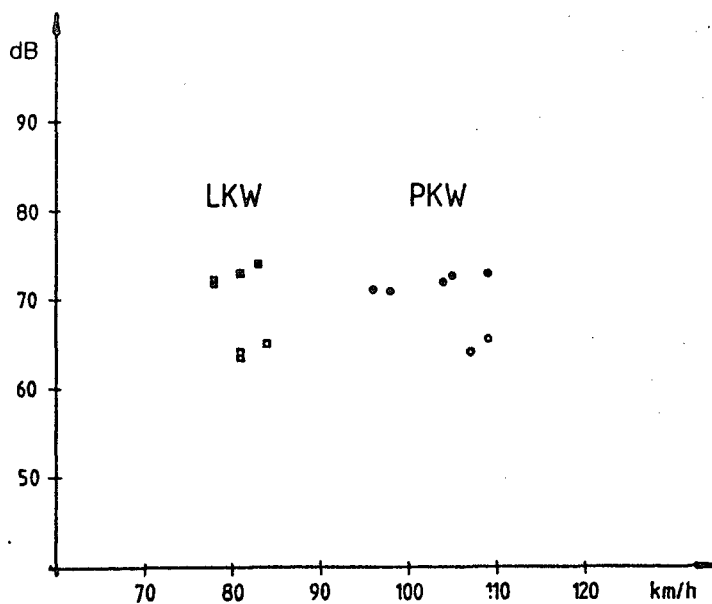


Abb. 3.47: Rollgeräusche in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

- PKW Beton
- PKW Flüsterasphalt
- LKW Beton
- LKW Flüsterasphalt

den. Geräusche mit hohen Frequenzanteilen werden vom Menschen unangenehmer empfunden als gleichlaute tieffrequente Geräusche.

Wie die Untersuchung zeigt, werden durch den „Flüsterasphalt“ hauptsächlich die Frequenzanteile über 100 Hz abgesenkt. Dies wurde bei der Messung auch gehört. Die hohen zischenden Fahrgeräusche der Betondecke waren beim „Flüsterasphalt“ nicht mehr zu hören. Beim Fahren mit dem PKW merkt man den Übergang von der Betondecke zum Flüsterbelag im Fahrzeug recht deutlich. Das relativ hochfrequente Geräusch verwandelt sich in ein tiefes Brummen. Messungen im Fahrzeug wurden jedoch nicht durchgeführt.

Diese Reduzierung der hohen und mittelfrequenten Fahrgeräusche durch den „Flüsterasphalt“ wird wahrscheinlich einerseits auf sein gutes Schallabsorptionsvermögen zurückzuführen sein und andererseits werden durch seine Ebenfächigkeit die Rollgeräusche verringert. Gewiß ist aber, daß durch den hohen Prozentsatz an Hohlräumen eine Drainagewirkung entsteht. Bei der Naßmessung wurden kaum Wasserfahnen hinter LKW und PKW festgestellt, auch wenn diese unmittelbar nach dem Spritzfahrzeug gefahren sind. Durch die rasche Wasserabfuhr wurden auch die Zusatzgeräusche, die bei Nässe entstehen, weitgehend verhindert. Der Vergleich der Naßmessungsfrequenzspektren zeigt diesen Effekt recht eindrucksvoll.

Abschließend kann daher gesagt werden, daß durch den „Flüsterasphalt“ neben der Verminderung des energieäquivalenten Schallpegels durch die Verschiebung im Frequenzspektrum die Lästigkeit der Fahrgeräusche von PKW und LKW deutlich vermindert wurde.

3.6.4 Rollgeräusche

3.6.4.1 Maximale Vorbeifahrtspegel

Zur Bestimmung der reinen Rollgeräusche werden ein PKW (Ford Taunus 1600 Kombi) und ein LKW (MAN 280) mit 16 t Gesamtgewicht über die Teststrecke geschickt. Um die ermittelten Vorbeifahrtspegel vergleichen zu können, werden sie auf eine einheitliche Geschwindigkeit bezogen. Für den PKW wird als Vergleichsgeschwindigkeit $v = 105 \text{ km/h}$ festgelegt und für den LKW die von 81 km/h . Der errechnete mittlere Vorbeifahrtspegel der Rollgeräusche ist in der Tabelle 3.25 dargestellt.

Tabelle 3.25 Mittlerer Vorbeifahrtspegel der Rollgeräusche

	Beton	„Flüsterasphalt“
PKW: $v = 105 \text{ km/h}$	72,4 dB	63,2 dB
LKW: $v = 81 \text{ km/h}$	72,6 dB	63,8 dB

Die Differenz der Rollgeräusche der Fahrbahndecke Beton zum „Flüsterasphalt“ beträgt für

den PKW $\Delta L = 8,2 \text{ dB}$

den LKW $\Delta L = 8,8 \text{ dB}$

In der Abbildung 3.47 sind die gemessenen Vorbeifahrtspegel eingetragen.

3.6.4.2 Frequenzanalyse der Vorbeifahrtspegel

Um ein Gesamtbild der Vorbeifahrtspegel auf Beton und dem „Flüsterasphalt“ zu erhalten, wurden die Vorbeifahrtsgeräusche, die auf Tonband von B & K, Type 7003 aufgezeichnet waren, mit einem Echtzeitschmalbandanalysator ausgewertet. Für die Untersuchung des Frequenzspektrums wurde nur jeweils ein Zeitraum von ca. 1,5 sec verwendet. Also der Zeitraum, in dem sich das Fahrzeug unmittelbar vor dem Meßpunkt befand. Die Auswertung erfolgte von der Frequenz 1 Hz bis 10 Hz mit einem 400 Linienspektrum (siehe Abb. 5.52 und 5.53).

Die Darstellung der Schmalbandspektren der Rollgeräusche der Betonfahrbahn und des „Flüsterasphaltes“ ist beispielhaft in den Abbildungen 5.48 und 5.49 für die Einzelfahrten mit den maßgeblichen Geschwindigkeiten 81 km/h (LKW) und 105 km/h (PKW) bzw. mit ähnlicher Geschwindigkeit zu entnehmen. Die PKW-Rollgeräusche wurden durch den „Flüsterasphalt“

über das gesamte Spektrum zwischen 4 bis zu 15 dB verringert. Die Abbildung 5.49 zeigt diese Spektren der Rollgeräusche der LKW auf Beton und „Flüsterasphalt“. Die Rollgeräusche des LKW werden durch den „Flüsterasphalt“ praktisch von 200 Hz an bis 10 kHz verringert. Die Größe der Pegelreduzierung je Frequenz kann der Abbildung 5.49 entnommen werden.

Die linearen Schmalband-Schallspektren der gesamten Testfahrten werden auf Terzspektren umgerechnet und auf die maßgebenden Geschwindigkeiten bezogen. Das Ergebnis dieser Mittelwertbildung ist in den Abbildungen 5.50 und 5.51 dargestellt.

Der Vergleich der Frequenzgänge gibt die Pegelunterschiede zwischen „Flüsterasphalt“ und Betonfahrbahn wieder.

Die Rollgeräusche der PKW wurden durch den „Flüsterasphalt“ ab 1250 Hz bis 10.000 Hz sehr stark reduziert (siehe Abb. 5.50). Der maximale Pegel 66,5 dB war in der Frequenz 1600 Hz bei der Betonfahrbahn, beim „Flüsterasphalt“ lag er mit 59,5 dB bei 1000 Hz. Im Frequenzbereich 160 Hz bis 1000 Hz sind die Pegel auch noch deutlich geringer als die der Betondecke.

Die Rollgeräusche des geprüften LKW werden bereits ab 160 Hz, also bereits bei relativ niedrigen Frequenzen, reduziert.

Der Maximalwert liegt sowohl bei der Betonfahrbahn mit 65,5 dB als auch beim „Flüsterasphalt“ mit 58 dB bei 500 Hz. Auch hier werden die hohen Frequenzanteile stärker reduziert als die tiefen.

3.6.4.3 Diskussion

Die Lärmemission der beiden Prüffahrzeuge wurde durch das Rollen der Reifen auf der Fahrbahn verursacht. Das Rollgeräusch, das durch das Zusammenwirken von Reifen und Straßenoberfläche entsteht, wurde durch den „Flüsterasphalt“ beim Test-PKW um 8,2 dB und beim LKW um 8,8 dB vermindert. Die Rollgeräusche des Prüf-PKW wurden praktisch gleich wie die des Prüf-LKW in ihrer Lautstärke reduziert. Das Rollgeräusch der Betondecke ist durch die dominanten hohen Frequenzanteile als lästiger und somit störender einzustufen als das des „Flüsterasphalts“.

Wie aus Untersuchungen [3, 31] hervorgeht, steigt das Rollgeräusch mit der Fahrgeschwindigkeit an. Es ist daher anzunehmen, daß die Geräuschemission der PKW bei der mittleren Autobahngeschwindigkeit von 120 km/h die gleiche Differenz zwischen Betondecke und „Flüsterasphalt“ aufweist, wie sie bei der Geschwindigkeit 105 km/h beobachtet wurde.

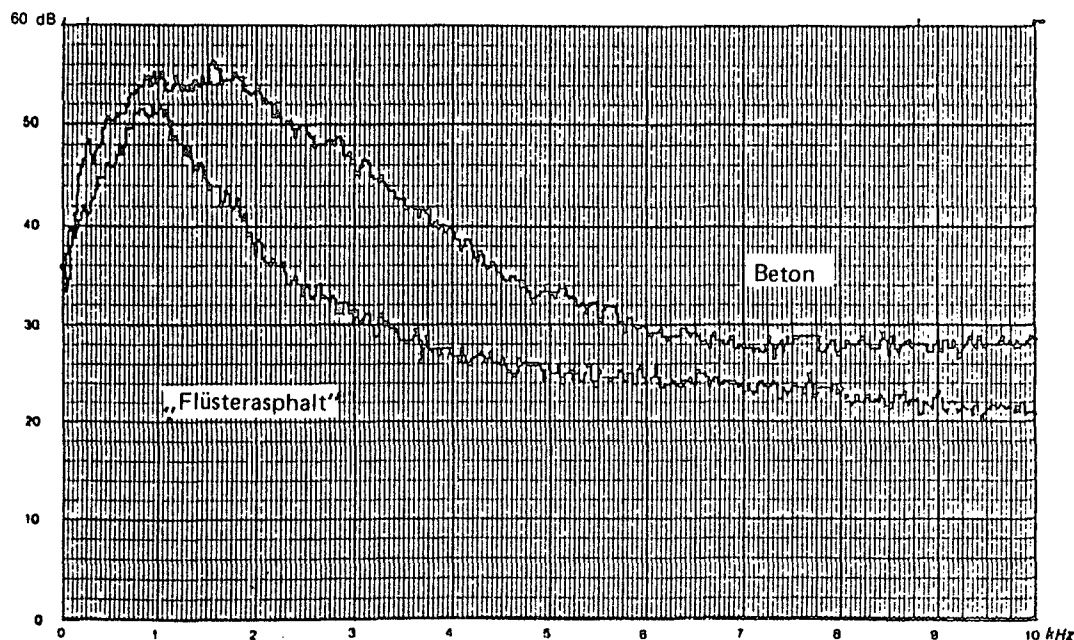


Abb. 3.48: Frequenzspektrum Rollgeräusche PKW (A-bewertet)

Beton $v = 105 \text{ km/h}$

„Flüsterasphalt“ $v = 107 \text{ km/h}$

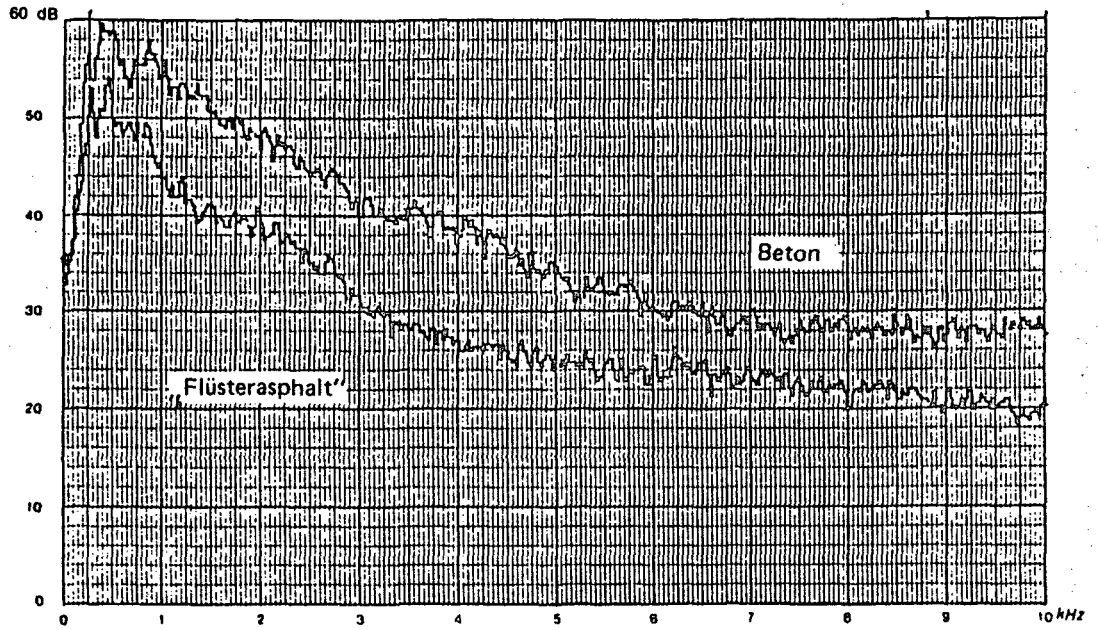


Abb. 3.49: Frequenzspektrum Rollgeräusche LKW (A-bewertet)
 Beton $v = 81 \text{ km/h}$
 „Flüsterasphalt“ $v = 81 \text{ km/h}$

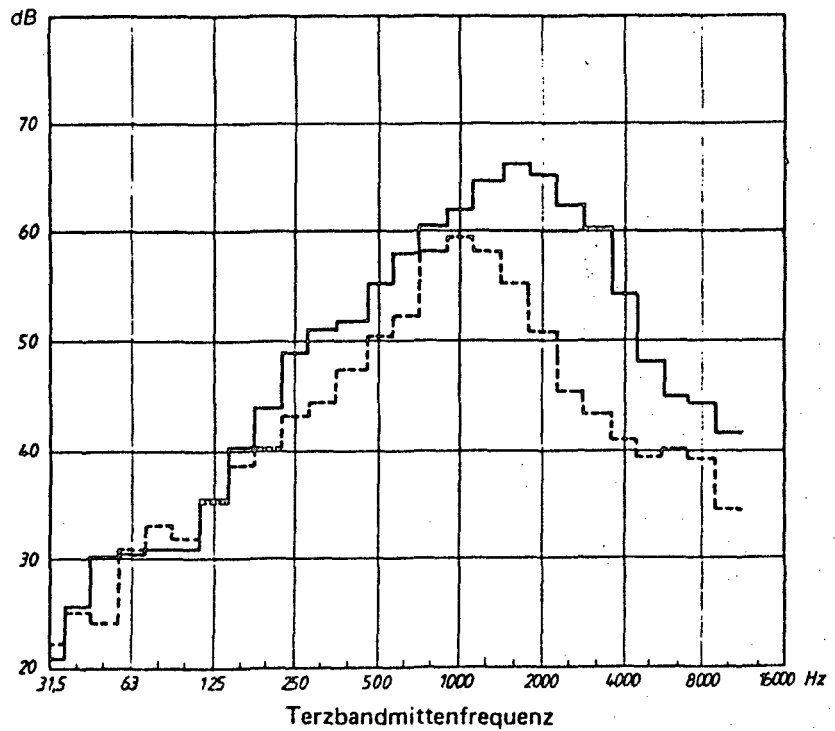


Abb. 3.50: Frequenzspektrum der Rollgeräusche PKW (A-bewertet)
 ——— Betonfahrbahn
 - - - „Flüsterasphalt“

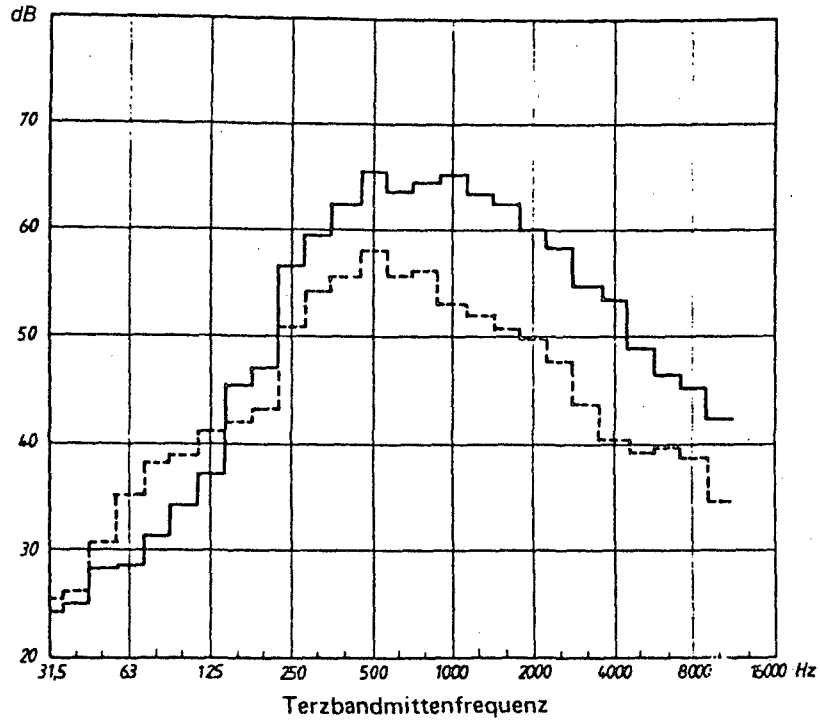


Abb. 3.51: Frequenzspektrum der Rollgeräusche LKW (A-bewertet)

— Betonfahrbahn
 - - - „Flüsterasphalt“

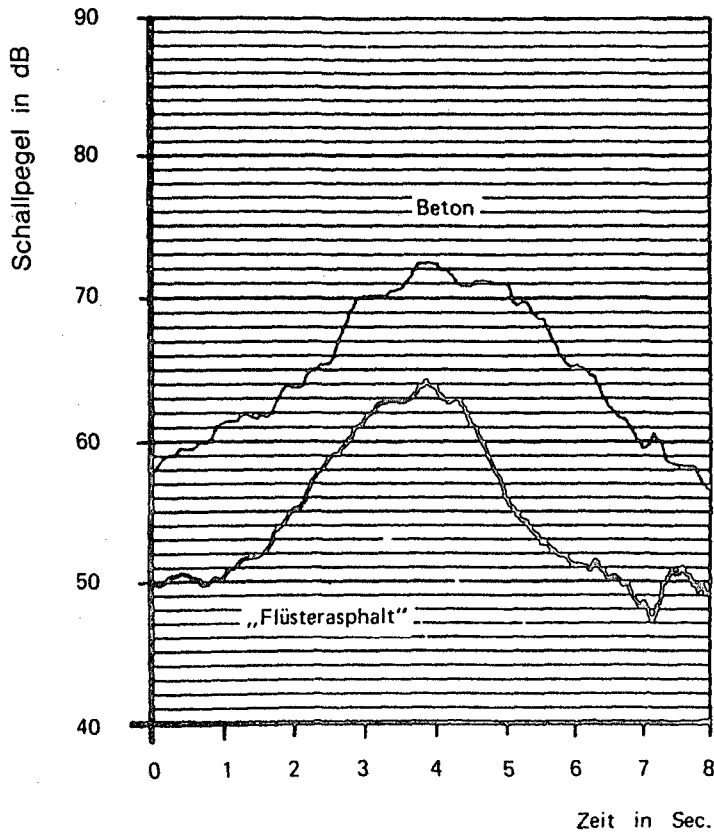


Abb. 3.52:
 Pegelschrieb der
 Vorbeifahrt PKW

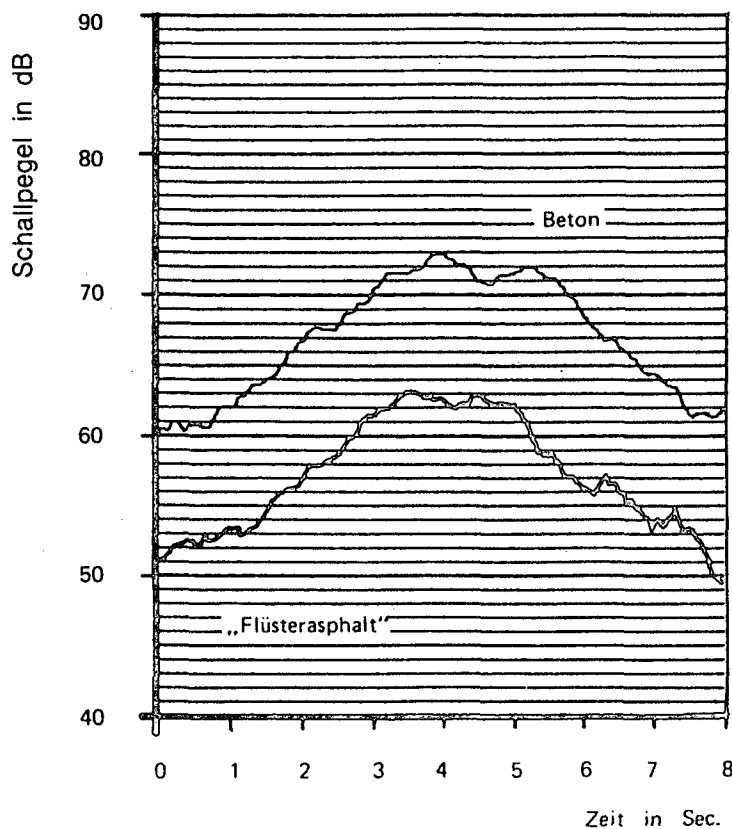


Abb. 3.53:
Pegelschrieb der
Vorbeifahrt LKW

3.7 Untersuchung der Störwirkungen

Ein Zusammenhang zwischen dem Dauerschallpegel und der Störwirkung von Verkehrslärm kann aufgrund zahlreicher Untersuchungen als gegeben angenommen werden (siehe dazu z. B. [5]). Durch das Aufbringen des „Flüsterbelages“ auf die Betondecke der Versuchsstrecke in Angath konnte neben der Reduzierung des energieäquivalenten Dauerschallpegels auch eine Änderung des Frequenzspektrums des Verkehrsgeräusches beobachtet werden.

Positive Äußerungen von Betroffenen in der Nachbarschaft der Versuchsstrecke lassen vermuten, daß mit der Änderung des Frequenzspektrums durch Absenkung der Frequenzanteile über 1000 Hz auch eine Minderung der Lästigkeit und der Störwirkung verbunden ist.

3.7.1 Skalen der Lautstärke

Unter Geräusch wird nach DIN 1320 [7] ein Schallsignal verstanden, das „meistens ein nicht zweckbestimmtes Schallereignis charakterisiert (z. B. Maschinengeräusch, Fahrzeuggeräusch, Wohngeräusch)“. Dies inkludiert, daß es sich dabei um Hörschall handelt, also Schall im Frequenzbereich des menschlichen Hörens (etwa 16 Hz bis 16 kHz). Lärm wiederum ist nach DIN 1320 „Hörschall, der die Stille oder eine gewollte Schallaufnahme stört oder auch Hörschall, der zu Belästigungen oder Gesundheitsstörungen führt“.

Unter Lautstärke wird die Intensität der Schallempfindung verstanden. Sie kann als Lage der Empfindungsstärke auf einer geeignet gewählten Werteskala angegeben werden, die zwischen „leise“ und „laut“ unterscheidet.

Die menschliche Lautheitsempfindung verschiedener Typen von Tönen wurde schon früh erschöpfend untersucht und Linien gleicher Lautstärke über die Frequenz ermittelt (siehe z. B. [2]), nachdem es sich herausgestellt hatte, daß das menschliche Ohr auf Töne verschiedener Frequenzen, jedoch gleichen Schalldrucks verschieden sensibilisiert ist:

Reine Töne tiefer Frequenzen werden bei gleichem Schalldruck (hier gleichbedeutend mit Schalldruckpegel) leiser empfunden als Töne höherer Frequenzen. Dieser Unterschied zwischen hohen und tiefen Frequenzen ist bei geringen Schalldruckpegeln stärker ausgeprägt als bei hohen. Linien gleicher Lautstärke sind international genormt (siehe auch ÖNORM S 5003, Teil 2 [23]).

Der objektiv meßbare Schalldruckpegel spiegelt selbst bei Anwendung der Frequenz- und Zeitbewertung die Stärke der subjektiven Schallempfindung nur ganz grob wider. Andererseits bietet es sich wegen des weiten Variationsbereiches natürlicher Schalle an, die Vorteile des Pegelmaßstabes auch für die Angabe der Lautstärke zu nutzen. Diese Überlegung führte zum sog. Lautstärkepegel (oft kurz als Lautstärke bezeichnet).

Nach der heute gültigen Festlegung (ÖNORM S 5003, Teil 1 [22] oder DIN 45630, Blatt 1 [9]) ist der Lautstärkepegel L_N eines unbekanntes Schalls in phon zahlenmäßig gleich dem in dB angegebenen Schalldruckpegel eines beidohrig abgehörten, als ebene Welle von vorn einfallenden 1000-Hz-Tons, der als gleich laut empfunden wird:

$$L_N = L_{1000} = 20 \lg(\bar{p}_{1000}/p_0)$$

L_N in phon, L_{1000} in dB,

\bar{p}_{1000} Schalldruck des gleich laut empfundenen Standardschalls,

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ Bezugsschalldruck.

Die Skala des Lautstärkepegels ist nicht der Stärke der Schallempfindung proportional. Aus subjektiven Verdoppelungs- und Halbierungsmessungen der Lautstärkeempfindung läßt sich jedoch eine empfindungsproportionale Skala ableiten. Die so definierte Größe heißt Lautheit N , ihre Einheit ist das Sone (sone).

Es zeigt sich, daß im mittleren Pegelbereich jeder Verdopplungsschritt einer Änderung des Lautstärkepegels um 10 phon entspricht. Um eine einheitliche Handhabung zu sichern, wurde als beste Näherung an die streuenden Ergebnisse verschiedener Autoren die folgende Umrechnungsbeziehung zwischen der Lautheit N und dem Lautstärkepegel L_N durch Normung festgelegt:

$$N = 2^{(L_N - 40)/10}$$

und

$$L_N = 40 + 10 \lg N \approx 40 + 33 \lg N$$

L_N in phon, N in sone.

Als Bezugspunkt ist dem Lautstärkepegel $L_N = 40$ phon willkürlich die Lautheit $N = 1$ sone zugeordnet.

3.7.2 Ermittlung der Lautstärkepegel

In der Praxis ist die Ermittlung des Lautstärkepegels durch subjektiven Vergleich (Befragung) mit mehreren Personen viel zu aufwendig und umständlich. Aus diesem Grund wurde von verschiedenen Autoren Lautstärkeberechnungsverfahren angegeben, die eine gute Näherung an den subjektiv empfundenen Lautstärkepegel darstellen.

Im folgenden wird auf das Verfahren nach ZWICKER [38] — genormt in der DIN 45631 [10] — näher eingegangen, mit dem aus objektiven Meßwerten — nämlich den gemessenen Anteilen verschiedener Frequenzen am Geräusch — ein Maß für den Lautstärkepegel gewonnen werden kann. Das Verfahren gestattet es, verschiedene Geräusche in die Rangfolge ihrer subjektiv wahrgenommenen Lautstärke einzuordnen. Es ist auch auf Schallvorgänge anwendbar, in deren Spektrum einzelne Töne oder bestimmte Frequenzgebiete aus ihrer spektralen Umgebung deutlich hervorragen, wie dies im vorliegenden Fall durch die Nähe des vorbeifahrenden Fahrzeugstromes zum Meßort der Fall ist.

Zur Ermittlung des Lautstärkepegels aus dem Geräuschspektrum werden zunächst die Terzpegel des zu untersuchenden Geräusches in die von ZWICKER entwickelten Diagramme eingetragen. Verwendet wurden Diagramme für die Bestimmung des Lautstärkepegels bei frontalem Schalleinfall, wie er im Regelfall entlang von Straßen auftritt.

Die Terzpegel verschiedener Frequenzen werden zu einem zusammenhängenden Kurvenzug, der sogenannte Lautheitsverteilung, verbunden. Die Fläche, die von der Lautheitsverteilung, der Abszissenachse und den Endordinaten des Diagramms begrenzt ist, entspricht der Lautheit N , ausgedrückt in sone. Aus der Höhe der flächengleichen, rechteckigen Diagrammfläche kann nun an der linken Skala die Lautheit in sone und an der rechten Skala der Lautstärkepegel in phon abgelesen werden.

Grundlage der Berechnung waren die Terzpegel der Abbildungen 3.42 bis 3.46 sowie 3.50 und 3.51, und zwar als Schalldruckpegel im entsprechenden Frequenzband von der Breite einer Dritteloktave. Oberhalb der Frequenz von 280 Hz wurden die Frequenzgruppen durch Terzbänder, unterhalb von 280 Hz durch das Zusammenfassen von mehreren Terzbändern angenähert.

Die Abbildungen 3.54 bis 3.60 zeigen die Ergebnisse der Bestimmung der Lautstärkepegel aus den Geräuschspektrern. Ausgewiesen sind dabei die zu vergleichenden Zustände, die errechneten Lautstärkepegel in phon und die Lautheit in sone.

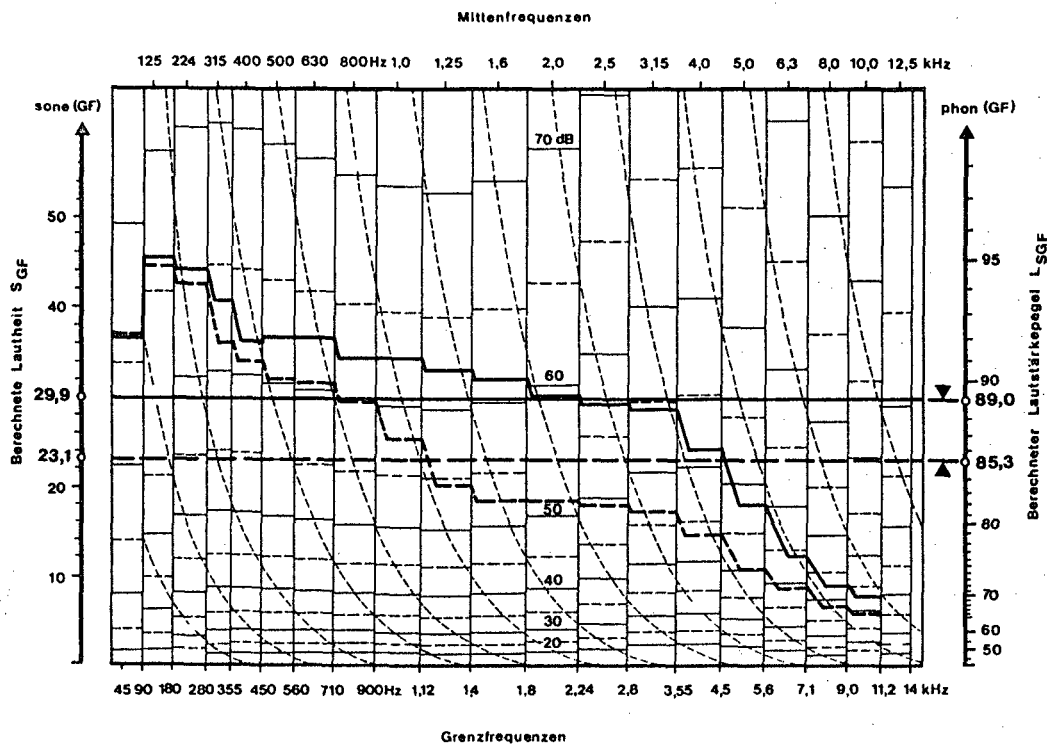


Abb. 3.54: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Abb. 3.42
 ——— Beton trocken, 11.00—11.30
 - - - - - „Flüsterasphalt“ trocken, 11.00—11.30

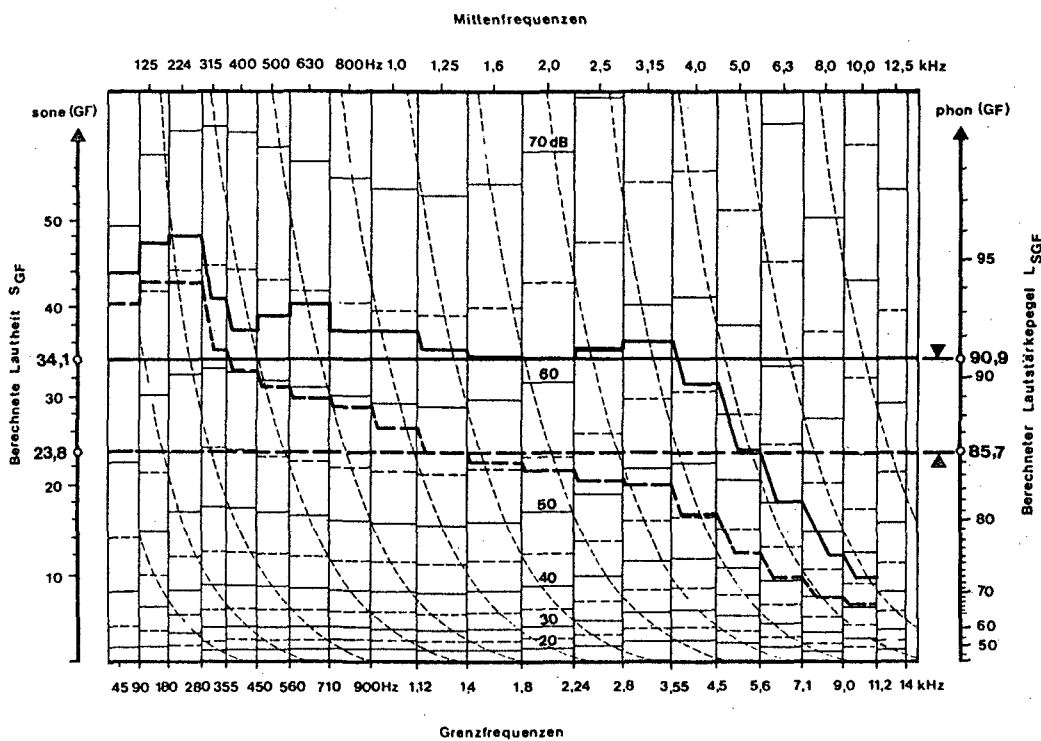


Abb. 3.55: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Abb. 3.43
 ——— Beton naß, 14.53—15.28
 - - - - - „Flüsterasphalt“ naß, 13.31—14.01

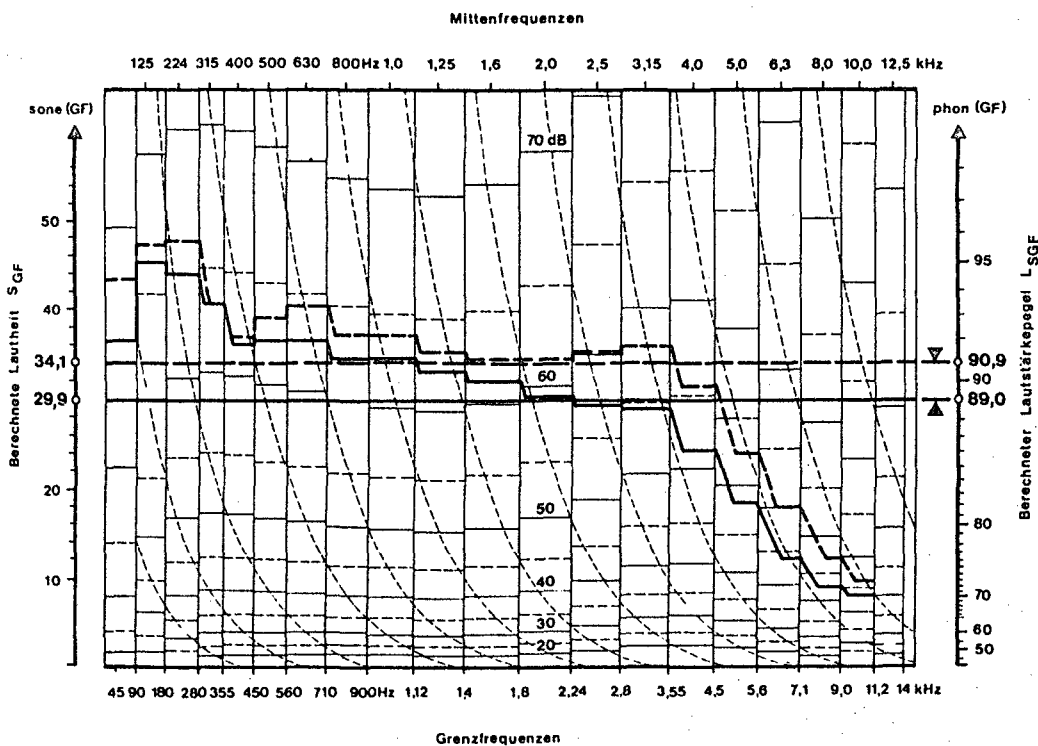


Abb. 3.56: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Abb. 3.44
 ——— Beton trocken
 - - - - - Beton naß

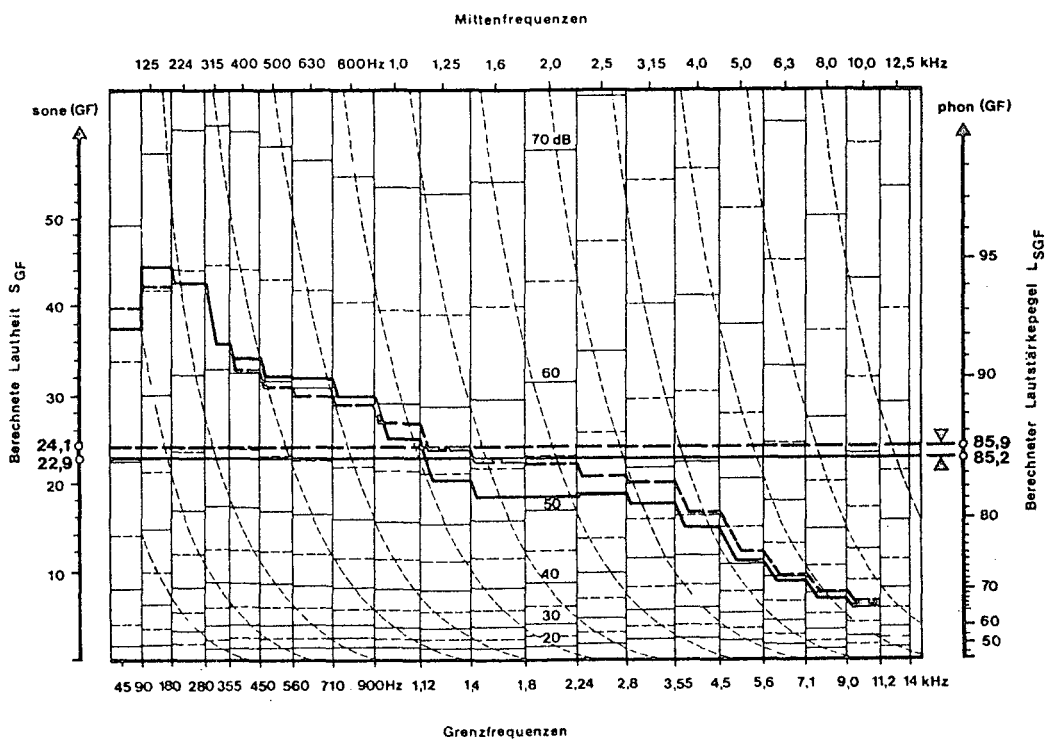


Abb. 3.57: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Abb. 3.45
 — „Flüsterasphalt“ trocken
 - - - „Flüsterasphalt“ naß

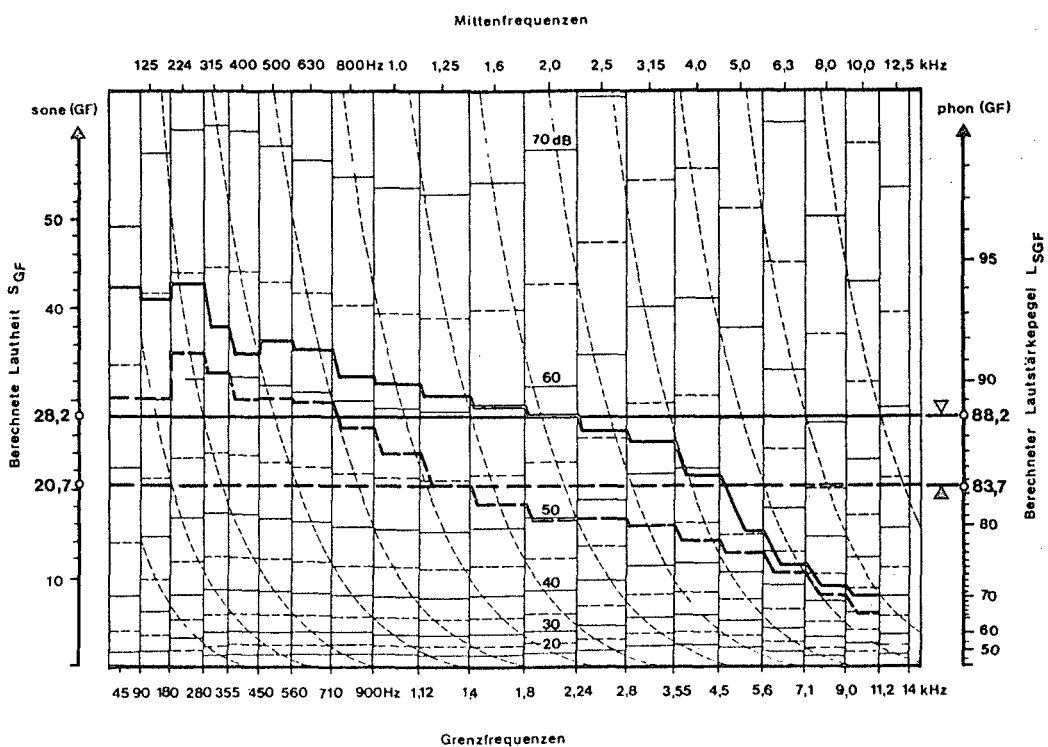


Abb. 3.58: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Abb. 3.46
 — Beton trocken, 21.00—21.30
 - - - „Flüsterasphalt“ trocken, 22.00—22.30

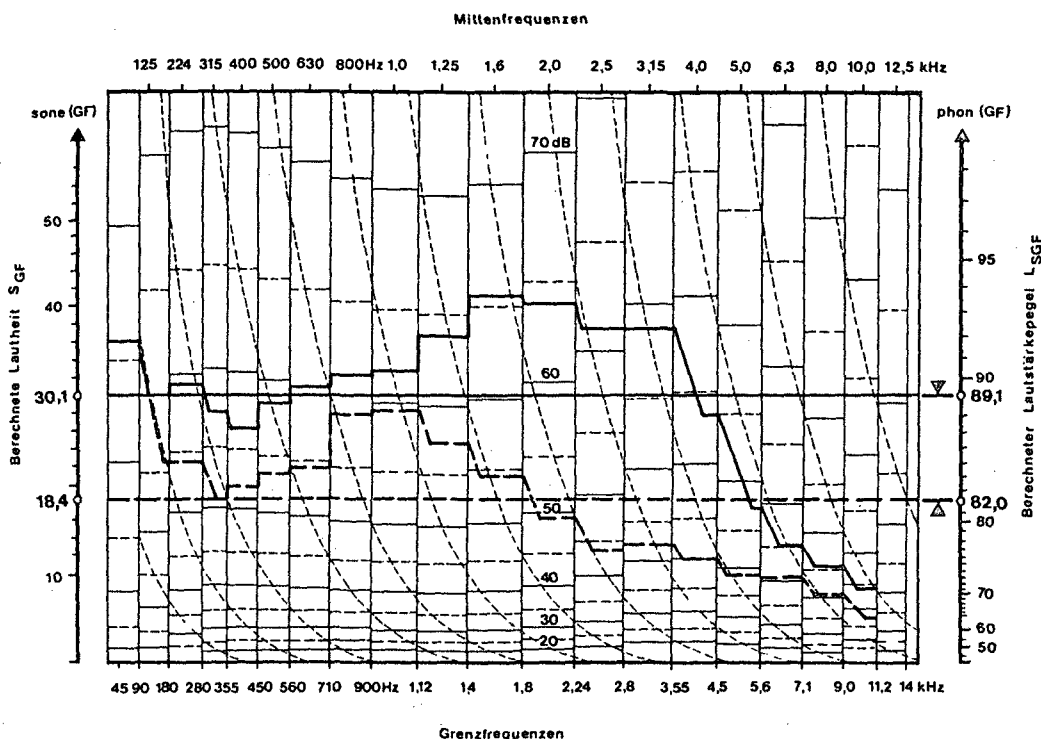


Abb. 3.59: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Rollgeräusche PKW aus Abb. 3.50
 ——— Betonfahrbahn
 - - - - - „Flüsterasphalt“

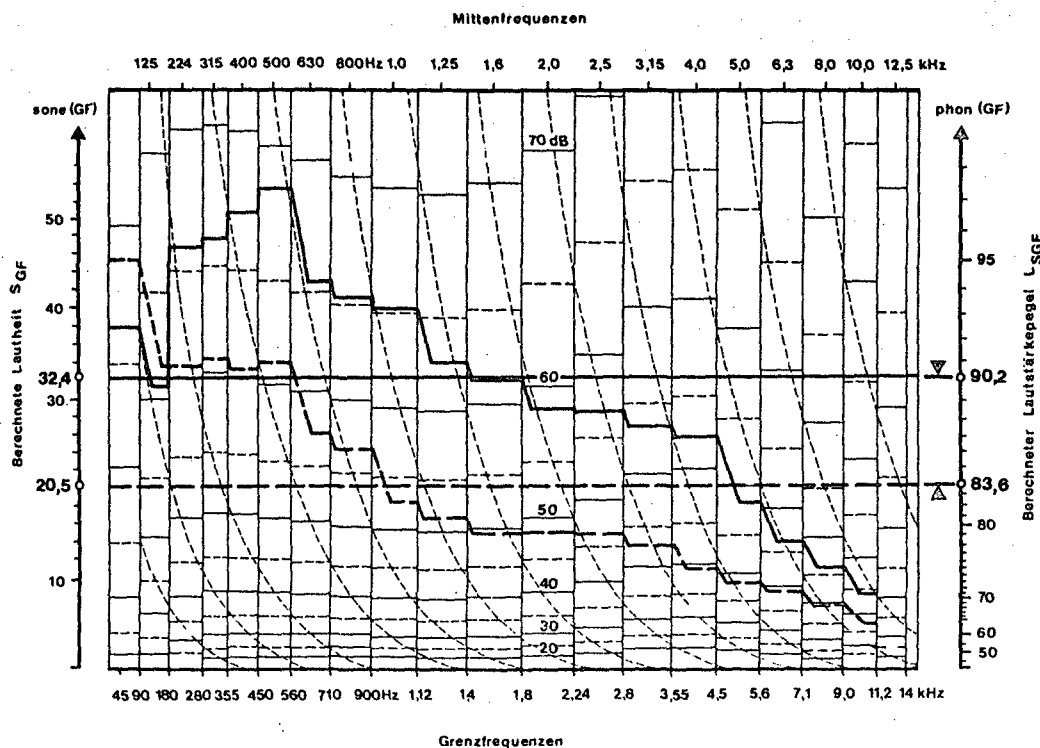


Abb. 3.60: Bestimmung des Lautstärkepegels aus dem Frequenzspektrum der Rollgeräusche LKW aus Abb. 3.51
 ——— Betonfahrbahn
 - - - - - „Flüsterasphalt“

Tabelle 3.25 Berechnung der Lautstärkepegel aus den Frequenzspektren

Frequenzspektrum gem. Abb.	Vergleich	Lautstärke phon	Lautheit sone	Störfaktor
3.42	Betonfahrbahn trocken	89,0	29,9	1,29
	Flüsterasphalt trocken	85,3	23,1	
3.43	Betonfahrbahn naß	90,0	34,1	1,43
	Flüsterasphalt naß	85,7	23,8	
3.44	Betonfahrbahn naß	90,9	34,1	1,14
	Betonfahrbahn trocken	89,0	29,9	
3.45	Flüsterasphalt naß	85,9	24,1	1,05
	Flüsterasphalt trocken	85,2	22,9	
3.46	Betonfahrbahn trocken	88,2	28,2	1,36
	Flüsterasphalt trocken	83,7	20,7	
3.50	Rollgeräusch PKW Betonfahrbahn	89,1	30,1	1,64
	Rollgeräusch PKW Flüsterasphalt	82,0	18,4	
3.51	Rollgeräusch LKW Betonfahrbahn	90,2	32,4	1,58
	Rollgeräusch LKW Flüsterasphalt	83,6	20,5	

3.7.3 Beurteilung der Störwirkung

Die Lautheit in sone ist der Stärke der Schallwahrnehmung normalhörender Beobachter proportional. Somit kann der Quotient aus der Lautheit von zwei Vergleichszuständen, der sogenannte „Störfaktor“, die Erhöhung oder Verringerung der Störwirkung (Schallwahrnehmung) näherungsweise angeben.

In der Tabelle 3.25 sind die ermittelten Lautstärkepegel in phon, die Lautheit in sone und die „Störfaktoren“ für die sieben untersuchten Vergleichszustände zusammengestellt. Daraus ergeben sich folgende wesentliche Aussagen:

- Die bis zur Aufbringung des „Flüsterasphalts“ vorhandene und in anderen Abschnitten der Inntalautobahn noch bestehende Betonfahrbahn hat bei trockener Witterung eine um rund 30 Prozent höhere Störwirkung als der „Flüsterasphalt“.
- Bei Nässe erhöht sich die Störwirkung der konventionellen Betonfahrbahn auf über 40 Prozent gegenüber dem „Flüsterasphalt“.
- Nasse Fahrbahnbeläge haben eine höhere Störwirkung als trockene (Beton 14 Prozent, „Flüsterasphalt“ 5 Prozent).
- Die Störwirkung einzelner Fahrzeuge — sowohl PKW als auch LKW — liegt bei Betonfahrbahndecken rund 60 Prozent über jener des „Flüsterasphalts“.

Einschränkend muß dabei vermerkt werden, daß der Vorbeifahrpegel, das heißt der auftretende Spitzenpegel, nur von einzelnen Fahrzeugen erfaßt wurde — eine Extrapolation auf das Kollektiv erscheint jedoch in erster Näherung möglich. Die Bestimmung der Vorbeifahrpegel in größerem Umfang unter Berücksichtigung des österreichischen Fahrzeugkollektivs auf „Flüsterasphalt“-Strecken bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

4. Asphalttechnische Laboruntersuchungen

4.1 Durchgeführte Untersuchungen

Folgende Untersuchungen wurden am Basisbitumen, dem elastomeren Spezialbindemittel und an den Asphalten durchgeführt:

- Bestimmung der Bitumenkennwerte,
- Bestimmung des Bindemittelgehaltes,
- Bestimmung der Korngrößenverteilung,
- Bestimmung der Verformungsfestigkeit,
- Prognose des Verschleißwiderstandes,
- Bewertung der Verhaftung.

Die Bohrkernentnahme auf der Baustelle erfolgte auf den Seitenstreifen, da eine Bohrkernentnahme auf fertig verlegten Belägen die Membranzwischenschichte (SAMI) zerstören würde. Zur Kontrollprüfung wurden Mischgutproben bei der Produktion entnommen.

4.2 Bindemitteluntersuchung

Die Ermittlung der Bitumenkennwerte erfolgte gemäß folgender Richtlinien:

- Erweichungspunkt Ring und Kugel gemäß Önorm C 9250, 6. Teil,
- Penetration bei 25°C gemäß Önorm C 9250, 9. Teil,
- Brechpunkt nach FRAASS, Önorm C 9250, Teil 8,
- Bestimmung der Rohdichte gemäß DIN 1996, Blatt 7 und
- die Bestimmung des Bindemittelgehaltes gemäß DIN 1996, Blatt 6.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.1 zusammengestellt:

Tabelle 4.1 Bindemittelkennwerte

Bitumen	B100	Hochelastomeres Spezialbindemittel	Rückgewonnenes Bindemittel aus Mischgutprobe, die an der Probestrecke entnommen wurde
Penetration bei 25°C 1/10 mm	101, 100, 101	72	57
ERK Grad C	50,0°C	54,2°C	56,4°C
Bruchpunkt — FRAASS	—14,0°C	—13,0°C	—17,0°C
Rückformung nach NÜSSEL in %		67,5%	35%
			Siebung über 0,09 und 0,02 mm kein Rückstand

Bei der Verwendung des hochelastomeren Spezialbindemittels kann der Bindemittelzusatz um 3% höher liegen als dies bei Drainasphalten unter Verwendung eines konventionellen Bitumens möglich ist.

In Angath wurde der Drainasphalt mit einem Bindemittelzusatz von 7,0 Mineral-% hergestellt, dies entspricht — bezogen auf die Tonne Drainasphalt einem Bindemittelanteil von 6,5% hochelastomeren Spezialbindemittel.

Bei der Extraktion des Bindemittels wurde allerdings nur ein löslicher Bindemittelgehalt bestimmt, der etwa 20% niedriger liegt als der ursprünglich zugesetzte Bindemittelanteil. Diese Differenz ist dadurch erklärlich, daß aromatische Öle einerseits nicht mehr vorhanden sind, andererseits aber auch das zugesetzte synthetische Gummipulver nur zum Teil aufgeschlossen worden ist. Ein Teil ist als unlöslicher Gummifüller dem Gesteinsmaterial zuzuschlagen und löst sich in den angewandten Lösungsmitteln (Toluol oder Benzol) bei der Extraktion praktisch auch bei großer Sorgfalt nicht auf.

Eine Kontrolle des extrahierten und rückgewonnenen Bindemittels hinsichtlich Anteile größer 0,02 mm hat ergeben, daß keine Anteile größer 0,02 mm in dem rückgewonnenen Bindemittel vorhanden waren. Der Umstand, daß das verwendete hochelastomere Bindemittel nicht zur Gänze extrahiert werden kann, ist bei der Überprüfung des Bitumengehalts entsprechend zu berücksichtigen.

Der Hohlraumgehalt des Drainasphaltes im Marshallprobekörper variiert bei den elastomermodifizierten Asphaltmischungen zwischen 14 und 18 Vol.-%. Die Hohlraumgehalte der Drainasphalte liegen unter Verwendung von konventionellem Bindemittel im Hinblick auf den deutlich geringeren Zusatz desselben entsprechend höher.

Der im Mittel bestimmte Hohlraumgehalt an den im Bauabschnitt Angath entnommenen Bohrkernen lag bei 13 Vol.-%.

Der Unterschied zum ermittelten Hohlraum am Marshallkörper ergibt sich aus dem Umstand, daß beim Bohrkern teilweise Bitumen der SAMI-Schichte in die Hohlräume des Drainasphaltes dringt.

Tabelle 4.2 Bindemitteluntersuchung

		Drainasphalt (Diabas) 12 mm B 100 — Nullmischung	Drainasphalt (Diabas) 12 mm hochelastomeres Spezialbindemittel
Lfd.Nr.	I. Originalprobe		
1	Dicke cm		
2	Raumdichte g/cm ³		
3	Verdichtungsgrad %		
4	Rohdichte g/cm ³	2,601	2,527
5	Hohlraum (ber.) Vol.-%		
		II. Extrahiertes Bindemittel	
6	Löslicher Bindemittel- gehalt % (Gew.-%)	3,86	5,18
7	Zuschlag für unlösl. org. Bestandteile (Gew.-%)	0,15	0,14
8	Bindemittelgehalt gesamt % (Gew.-%)	4,0	5,3
9	Bindemittelgehalt gesamt Vol.-%		
10	Erwpkt. R. u. K. °C		
11	Penetration bei 25°C 1/10 mm		
		III. Marshall-Probekörper	
12	Raumdichte g/cm ³	2,028	2,018
13	Mineralanteil Vol.-%		
14	Bindemittelanteil Vol.-%	8,0	10,6
15	Hohlraum (ber.) Vol.-%	22,0	20,1
16	Hohlraum des Mineral- gerüstes Vol.-%	30,0	30,7
17	Mit Bindemittel ausgefüllt Vol.-%	26,6	34,4
18	Marshall- Tragwert/60° kN (kp)	0,0	0,0
19	Marshall- Fließwert/60° 1/10 mm	0	0
20	S (Tragwert/ Fließwert) kN/0,1 mm		

Tabelle 4.3 Zusammensetzung des Drainasphalts

1. Hauptmischung	2. Hauptmischung — Nullmischung
85 M.-% EK 8/12 mm Diabas	85 M.-% EK 8/12 mm Diabas
15 M.-% EK 0/2 mm	15 M.-% EK 0/2 mm
2 M.-% KSTM	2 M.-% KSTM
7,0 M.-% hochelastomeres Spezialbindemittel	4,3 M.-% B 100

Tabelle 4.4 Siebanalyse des Gesteinsmaterials

	Siebanalyse	Siebsumme
35,50—25,00 mm		
25,00—18,00 mm		
18,00—12,50 mm	1,4%	100,0%
12,50— 8,00 mm	77,6%	98,6%
8,00— 5,00 mm	12,5%	21,0%
5,00— 2,00 mm	4,8%	8,5%
2,00— 1,00 mm	1,0%	3,7%
1,00— 0,63 mm	0,3%	2,7%
0,63— 0,20 mm	0,5%	2,4%
0,20— 0,09 mm	1,4%	1,9%
unter 0,09 mm	0,5%	0,5%
Σ Gew.-%	100,0%	

Tabelle 4.5 Fülleranalyse für die Herstellung des Drainasphaltes

	Siebanalyse	Siebsumme
1,000—0,630 mm	0,1%	100,0%
0,630—0,220 mm	4,6%	99,9%
0,200—0,090 mm	11,1%	95,4%
0,090—0,063 mm	14,9%	84,3%
0,063—0,020 mm	39,5%	69,3%
unter 0,02 mm	29,8%	29,8%
Σ Gew.-%	100,0%	

4.3 Zuschlagstoffe

Als Gesteinsmaterial wurde eine Mischung aus 15 Mineral-% Edelkantkorn 0/2 mm (Diabas-Edelbrechsand 0/2 mm) und 85 Mineral-% Edelkantkorn (Edelsplitt) 8/12 mm aus dem Diabaswerk Cerwinka, Oberndorf bei Kitzbühel, verwendet.

In der Heißmischanlage wurden zusätzlich 2 Mineral-% Kalksteinmehl zugesetzt. Der Bindemittelzusatz wurde mit 7,0 Mineral-% Elastomerspezialbitumen gewählt.

Die Null-Mischung des Drainasphaltes wurde unter Verwendung des gleich zusammengesetzten Gesteinsmaterials hergestellt, allerdings war nur ein maximaler Zusatz von 4,3 Mineral-% Bitumen B 100 möglich.

Tabelle 4.6 Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Schlämmanalyse

Korndichte: 2,794 g/cm³

Dispersionsmittel: Natriumpyrophosphat

Einwaage Schlämmanalyse: 40 g (20% der Gesamtprobe)

Verwendetes Araeometer: Nr. 1

Temperatur	Verflossene Zeit	Araeometerlesung	Korndurchmesser (mm)	% von Gesamtprobe
19,4°C	30 s	21,0	0,063	70,1
19,4°C	1 s	19,5	0,046	65,2
19,4°C	2 s	18,5	0,033	61,9
19,4°C	5 s	13,0	0,022	43,9
19,4°C	15 s	0,0	0,015	1,2

An sechs vorgenommenen Mischgutuntersuchungen wurde ein Füllergehalt (Anteil kleiner 0,09 mm) bestimmt, der zwischen 3,1 und 5,4 M.-% lag, wobei der Sandanteil (Anteil kleiner 2 mm inkl. Füller) in den Grenzen 13,6 und 19,4 variierte. Der Anteil Splitt lag zwischen 80,6 und 86,5 M.-%.

Der Anteil Splitt 8/12 lag zwischen 60 und 74,2 M.-%.

4.4 Verformungsfestigkeit

Bestimmung der Verformungsfestigkeit der Drainasphalte erfolgte im einaxialen statischen Kriechversuch:

Der einaxiale statische Kriechversuch [19] hat sich für die Prognose der Verformungsfestigkeit von Asphalten als einfache, gut geeignete Prüfmethode erwiesen. Im Gegensatz zum Marshallversuch wird beim Kriechversuch unter einem bekannten, einfach beschreibbaren Spannungszustand ausschließlich das Verformungsverhalten der Prüfkörper bestimmt. Mit dem einaxialen Kriechversuch unter statischer Belastung kann man das rheologische des Asphaltes in einfacher Weise darstellen. Bei zylindrischen Prüfkörpern aus Asphalt wird eine gleichförmige Druckspannung in Richtung der Zylinderachse aufgebracht und die einaxiale Verformung in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Die Seitenausdehnung ist unbehindert und es besteht daher ein einaxialer Spannungszustand. So wurden Form und Abmessungen der Prüfkörper, Art der Verdichtung, Höhe und Dauer der Belastung und die Versuchstemperatur in Übereinstimmung mit der Empfehlung für die Durchführung von einaxialen, statischen Kriechversuchen an Asphaltkörpern [16] gewählt.

Tabelle 4.7. Kriechprüfprotokoll Null-Serie

Bezeichnung: Drainasphalt 12 mm; Bitumen B100 — Nullserie						
MPK	1	2	3	4	5	MW
Verformung (mm) nach:						
15 s	0,235	0,247	0,248	0,215	0,240	—
1 s	0,278	0,295	0,288	0,268	0,288	—
2 s	0,289	0,331	0,308	0,280	0,297	—
3 s	0,298	0,352	0,312	0,291	0,322	—
5 s	0,305	0,360	0,320	0,298	0,330	—
10 s	0,310	0,380	0,331	0,304	0,347	—
30 s	0,320	0,397	0,348	0,314	0,362	—
60 s	0,327	0,407	0,355	0,319	0,377	—
Höhe (mm)	61,2	62,8	63,1	63,2	64,1	
Relative Deformation (x 1/1000)						
15 s	3,840	3,933	3,930	3,402	3,744	3,77
1 s	4,542	4,697	4,564	4,241	4,493	4,508
2 s	4,722	5,271	4,881	4,430	4,633	4,788
3 s	4,869	5,605	4,945	4,604	5,023	5,009
5 s	4,984	5,732	5,071	4,715	5,148	5,13
10 s	5,065	6,051	5,246	4,810	5,413	5,317
30 s	5,229	6,322	5,515	4,968	5,647	5,536
60 s	5,343	6,481	5,626	5,047	5,881	5,676
Steffigkeitsmodul S (MN/m ²) (10 kp/cm ²)						
15 s	26,0	25,4	25,4	29,4	26,7	26,6
1 s	22,0	21,3	21,9	23,6	22,3	22,2
2 s	21,2	19,0	20,5	22,6	21,6	21
3 s	20,5	17,8	20,2	21,7	19,9	20
5 s	20,1	17,4	19,7	21,2	19,4	19,6
10 s	19,7	16,5	19,1	20,8	18,5	18,9
30 s	19,1	15,8	18,1	20,1	17,7	18,2
60 s	18,7	15,4	17,8	19,8	17,0	17,7
Raumd. (g/cm ³)	2,044	2,051	2,038	2,041	2,037	2,042
Rohdichte: 2,605 (g/cm ³)						
Hohlr.	21,5	21,3	21,8	21,7	21,8	21,6

Probekörper nach Marshall (Durchmesser 100 mm, Höhe 60 ± 5 mm)

Prüftemperatur 40°C ± 1°C

Druckspannung 0,1 MN/m²

Versuchsdauer 1 Stunde

Die Verformungen in axialer Richtung werden mittels induktiver Wegaufnehmer gemessen und mittels Y-t-Schreiber aufgezeichnet. Aus den Zeit-Weg-Diagrammen werden die Deformationen der Asphaltprobekörper nach einer Belastungsdauer von 15 sec sowie 1, 2, 3, 5, 10, 30 und

60 min bestimmt. Für jeden Meßzeitpunkt (t) wird die Kriechdehnung (relative Deformation) nach folgender Formel bestimmt.

$$\varepsilon(t) = \frac{\Delta h(t)}{h} \cdot 1000 (\%) \quad (4.1)$$

Der Steifigkeitsmodul wird hingegen nach folgender Formel berechnet:

$$S_{\text{mix}}(t) = \frac{\sigma}{\varepsilon(t)} \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (4.2)$$

Tabelle 4.8 Kriechprüfprotokoll „Flüsterasphalt“

Bezeichnung: Drainasphalt 12 mm; Serie 1 — hochelastomeres Spezialbindemittel						
MPK	1	2	3	4	5	MW
Verformung (mm) nach:						
15 s	0,128	0,130	0,150	0,117	0,141	—
1 s	0,164	0,177	0,192	0,151	0,188	—
2 s	0,183	0,199	0,212	0,172	0,207	—
3 s	0,190	0,214	0,230	0,181	0,228	—
5 s	0,199	0,228	0,237	0,187	0,240	—
10 s	0,217	0,241	0,248	0,206	0,260	—
30 s	0,239	0,262	0,264	0,230	0,278	—
60 s	0,251	0,276	0,278	0,239	0,291	—
Höhe (mm)	70,2	68,9	68,8	69,7	69,1	
Relative Deformation (x 1/1000)						
15 s	1,823	1,887	2,180	1,679	2,041	1,922
1 s	2,336	2,569	2,791	2,166	2,721	2,517
2 s	2,607	2,888	3,081	2,468	2,996	2,808
3 s	2,707	3,106	3,343	2,597	3,300	3,01
5 s	2,835	3,309	3,445	2,683	3,473	3,149
10 s	3,091	3,498	3,605	2,956	3,763	3,382
30 s	3,405	3,803	3,837	3,300	4,023	3,673
60 s	3,576	4,006	4,041	3,429	4,211	3,852
Steifigkeitsmodul S (MN/m ²) (10 kp/cm ²)						
15 s	54,8	53,0	45,9	59,6	49,0	52,5
1 s	42,8	38,9	35,8	46,2	36,8	40,1
2 s	38,4	34,6	32,5	40,5	33,4	35,9
3 s	36,9	32,2	29,9	38,5	30,3	33,6
5 s	35,3	30,2	29,0	37,3	28,8	32,1
10 s	32,4	28,6	27,7	33,8	26,6	29,8
30 s	29,4	26,3	26,1	30,3	24,9	27,4
60 s	28,0	25,0	24,7	29,2	23,7	26,1
Raumd. (g/cm ³)	2,139	2,150	2,154	2,147	2,152	2,148
Rohdichte: 2,506 (g/cm ³)						
Hohlr.	14,6	14,2	14,0	14,3	14,1	14,3

In den Kriechtestprüfprotokollen werden auch die durch Tauchwägung ermittelten Raumdichten der Prüfkörper, die im Pyknometer bestimmte Rohdichte des Asphaltmischgutes und die daraus berechneten Hohlraumgehalte der Prüfkörper angeführt. Damit ist die Vergleichbarkeit des Verdichtungszustandes der Prüfkörper gewährleistet (Tabellen 4.7 und 4.8).

Drainasphalte erfahren im Laufe der Lebensdauer geringfügige Nachverdichtungen. Dadurch allerdings wird die Verformungsfestigkeit derselben erhöht, so daß ein Wert für die Verformungsfestigkeit von über 25 MN/m² für so hohlraumreiche Asphalte, wie sie die Drainasphaltschichten darstellen, als außerordentlich hohe Verformungsfestigkeit zu werten ist.

4.5 Verschleißwiderstand

Die Bestimmung des Verschleißwiderstandes erfolgte nach der Kurzzeitprüfung mit dem Schlagabrieb(Nadelabriebgerät-)gerät nach Dr. TRÖGER [27, 28, 29].

Die auf die Fahrbahnoberfläche auftreffenden Spikes erzeugen den Verschleiß auf zweierlei Art: Im Moment des Aufpralls durch Schlag und während der Berührung mit der Fahrbahnoberfläche durch Kratzen. Bei hoher Geschwindigkeit wird auf der geraden Strecke das Schlagen, bei niedriger Geschwindigkeit hingegen, z. B. in Kurven, sowie beim Bremsen und Anfahren wird die Kratzbeanspruchung überwiegen.

Zur Entwicklung und Erprobung von Laborgeräten für die Kurzzeitprüfung zur Verschleißnachahmung und Verschleißvorhersage an Asphaltbelägen, hat das deutsche Bundesverkehrsministerium in Bonn in den Jahren 1971—1973 eine große Anzahl von Forschungsaufträgen finanziert. Das von Dr. H. TRÖGER entwickelte Verschleißprognosegerät zeigte bei Vergleich des im Labor ermittelten Verschleißverhaltens mit den in der Praxis bestimmten Verschleiß an den relevanten Fahrbahndecken (BAB Salzburg—München) die beste Übereinstimmung der überprüften Versuchsanordnungen. Aus diesem Grund wurde dieses Gerät auch für die Bewertung des Verschleißwiderstandes in dieser Arbeit angewandt.

Das Schlagabriebgerät benützt eine Nadelpistole, um an einem Marshallprobekörper oder an einem Bohrkern den Verschleiß zu erzeugen. Die Nadelpistole ist dazu fest eingespannt und zentrisch, darunter dreht sich der Probekörper (30 UpM, Prüffläche 42,2 cm², Auflagedruck 0,5 MN/m²). Die Drehbewegung bedingt, daß beim Aufprall der Stahlnadelspitzen auf die Probekörperoberfläche eine gewisse Kratzwirkung erzielt wird, ähnlich wie beim Aufprallen eines Spikes auf die Fahrbahnoberfläche. Das Gerät kann praktisch bei jeder Prüftemperatur bis weit in den Frostbereich hinein eingesetzt werden. Die Nadelpistole ist sowohl für nasse als auch trockene Porenoberflächen verwendbar.

Die Marshallprobekörper werden quer zur Achse durchgesägt, so daß die Prüfung auf der Schnittfläche stattfinden kann. Dadurch werden die Prüfergebnisse frei vom Einfluß des mehr oder weniger dicken Bindemittelfilms, der zunächst die Oberflächen der Marshallprobekörper umgibt.

Der Vorteil dieses Gerätes ist in seiner Handlichkeit und in seiner vielseitigen Verwendbarkeit zu sehen. Die Abnützung der Nadelspitzen ist sehr gering und es bleibt ohne Einfluß, ob die Prüfung mit einem fabriksneuen Nadelsatz oder mit einem schon längere Zeit genutzten Nadelsatz durchgeführt wird. Diese Feststellung wirkt sich sehr günstig auf die Wiederholbarkeit der Prüfergebnisse aus.

Vergleicht man den Verschleißwiderstand von konventionellen Drainasphalten mit jenen von „Flüsterasphalten“, dann stellt man bei „Flüsterasphalten“ einen um 40% niedrigeren Verschleiß fest.

Das heißt — für die Praxis — bei einem in Österreich noch immer beträchtlichen Anteil an Spikereifen, daß die Lebensdauer von Flüsterasphaltdecken erheblich höher ist bzw. die Spurrinnenausbildung durch Verschleiß nahezu um die Hälfte geringer zu erwarten ist, als dies bei konventionellen Drainasphalten der Fall ist.

Der ermittelte Verschleißwiderstand von „Flüsterasphalt“ ist vergleichbar mit dem Verschleißwiderstand, den man bei Gußasphalten erzielt. Diese überraschend guten Ergebnisse sind dem elastischen Verhalten des verwendeten hochelastomeren Bindemittels zuzuschreiben.

Tabelle 4.9 Ermittlung des Verschleißwiderstandes mit dem Nadelabriebgerät nach Dr. TRÖGER

Drainasphalt 12 mm, B100 Nullmischung						
Probekörper	Masse (g)	Vol. (cm ³)	Masse (g)	Vol. (cm ³)	Masse (g)	Vol. (cm ³)
	1		2		3	
Vor Abrieb	522,0	216,6	527,4	224,7	571,4	241,4
Nach 8. Abrieb	495,4	201,4	492,3	208,5	539,0	223,0
Nach 16. Abrieb	476,1	194,9	480,6	201,0	520,3	215,1
Abrieb	45,9	21,7	46,8	23,7	51,1	26,3
Mittlerer Abrieb in g: 47,9 Mittlerer Abrieb in cm ³ : 23,9						
Drainasphalt 12 mm, hochelastomeres Spezialbindemittel						
Probekörper	Masse (g)	Vol. (cm ³)	Masse (g)	Vol. (cm ³)	Masse (g)	Vol. (cm ³)
	1		2		3	
Vor Abrieb	532,2	231,9	547,6	240,0	554,4	242,4
Nach 8. Abrieb	508,2	223,5	525,0	231,1	535,7	233,2
Nach 16. Abrieb	505,7	218,9	522,0	228,0	528,5	230,1
Abrieb	26,5	13,0	25,6	12,0	25,9	12,3
Mittlerer Abrieb in g: 26,0 Mittlerer Abrieb in cm ³ : 12,4						

4.6 Haftfestigkeit

Die Bewertung der Verhaftung zwischen dem Drainasphalt und der Betondecke erfolgte unter Verwendung des Schenck-Trebel-Gerätes:

Dieses Gerät zur Prüfung der Verhaftung besteht aus einer Belastungseinheit und aus einem Meß- bzw. Steuergerät. Die Wirkungsweise beruht im wesentlichen auf der hydraulischen Verschiebung eines Kolbens, der einen vorher geklebten Stempel von einer Oberfläche abzieht, wobei der Zylinder, in dem sich der Kolben bewegt, auf der Oberfläche kreisförmig abgestützt ist. Durch eine geeignete Anordnung von Kolben, Zylinder, Stempel und Anschlußgelenken ist

Tabelle 4.10 Untersuchung des Haftvermögens des hochelastomeren Spezialbindemittels

Entnahmestelle	Abreißfestigkeit N/mm ²	Rißbild
Verzögerungsspur Richtung Tankstelle	1,27	Vorspritzbindemittel (Bitumenmembran = SAMI) vom Beton abgezogen
Verzögerungsspur Richtung Tankstelle	1,01	Vorspritzbindemittel (Bitumenmembran = SAMI) vom Beton abgezogen

die Genauigkeit des Schenck-Trebel-Gerätes so hoch, daß es den Anforderungen der DIN 51.220 voll entspricht und die Ermittlung der Haftzugfestigkeit nach DIN 53.232 (SO 4624) sichergestellt wird.

Die Untersuchung der Abreißfestigkeit mit dem Schenck-Trebel-Gerät wurde an zwei Bohrkernen durchgeführt.

Die ermittelte Abreißfestigkeit im Bereich der Verzögerungsspur entspricht in jedem Fall den derzeitigen Vorstellungen hinsichtlich der Verhaftung zwischen Untergrund und Beschichtung.

5. Zusammenfassung

5.1 Eignung von „Flüsterasphalt“ als Straßenbelag

Die positiven ausländischen Erfahrungen mit „Flüsterasphalt“ konnten auf der Versuchsstrecke in Angath durch begleitende Qualitätskontrollen voll bestätigt werden (Tabelle 5.1).

Hinsichtlich der „klassischen“ Anforderungen an einen Straßenbelag

- möglichst hohe Verkehrssicherheit und
- möglichst lange Lebensdauer

weist der „Flüsterasphalt“ alle Vorteile eines konventionellen Drainasphalts auf — verbunden mit einer außerordentlich hohen Verformungsfestigkeit und einem Verschleißwiderstand der mit einem Verschleißwiderstand, den man bei Gußasphalten erzielt, vergleichbar ist.

Der Steifigkeitsmodul von „Flüsterasphalt“ bezogen auf konventionellen Drainasphalt liegt um 63% höher, die Abriebwerte sind um 40% geringer.

Das bedeutet, daß aufgrund der großen Flexibilität, die ein elastisches Tieftemperaturverhalten ergibt und eine Ribbildung verhindert, sehr lange Standzeiten dieser Fahrbahndecke zu erwarten sind, und auch die Spurrinnenausbildung durch Verschleiß nahezu um die Hälfte geringer zu erwarten ist, als dies bei konventionellen Drainasphalten der Fall ist.

5.2 Ergebnisse der lärmtechnischen Untersuchung

Die vergleichende Untersuchung der Betondecke mit einem Fahrbahnbelag aus „Flüsterasphalt“ an der Teststrecke bei Angath führte zu folgenden Ergebnissen.

5.2.1 Energieäquivalenter Dauerschallpegel

Durch die Beschichtung der Betonfahrbahn mit einem speziellen Asphaltbelag, dem sogenannten „Flüsterasphalt“, wurde der energieäquivalente Dauerschallpegel bei trockener Fahrbahn

- um 4,3 dB bei den Tagesmessungen und
- um 5,3 dB bei der Nachtmessung

verringert.

Der Unterschied zwischen Tag- und Nachtmessung dürfte durch die unterschiedliche Verkehrszusammensetzung hervorgerufen worden sein. Die Tagesmessungen hatten einen LKW-Anteil von ca. 30%, die Nachtmessung einen von ca. 50%. Die gemessenen L_{eq} lagen in der Nacht nur um rund 1 dB unter dem Tagesmeßwert, obwohl die Verkehrsstärke bei den Nachtmessungen ca. 1/3 derjenigen von den Tagesmessungen war.

Tabelle 5.1 Ergebnisse der asphalttechnischen Laboruntersuchungen

	Zugabe Bindemittel M.-%	Ermittelter BM-Gehalt M.-%	Füller- gehalt M.-%	Sandgehalt (inkl. Füller) M.-%	Spittanteil M.-%	Grobsplitt- anteil M.-%	Hohlraumge- halt am MPK M.-%	Hohlraum- gehalt an Bohrkernen	Relative Deformation ϵ [x 1/1000]	Steifigkeitsmodul S (MN/m ²)	Schlagabrieb Dr. TRÖGER cm ²
Laborvorversuche											
Drainasphalt 12 mm unter Verwendung von B 100	4,1	4,0	4,1	15,2	84,8	71,7	22,0		—	—	—
Drainasphalt 12 mm unter Verwendung des hoch-elastomeren Spezialbinde-mittels	7,0	5,3 24% unl. Synthesegummi Einschluß von Füller bzw. unterschied-licher Aufschluß des Synthesegummi-pulvers	3,3	15,3	84,7	74,2	20,1		—	—	—
Laborhauptversuche											
Drainasphalt 12 mm unter Verwendung von B 100	4,3	4,2	4,6	16,8	83,2	73,3	21,5		5,676	17,7	23,9
Drainasphalt 12 mm unter Verwendung des hoch-elastomeren Spezialbinde-mittels	7,3	6,1	5,4	17,8	82,2	72,7	14,1		3,853	26,1 63% höherer Steifigkeits- modul bezogen auf nor- malen Drainasphalt	14,4 um 40% niedrigerer Ver- schleiß als bei konventio- nellen Drainasphalten
Mischgutprobe, die beim Einbau an der Probe-strecke entnommen wurde	—	5,7	3,1	13,6	86,4	70,1	18,1	13% Dieses Hohlraumgehalt liegt deshalb deutlich unterhalb des im Labor an MPK ermittelten Hohlraumgehaltes, da die dicke Bitumenmembran (SAMI) in den unteren Teil des BK eingedrungen ist und dadurch einen Teil des Hohlraumes im BK verfüllt hat			
Mischgutprobe, die aus Bohrkernen „aufgeschmol-zen“ wurde	5,8	3,7	19,4	80,6	60,0	—	—		—	—	12,4

Bei höheren LKW-Anteilen am Gesamtverkehrsaufkommen werden, da das Motorengeräusch dominierend ist, die Verkehrsemissionen der unterschiedlichen Fahrbahnbeläge weniger divergieren als bei geringerem LKW-Anteil. Die hier durchgeführten Untersuchungen konnten jedoch die Tatsache nicht bestätigen, daß bei größeren LKW-Anteilen der Unterschied der Schallemissionspegel des Gesamtverkehrs auf der Betonfahrbahn zum „Flüsterasphalt“ geringer wird.

Zu ähnlichen Feststellungen kamen Untersuchungen in Belgien, die an solchen Straßen durchgeführt worden sind. Um hier eine eindeutige kausale Erklärung zu finden, werden jedoch noch weitere Untersuchungen durchzuführen sein.

Der durch Spritzwagen benetzte „Flüsterasphalt“ ist um 4,9 dB leiser als die benetzte Betonfahrbahn. Der „Flüsterasphalt“ bewirkte, bedingt durch seinen hohen Hohlraumanteil, daß das Wasser rasch versickert und weggeleitet wurde. Es bildeten sich kaum Wasserfahnen hinter den Kraftfahrzeugen, wie dies bei der Betondecke der Fall war. Die zischenden Wassergerausche waren dadurch ebenfalls nicht so ausgeprägt vorhanden.

Die angegebene Reduzierung des energieäquivalenten Dauerschallpegels ist ein Mittelwert von mehreren Meßpunkten, wobei drei Meßstellen synchron betrieben wurden, und bei verschiedenen Ausbreitungsbedingungen (mit und ohne Schallschutzwand) und Abständen von der Autobahn.

5.2.2 Pegelhäufigkeiten

Der Vergleich des trockenen „Flüsterasphalts“ mit der trockenen Betondecke zeigt für die seltenen Spitzen (L_1) einen um 4,3 dB und für die häufigen Spitzen (L_5) einen um 4,7 dB niedrigeren Pegelwert. Zwischen den trockenen und nassen Fahrbahnen wurde bei den Spitzenpegeln kein nennenswerter Unterschied festgestellt. Der Grundgeräuschpegel L_{95} war trotz höheren Verkehrsaufkommens auf dem „Flüsterasphalt“ abgesenkt worden. Durch die geringere Schallemission der Kraftfahrzeuge auf „Flüsterasphalt“ wird die Dauer der Hörbarkeit eines Kraftfahrzeuges verkürzt, die Lärmpausen werden dadurch länger.

5.2.3 Frequenzspektren der Verkehrsgeräusche

Neben dem Schalldruckpegel ist das Frequenzspektrum ein wesentlicher Faktor für die Beurteilung der Verkehrsgeräusche. Geräusche mit hohen Frequenzanteilen werden vom Menschen unangenehmer empfunden als gleichlaute tieffrequente Geräusche.

Der trockene „Flüsterasphalt“ ist im Frequenzbereich von 250 Hz bis 10 kHz leiser, wobei die wesentlichen Pegeldifferenzen ab 1000 Hz auftreten. Die hohen zischenden Fahrgeräusche der Betondecke waren beim „Flüsterasphalt“ kaum mehr zu hören.

Die nassen Fahrbahndecken hatten ein ähnliches Verhalten wie die trockenen, die Pegeldifferenzen in den hohen Frequenzen werden noch etwas größer. Die Analyse der nachts durchgeführten Verkehrsmessungen zeigt, daß der „Flüsterasphalt“ über den gesamten Frequenzbereich leiser ist als die Betondecke.

Der Vergleich der mit Sprengwagen genäßten Betondecke und dem „Flüsterasphalt“ mit der trockenen Fahrbahn zeigt, daß im oberen Frequenzbereich bei der nassen Fahrbahn etwas höhere Pegel auftreten.

Durch den „Flüsterasphalt“ wurden die hohen Frequenzanteile der Betondecke deutlich stärker vermindert. Das vom Menschen empfundene tieffrequenterer Geräusch wird dadurch als weniger lästig empfunden.

5.2.4 Rollgeräusche

Die Untersuchung zeigte, daß der A-bewertete Schallpegel der Rollgeräusche des Test-PKW (Ford Taunus 1600 Kombi) bei der Fahrt auf der Betonfahrbahn um 8,2 dB lauter ist als auf dem „Flüsterasphalt“. Der Test-LKW (MAN 280) mit 16 t Gesamtgewicht war um 8,8 dB lauter. Diese Pegelwerte ergaben sich beim PKW für die Geschwindigkeit 105 km/h und beim LKW für 81 km/h.

Diese Aussage bezieht sich ebenfalls auf die bei den Testfahrzeugen verwendeten Bereifungen. Bei anderen Fahrzeugen mit anderen Reifen und Profilen sind auch andere Meßergebnisse zu erwarten.

Die Frequenzspektren der Rollgeräusche zeigen beim PKW und beim LKW, daß die hohen Frequenzanteile durch den „Flüsterasphalt“ wesentlich verringert (bis zu 15 dB) wurden. Aber auch bereits ab 160 Hz treten sowohl beim PKW als auch beim LKW beim „Flüsterasphalt“ geringere Pegelwerte auf als beim Beton.

Die Reduktion der hohen und mittelfrequenten Rollgeräusche wie auch der Fahrgeräusche ist auf das Schallschluckvermögen des „Flüsterasphaltes“ und auf seine Ebenflächigkeit zurückzuführen.

5.3 Schallemission des „Flüsterasphaltes“ Im Vergleich zu anderen Fahrbahndecken

Um einen Vergleich mit anderen Fahrbahndecken durchführen zu können, soll die Betondecke als Bezugsdecke verwendet werden. An der Inntalautobahn wurden bereits vergleichende Geräuschuntersuchungen an Asphalt- und Betonfahrbahndecken vorgenommen [26].

Das Geräuschverhalten der Betondecke wurde dabei beim AB-km 18+200 untersucht, also in nur geringer Entfernung von der Teststrecke des „Flüsterasphaltes“ und dem Meßpunkt 1, welcher sich beim AB-km 15+660 befindet.

Bei AB-km 18+200 und AB-km 15+660 ist die gleiche Betonfahrbahn vorhanden. Diese Betonfahrbahn wurde im Jahre 1979 dem Verkehr übergeben. Die Messungen von [26] wurden ebenfalls im Jahre 1979 durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Testmessungen für den „Flüsterasphalt“ bei Angath war die Betondecke somit fünf Jahre befahren.

Vergleicht man das Frequenzspektrum der trockenen Betonfahrbahn aus [26] mit dem Frequenzspektrum der trockenen Betonfahrbahn beim Meßpunkt 1, so findet man eine recht gute Übereinstimmung im Pegelverlauf über die Frequenz vor. Aus der Literatur ist ebenfalls bekannt, daß sich das Geräuschverhalten von Betonfahrbahndecken mit zunehmender Anzahl von Fahrzeugübergängen nur gering verändert.

Unter dieser Voraussetzung, daß sich nach fünfjähriger Befahrung der Betondecke durch den PKW- und LKW-Verkehr das Schallemissionsverhalten nicht wesentlich verändert hat, wird die Betonfahrbahn als Bezugsfahrbahn für den Vergleich mit anderen Fahrbahndecken herangezogen. In der nachstehenden Tabelle 5.1 werden die Schallemissionen der Betondecke und des „Flüsterasphaltes“ mit denen der Asphaltfeinbetondecke 0/12 aus [26] verglichen. Es wird dazu der energieäquivalente Dauerschallpegel des maßgebenden Verkehrs (900 Kfz/h) verwendet. In der Tabelle 5.1 werden die Differenzen des energieäquivalenten Dauerschallpegels zwischen der Betondecke und den anderen Fahrbahndecken zusammengestellt. Die Betondecke, als Bezugswert, wird mit einer Emissionsdifferenz von 0 dB angegeben. „Flüsterasphalt“ ist um 4,3 bis 5,3 dB leiser als die Betondecke und um 2,4 bis 3,4 dB leiser als die Asphaltfeinbetondecke 0/12.

Tabelle 5.2 Zusammenstellung der Emissionsdifferenzen von Asphaltfahrbahndecken zu den Pegeln einer Bezugsdecke aus Beton

Typ der Fahrbahndecke	Emissionsdifferenz dB
Beton	0
Asphaltfeinbeton 0/12	-1,9
„Flüsterasphalt“	-4,3 bis -5,3

Der Einfluß der Straßenoberfläche auf die Lärmemission wird in verschiedenen Rechenvorschriften mit einem Korrekturwert bzw. mit einem Zuschlag berücksichtigt.

Für den Lärmschutz an Bundesstraßen gilt die Dienstanweisung des Bundesministeriums für Bauten und Technik, ZI. 920.080/2-III/14-83 [6].

Als Ergebnis der vorliegenden Untersuchung wird vorgeschlagen, den „Flüsterasphalt“ in die Tabelle der Korrekturwerte (K_F) für die Fahrbahndecke in die Dienstanweisung aufzunehmen (Siehe Tabelle 5.3):

Tabelle 5.3 Korrektur für die Fahrbahndecke K_F aus [6], Fahrbahndecke trocken (Vorschlag)

Fahrbahndecke	Korrektur K_F in dB
„Flüsterasphalt“	—3
Asphaltbeton	0
Zementbeton, Rauhasphalt	2
Kleinsteinpflaster	4
Großwürfelpflaster, unvergossen	8

Der Korrekturfaktor —3 dB ergibt sich als gerundeter Mittelwert aus —2,4 dB bis —3,4 dB aus der vorliegenden Untersuchung.

Die Pegelreduzierung des Fahrgeräusches auf „Flüsterasphalt“ gegenüber herkömmlichen Fahrbahndecken um (zumindest) 3 dB entspricht

- einer Verdoppelung der Entfernung (Linienquelle),
- einer Halbierung der Verkehrsmenge,
- einer Reduzierung der Verkehrsgeschwindigkeit um 25%

Zusätzlich zeigt der qualitative Vergleich der Frequenzanalyse des Verkehrslärms auf trockenem „Flüsterasphalt“ mit den mit den in [26] durchgeführten Analysen, daß der „Flüsterasphalt“ von 1000 Hz bis 8000 Hz doch wesentlich leiser ist als die Asphaltfeinbetondecke 0/12. Das auf dem „Flüsterasphalt“ verursachte Verkehrsgeräusch wird dadurch tieffrequenter und daher von Menschen auch als weniger lästig empfunden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Entwicklung des „Flüsterasphaltes“ ein weiterer Schritt zur Erreichung des Zieles ist, den Straßenverkehrslärm „an der Quelle“ zu verringern.

Literaturverzeichnis

- [1] BAR, P.: Prévision des niveaux sonores émis par la circulation routiere ou ferroviaire (Prognose der durch den Straßen und Eisenbahnverkehr erzeugten Schallemissionen), Centre d'Etudes des Transports, Urbains — Frankreich, Revue Générale des routes et des aérodromes, No. 580 (November 1981).
- [2] BARKHAUSEN, H.: Ein neuer Schallpegelmesser für die Praxis, VDI-Zeitung 71, (1927).
- [3] BAUSCH, D.; DIETSCH, W.: Lärmschutz an Straßen, Planungsgrundlagen, Systeme aus Beton, Düsseldorf (1979).
- [4] BERGMANN, M.: Geräuschenstehung beim Rollen auf benetzter Oberfläche. 6. Tagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik DAGA: Fortschritte der Akustik, Bochum VDE-Verlag, Berlin (1978).

- [5] BUCHTA, E., SCHLIPKÖTER, H.: Lärminderung bei Verkehrsanlagen: Einfluß der Pegelschwankungsbreite des Verkehrslärms auf die Störwirkung. Eignung des energie-äquivalenten Dauerschallpegels zur Kennzeichnung des Verkehrslärms; Forschungsauftrag 30 (21/72) des Bundesministers für Verkehr, Bonn (1976).
- [6] Bundesministerium für Bauten und Technik: Dienstanweisung betreffend Lärmschutz an Bundesstraßen, Zl. 920.080/2-III/14-83, Wien (1983).
- [7] DIN 1320: Akustik Begriffe, (Oktober 1969).
- [8] DIN 18005: Schallschutz im Städtebau, Teil 2, (Entwurf Jänner 1976).
- [9] DIN 45630, Blatt 1: Grundlagen der Schallmessung, Physikalische und subjektive Größen von Schall, (Oktober 1967).
- [10] DIN 45631: Berechnung des Lautstärkepegels aus dem Geräuschspektrum, Verfahren nach E. Zwicker, (Oktober 1967).
- [11] DIN 45633, Blatt 1: Präzisionsschallpegelmessung — Allgemeine Anforderungen, (März 1970).
DIN 45633, Blatt 2: Präzisionsschallpegelmessung — Sonderanforderungen für die Anwendung auf kurzdauernde und impulshaltige Vorgänge, (November 1969).
- [12] DIN 45642: Messung von Verkehrsgeräuschen, (Oktober 1974).
- [13] Europäische Tagung über gummi-modifizierten Asphalt, Brüssel, 12.—14. Mai 1982.
- [14] HARLAND, D. G.: Rolling noise and vehiclenoise. Transport and Road Research Laboratory, TPRL Laboratory Report 652, Crowthorne, Berkshire (1974).
- [15] HUSCHEK, S.: Einflüsse auf den Verformungswiderstand bituminöser Mischungen, Eurobitumen Symposium, Cannes (1981).
- [16] ISETH: Empfehlungen für die Durchführung von einaxialen, statischen Kriechversuchen an Asphaltkörpern, Auszug aus der Mitteilung Nr. 37, Zürich (1977).
- [17] MEHRA, S. R.; GERTIS, K.: Mittelungspegel bei der Ausbreitung von Straßenverkehrslärm in Wohngebieten unter verschiedenen meteorologischen Bedingungen. Lärmbekämpfung, (1983).
- [18] MYNCKE, H.: Le problème des écrans autobruit (= Das Problem der Lärmschutzwände), Revue de la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels, No. 3 (1977).
- [19] NIEVELT, G. und KRZEMIEN, R.: Verformungsfestigkeitsklassen von Asphalt — eine österreichische Studie, Wien (1975).
- [20] ÖAL-Richtlinie Nr. 3, Blatt 1: Schalltechnische Grundlagen für die Beurteilung von Lärm, Lärm aus der Nachbarschaft, 4. Ausgabe (November 1972).
- [21] ÖAL-Richtlinie Nr. 23: Maßnahmen zum Schutz von Straßenverkehrslärm, 2. Ausgabe (Mai 1983).
- [22] ÖNORM S 5003, Teil 1: Grundlagen der Schallmessung, Physikalische und subjektive Größen von Schall, (Jänner 1974).
- [23] ÖNORM S 5003, Teil 2: Grundlagen der Schallmessung, Normalkurven gleicher Lautstärkepegel, (Jänner 1974).
- [24] REINHOLD, G.: Lärmschutz an Straßen. Österr. Arbeitsring für Lärmbekämpfung ÖAL-Fachtagung, Lärmbekämpfung heute — morgen, Wien (1978).
- [25] RSL-81: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen. Der Bundesminister für Verkehr, Bonn (1981).
- [26] RUDELSTORFER, K.; TIEFENTHALER, H.; KAMMERINGER, E.: Das Geräuschverhalten der untersuchten Beton- und Asphaltfahrbahndecken auf der Inntal-Autobahn. Bundesministerium für Bauten und Technik, Straßenforschung, Heft 157, Wien (1981).

- [27] SCHULZE, K.: Erprobung von Untersuchungsverfahren zur Ermittlung der Einflüsse auf den Verschleiß von Fahrbahndecken. Forschungsarbeit Nr. 7.804 des Bundesverkehrsministeriums, Bonn, Schlußbericht (Oktober 1972).
- [28] SCHULZE, K.: Festlegung eines Prüfverfahrens zur Verschleißnachahmung anhand von Verschleißmessungen auf 43 Versuchsfeldern der BAB Salzburg—München, Straße und Autobahn, Heft 3 (1973).
- [29] TRÖGER, H.; HELFERICH, H. H.: Über den Widerstand bituminöser Deckschichten gegen Verschleiß, Straße und Autobahn, Heft 1 (1974).
- [30] ULLRICH, S.: Der Mittelungspegel des Lärms an Straßen mit frei fließendem Verkehr. Technische Überwachung 17, Nr. 9 (1976).
- [31] ULLRICH, S.: Zum Einfluß der Fahrbahndecke und ihre Oberflächentextur auf das Rollgeräusch von PKW. Straße und Autobahn, Heft 7 (1978).
- [32] U.S. Patent 3, 779, 964: Asphalt Rubberizing Compositions, (Dec. 18, 1973).
- [33] U.S. Patent 3, 833, 528: Bituminous Composition, (Sept. 3, 1974).
- [34] U.S. Patent 3, 891, 585: Elastomeric Pavement Repair Composition For Pavement Failure And A Method Of Making The Same, (June 24, 1975).
- [35] U.S. Patent 4, 068, 023: Rubberized Asphalt Paving Composition And Use Thereof, (Jan. 10, 1978).
- [36] U.S. Patent 3, 919, 148: Pavement Composition, (Nov. 11, 1975).
- [37] ZIRKLER, E.: Innovationen auf dem Asphaltsektor, Straßenbau & Technik, Heft 10 (1984).
- [38] ZWICKER, E.; FELDKELLER, R.: Das Ohr als Nachrichtenempfänger, Stuttgart (1967).

Schriftenreihe „Straßenforschung“

Herausgegeben vom Bundesministerium für Bauten und Technik, Bundesstraßenverwaltung

Die nachstehend angeführten Hefte können zum angegebenen Preis bei der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein, A-1010 Wien, Eschenbachgasse 9, bezogen werden.

1974		Heft 14	Erstellung von Bewertungsziffern zur Erfassung der Ebenheit von Bundesstraßen Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher 90 Seiten, 63 Abbildungen und 8 Tabellen	S 75,—
Heft 1	Eine Methode zur Erstellung von PKW-Motorisierungsprognosen Dr. Peter Cerwenka 88 Seiten, 6 Abbildungen			S 50,—
Heft 2	Untersuchungen an Gesteinsmaterialien hinsichtlich Abriebverhalten und Widerstandsfähigkeit gegen Pollieren Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden und Dr. Friedrich Kappel 84 Seiten, 47 Abbildungen und 29 Tabellen	Heft 15	Theoretische Untersuchungen der Längsdruckkräfte in raumfugenlosen Betonfahrbahnen o. Univ.-Prof. Dr. M. Wicke 57 Seiten, 28 Abbildungen, 2 Tabellen und 2 Anlagen	S 70,—
Heft 3	Die Bestimmung der Feinkornanteile von Korngemischen Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Brandl 52 Seiten, 51 Abbildungen und 4 Tabellen	Heft 16	Einflüsse der Kornform und Oberflächenbeschaffenheit von Brech- und Natursanden auf die Verdichtungswilligkeit und das Verformungsverhalten bituminöser Mischgutes Dr. Walter Eppensteiner und Ing. Randolph Krzemien 29 Seiten, 8 Abbildungen und 7 Tabellen	S 30,—
Heft 4	Untersuchung über die Notwendigkeit und den Bauumfang von Umfahrungsstraßen Dipl.-Ing. Dr. techn. R. Mayerhofer 52 Seiten, 19 Abbildungen und 10 Tabellen	Heft 17	Relative Unfallziffern für die Bundesstraßen Österreichs in den Jahren 1970 und 1971 Doz. Dipl.-Ing. Dr. Hermann Knoflacher 52 Seiten und 3 Abbildungen	S 80,—
Heft 5	Bewertung von Gesteinsmaterialien im bituminösen Deckenbau Ziv.-Ing. Dipl.-Ing. Dr. techn. Huber Gregori 88 Seiten, 21 Abbildungen und 48 Tabellen	Heft 18	Auswirkung geologischer Faktoren auf Bauabwicklung und Vertrag Dr. Georg Spaun Prof. Dr. Hans K. Helfrich Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Seeber Dipl.-Ing. Helmut Detzlhofer Dipl.-Ing. F. Pacher Prof. Dr. L. v. Rabcewicz und Dipl.-Ing. J. Golser Karl Angerer 64 Seiten, 37 Abbildungen und 2 Tafeln	S 50,—
Heft 6	Einflüsse von Wegeinmündungen und Hauszufahrten auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf von Hauptverkehrsstraßen Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher 82 Seiten, 80 Abbildungen und 21 Tabellen	Heft 19	Gestaltung von Mautstellen an Bundesstraßen und Autobahnen Dipl.-Ing. Gerd Römer 36 Seiten, 10 Abbildungen und 1 Tabelle	S 35,—
Heft 7	Methoden zur Prognose des Verkehrs aus Querschnittszählungen o. Prof. Dr.-Ing. Gerd Stelzerwald Dr. techn. Jörg Schönharting Dipl.-Ing. Wolfgang Weber 80 Seiten, 21 Abbildungen und 7 Tabellen	Heft 20	Experimentelle Untersuchungen zur Verhinderung von Frostaufbrüchen in bindigen Böden Dipl.-Ing. Wolfgang H. Roth 57 Seiten und 33 Abbildungen	S 60,—
Heft 8	Der Einfluß des Grünblinkens auf die Leistungsfähigkeit und Sicherheit lichtsignalgeregelter Straßenkreuzungen Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher 86 Seiten, 64 Abbildungen und 4 Tabellen	1975		
Heft 9	Leistungsfähigkeit von Fahrspuren an lichtsignalgeregelten Kreuzungen Dipl.-Ing. Dr. techn. Richard Fiolic 88 Seiten, 21 Abbildungen, 6 Tabellen, 24 Pläne, 12 Auswertungsprotokolle, 15 Ergebnisse und 8 Programmlisten	Heft 21	Methodik der Verkehrserhebungen Dipl.-Ing. Dr. techn. Richard Fiolic 114 Seiten, 38 Abbildungen und 20 Tabellen	S 110,—
Heft 10	Der Ringversuch Österreichische Straßenbaugesteine im Labor 30 Seiten, 13 Tabellen und 1 Tafel Entwicklung einer Methode zur schnellen Prüfung der Frostbeständigkeit von Splitten Dr. Walter Eppensteiner und Ing. Randolph Krzemien 26 Seiten, 3 Abbildungen und 8 Tabellen	Heft 22	Untersuchung der Änderungen der Eigenschaften von Splitten und Kiesen beim Durchgang durch Trockentrommeln von Heißmischanlagen Dr. Walter Eppensteiner und Ing. Randolph Krzemien 46 Seiten, 9 Abbildungen und 9 Tabellen	S 50,—
Heft 11	Grundlagen der Bemessung von Verkehrsanlagen o. Prof. Dr.-Ing. Gerd Stelzerwald Dipl.-Ing. Günther Antusch Dr. techn. Jörg Schönharting 76 Seiten, 26 Abbildungen und 11 Tabellen	Heft 23	Bewertung der kritischen Fahrzustände eines Kraftfahrzeugs in stationärer und instationärer Fahrbewegung in Geradeausfahrt und Kurvenfahrt o. Prof. Dr. Kurt Desoyer und Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Lugner 68 Seiten, 46 Abbildungen und 4 Tafeln	S 80,—
Heft 12	Die Stichprobenmethode bei Verkehrstromerhebungen Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerd Sammer 97 Seiten, 33 Abbildungen, 12 Tabellen und 4 Tafeln	Heft 24	Mechanische Auswirkungen von Spikes-Reifen verschiedener Profile auf Beton- und bituminöse Fahrbahndecken o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Silbar und Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Springer 27 Seiten, 18 Abbildungen und 3 Tabellen	S 35,—
Heft 13	Die Berechnung der Querneigung bei Straßen o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. P. Petrović 58 Seiten, 25 Abbildungen und 19 Tabellen	Heft 25	Feststellung des Einflusses von Spikesreifen auf die Verkehrssicherheit und Bestimmung der Abnützungerscheinungen von Fahrbahnen durch Spikes Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher und W. Bereza-Kudrycki 90 Seiten, 66 Abbildungen und 20 Tabellen	S 75,—

Heft 26	Der Vorgang des „Aquaplaning“ in strenger Berücksichtigung der Wasserfilmdicken, der Reifenaufstandsflächen, der Profilgestaltung und der Fahrbahnbeschaffenheit Das Verhalten des Sattelaufflegers im kritischen Fahr- und Bremszustand o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Silbar 48 Seiten und 15 Abbildungen	S 50,—	Heft 41	Stand der Betreuungsmöglichkeiten von Verkehrsflächen im Winter (Straße — Schiene, Städte — Flughäfen) Vorträge, gehalten anlässlich des Internationalen Winterdienstkongresses 1975 in Salzburg 204 Seiten, 78 Abbildungen und 14 Tabellen	S 185,—
Heft 27	Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Oberflächenrauigkeit von Mineralkörnern Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Ponahlo und Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden 41 Seiten, 5 Abbildungen, 7 Diagramme und 14 Tabellen	S 50,—	Heft 42	Verwertung Industrieller Polyäthylen- und Polypropylenabfälle in Form eines Spezial-Straßenbelages bzw. einer Verschleißschichte Ing. Rudolf Hemersam 31 Seiten, 12 Abbildungen und 12 Tabellen	S 35,—
Heft 28	Rußemission von Lastkraftwagen o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Rudolf Pischinger 41 Seiten, 20 Abbildungen und 2 Tabellen	S 50,—	Heft 43	Versuch eines Investitionsentscheidungsmodelles für Straßenbauten Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Ribitsch 76 Seiten, 16 Abbildungen und 29 Tabellen	S 80,—
Heft 29	Bericht über die beratende Konferenz der OECD über Tunnelbau in Washington im Jahre 1970 Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Kodric 86 Seiten, 6 Abbildungen und 10 Tabellen	S 80,—	Heft 44	Sprengerschütterungen beim Tunnelvortrieb Univ.-Prof. Dr. Peter Steinhauser 36 Seiten, 14 Abbildungen und 10 Tabellen	S 40,—
Heft 30	Abriebverhalten und Pollerfähigkeit von Straßenbaustoffen sowie deren Verhalten gegenüber Spikes Dr. phil. Friedrich Kappel und Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden 36 Seiten, 9 Abbildungen und 10 Tabellen	S 45,—	Heft 45	Über das Verformungsverhalten von biegeweichen, im Boden eingebetteten Wellrohren mit geringer Überschüttung Dipl.-Ing. Helmut Kleinberger 90 Seiten, 79 Abbildungen und 9 Tabellen	S 85,—
Heft 31	Zerstörungsfreie Prüfung der Straße zum Zwecke der Kontrolle und Abnahme durch die Baubehörde Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden Ing. J. Pippich Ing. E. Hintsteiner 53 Seiten, 39 Abbildungen und 16 Tabellen	S 65,—	Heft 46	Kriterien für die Anordnung von Abstellstreifen an Autobahnen und Schnellstraßen Dipl.-Ing. Dr. techn. Georg R. Kattinger 55 Seiten, 35 Abbildungen und 17 Tabellen	S 55,—
Heft 32	Vergleichende Untersuchungen mittels Los-Angeles-Test, Deval-Abrieb-Test und Schlagzertrümmerungstest an für den Straßenbau verwendeten Gesteinen Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden Dr. Friedrich Kappel Ing. Manfred Ziegler 28 Seiten, 8 Abbildungen und 20 Tabellen	S 45,—	1976		
Heft 33	Analyse der Strömungsvorgänge in Lüftungsschächten von Straßentunnel em. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Heinrich o. Prof. Dr. Kurt Desoyer 64 Seiten, 20 Abbildungen und 8 Tabellen	S 100,—	Heft 47	Der Einfluß der mineralogischen Zusammensetzung der Feinanteile auf die Frostsicherheit von Klestrageschichten Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Walbel 47 Seiten und 50 Abbildungen	S 45,—
Heft 34	Experimentelle Spannungsanalysen an Betonpfählen im Zuge der Rutschhangsanlierung Vorderhaagberg bei Klausen-Leopoldsdorf/NÖ. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. F. Czerny Dipl.-Ing. Dr. H. Böck Dipl.-Ing. Dr. A. Stamm 44 Seiten, 42 Abbildungen und 9 Tabellen	S 50,—	Heft 48	Konstruktion von Schlepplagen Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Marx 35 Seiten, 26 Abbildungen und 28 Schablonen	S 70,—
Heft 35	Systemvergleich zwischen Umfahrungsstraßen und Ortsdurchfahrten Dipl.-Ing. Dr. techn. Sepp Snizek 73 Seiten und 45 Abbildungen	S 90,—	Heft 49	Der Güterfernverkehr in Österreich auf Straße und Schiene o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Edwin Engel Dipl.-Ing. Peter Petri Ing. Wolfgang Rollinger 56 Seiten, 2 Abbildungen, 14 Pläne und 19 Tabellen	S 65,—
Heft 36	Die Abgasemission der Personenkraftwagen em. o. Prof. Dr.-Ing. R. Eberan-Eberhorst 78 Seiten, 60 Abbildungen und 7 Tabellen	S 95,—	Heft 50	Teil 1: Brandversuche in einem Tunnel ILF — Ingenieurgesellschaft Lässer—Feizlmayr 130 Seiten, 33 Abbildungen und 22 Tabellen Teil 2: Brandversuche in einem Tunnel (Anlagen) ILF — Ingenieurgesellschaft Lässer—Feizlmayr 6 Seiten und 55 Anlagen	S 265,—
Heft 37	Die Prüfung von Körnungen und Kornmischungen in der Los-Angeles-Trommelmühle Dr. Walter Eppensteiner und Ing. Randolf Krzemien 63 Seiten, 36 Abbildungen und 14 Tabellen	S 60,—	Heft 51	Betondecken-Meßstrecke Golling o. Univ.-Prof. Dr. Manfred Wicke 38 Seiten, 15 Abbildungen und 1 Anlage	S 40,—
Heft 38	Straßenbaukapazität in Österreich und Rationalisierung in der Bauabwicklung Diplomvolkswirt Ing. Dr. Karl Fantl Dipl.-Ing. Eugen Schleicher 71 Seiten, 3 Abbildungen und 8 Tabellen	S 55,—	Heft 52	Laboratoriumsuntersuchungen zur Nachbehandlung von Betonfahrbahnen a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. M. Geymayer Dipl.-Ing. M. Luschan 53 Seiten, 52 Abbildungen und 6 Tabellen	S 55,—
Heft 39	Griffigkeit von Fahrbahnbelägen Dipl.-Ing. Heinz Macho Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher 48 Seiten, 24 Abbildungen und 11 Tabellen	S 45,—	Heft 53	Häufigkeitsverteilung der stündlichen Verkehrsmengen bei Querschnittszählungen Dr. Anton Petz 35 Seiten, 1 Abbildung und 1 Anhang Erhebung von relevanten Planungsgrößen zur Erstellung eines Kurzzeitmodell o. Prof. Dr.-Ing. Gerd Stelzerwald Dipl.-Ing. Dr. techn. Jörg Schönharting Dipl.-Ing. N. Müller 29 Seiten, 3 Tabellen und 4 Anlagen	S 70,—
Heft 40	Untersuchungen über die Lieferung von Transportbeton mit künstlichen Luftporen und den Erhärtungsverlauf von Straßenbeton Dipl.-Ing. C. H. Beyrer Dipl.-Ing. Kaltenböck 48 Seiten, 31 Abbildungen und 14 Tabellen	S 50,—	Heft 54	Untersuchungen zur automatischen Ermittlung von Fahrzeugarten o. Prof. Dr.-Ing. G. Stelzerwald Dipl.-Ing. Dr. techn. J. Schönharting Dipl.-Ing. W. Müllner 82 Seiten, 21 Abbildungen und 8 Tabellen	S 85,—

- Heft 55 Die kritischen Fahrzustände des Tank-Aufflegers bei verschiedenen Beladungsgraden und Berührbedingungen im stationären Fahrbetrieb
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Silbar
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Troger
35 Seiten und 16 Abbildungen S 45,—
- Heft 56 Versuchsstrecke Wien-St. Marx: Ersatz der Frostschuttschicht durch eine EPS-Betonschicht unter der Betonfahrbahndecke
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Sommer
27 Seiten, 21 Abbildungen, 9 Tabellen und 1 Anlage S 45,—
- Heft 57 Langsamfahrspuren auf Steigungen
Dipl.-Ing. Dr. techn. Richard Fiollic
59 Seiten und 44 Abbildungen S 65,—
- Heft 58 Fahrbahnverwindung bei geringem Längsgefälle im Hinblick auf den Wasserabfluß
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Petrovič
Untersuchungen zulässiger Anrumpfungsmaße und Fahrbahntorsionen
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Petrovič
o. Prof. Dr. Kurt Desoyer
Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Lugner
Dipl.-Ing. Anton Novak
79 Seiten, 25 Abbildungen und 19 Tabellen S 125,—
- 1977**
- Heft 59 Perspektive Schaubilder von Straßenprojekten, hergestellt durch EDV-Zeichengeräte und Photos
Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Atzwanger
Dipl.-Ing. Heimo Braun
22 Seiten, 11 Abbildungen und 2 Anhänge (A-1 bis A-24, B-1 bis B-28) S 110,—
- Heft 60 Dynamische Radlasten von LKW-Zügen und Sattelauflegern als Dimensionierungsgrößen für Fahrbahndecken
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Silbar
Dipl.-Ing. Reinhard Mundi
32 Seiten und 31 Abbildungen S 35,—
- Heft 61 Verschleiß durch Spikereifen der neuen Generation
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Sommer
35 Seiten, 26 Abbildungen und 14 Tabellen S 40,—
- Heft 62 Stahlleichtbeton — Verifizierung von Bemessungsannahmen
Dipl.-Ing. Roland Travnicek
Dipl.-Ing. Ewald Ettel
48 Seiten, 10 Beilagen S 60,—
- Heft 63 Entwicklung einer Meßwageneinrichtung zum Zwecke einer zerstörungsfreien Prüfung der Straße
wHR. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden
Ing. Johann Pippich
27 Seiten, 46 Abbildungen und 1 Tabelle S 35,—
- Heft 64 Straßenverkehr und regionale Wirtschaftskraft
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef R. Dorfwrith
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Franz Heigl
Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerold Estermann
91 Seiten, 44 Abbildungen und 18 Tabellen S 105,—
- Heft 65 Erzielung eines grünen Kümmerwuchses auf Banketten und Böschungen entlang von Autobahnen und Straßen
a.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. Josef Washöttl
39 Seiten, 34 Abbildungen und 3 Tabellen S 105,—
- Heft 66 Quantitative Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen der Rauigkeit und dem Reibungsbeiwert von Straßendecken
Prof. Dr. Horst Ebel
Dr. Karl Schultes
Dipl.-Ing. Georg Fuchs
Dipl.-Ing. Karl Kopeszki
cand. Ing. Franz Braunsteiner
42 Seiten, 22 Abbildungen und 9 Tabellen S 50,—
- Heft 67 Ungebundene Tragschichten im Straßenbau (Verdichtung, Kornverfeinerung, Frostbeständigkeit, Tragverhalten, Dimensionierung, Qualitätsanforderungen, Prüfung)
Univ.-Dozent Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Brandl
188 Seiten, 199 Abbildungen und 36 Tabellen S 295,—
- Heft 68 Segmentbauweise — In Abschnitten vorgefertigte Tragwerke mit geklebten, vorgespannten Stößen
Dipl.-Ing. Ernst Roubin
Allgemeine Baugesellschaft A. Porr AG
42 Seiten, 35 Abbildungen S 60,—
- Heft 69 Die Entwicklung der verkehrstechnischen Grundlagen für die Ausbildung von Kehren
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Petrovič
33 Seiten, 11 Abbildungen und 20 Tabellen S 45,—
- Heft 70 Analyse der Entwicklung der Verkehrsmengen auf den Bundesstraßen unter besonderer Berücksichtigung des Freizeitverkehrs
o. Prof. Dr.-Ing. G. Steierwald
Dipl.-Ing. N. Möller
163 Seiten, 34 Abbildungen, 33 Tabellen und 2 Karten S 145,—
- Heft 71 Untersuchung über die in der Praxis vorhandenen Überstände der Spikes über den Laufflächengummi von Winterreifen
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Rupert Springenschmied
Direktor Dipl.-Ing. Klaus Schulze
Ing. Karl Amort
30 Seiten und 21 Abbildungen
Bestimmung des Fahrbahnabriebs durch Spikesreifen in der Wintersaison 1975/76
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher
W. Bereza-Kudrycki
42 Seiten, 29 Abbildungen und 14 Tabellen S 65,—
- Heft 72 Einfluß des Schlechkorngehaltes auf die Eigenschaften des erhärteten Betons, insbesondere auf seine Frostbeständigkeit
Ob.-Ing. Hubert Roth
116 Seiten, 52 Abbildungen und 81 Tabellen S 155,—
- Heft 73 Entwicklung einer Methode zur Schätzung fehlender Daten im Rahmen automatischer Zählungen
o. Prof. Dr.-Ing. Gerd Steierwald
Dr. Monika Pöhlitzer
66 Seiten, 10 Abbildungen und 6 Tabellen S 95,—
- Heft 74 Literaturangaben über Leistungsfähigkeitsberechnungen nichtlichtsignal geregelter Knoten
Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Marx
34 Seiten S 30,—
- Heft 75 Sichtweitenbestimmung in Straßentunneln
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Pischinger
Dipl.-Ing. Dr. Heinz Puchwein
50 Seiten, 25 Abbildungen und 2 Tabellen
Messung der CO-Produktion von Kraftfahrzeugen im Felbertauerntunnel
Dipl.-Ing. Hans Peterschneegg
14 Seiten und 5 Abbildungen S 70,—
- Heft 76 Trassierung und Gestaltung von Tunnelrampen
Dipl.-Ing. Gerd Römer
50 Seiten und 39 Abbildungen S 50,—
- Heft 77 Untersuchungen über die Anlage von Beschleunigungs- und Verzögerungsspuren sowie Verflechtungs- und Manöverstrecken
Dipl.-Ing. Dr. techn. Richard Fiollic
52 Seiten, 27 Abbildungen und 8 Tabellen S 65,—
- Heft 78 Thermodynamische Untersuchungen von Tunnelbränden
Dipl.-Ing. Dr. Hermann Schweiger
63 Seiten und 46 Abbildungen S 75,—
- Heft 79 Orthophotopläne für die Straßenprojektierung
Dipl.-Ing. Dr. techn. Bruno Bauer
Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Sticker
46 Seiten und 5 Abbildungen
Einfluß des Geländefehlers auf die Massenermittlung im Straßenbau
Dipl.-Ing. Elfriede Hubeny
21 Seiten und 6 Abbildungen S 65,—
- Heft 80 Entscheidungshilfen in der Verkehrsplanung (Veröffentlichung von Vorträgen, gehalten anlässlich eines Seminars im Geotechnischen Institut der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal am 19. Oktober 1976)
ISV — Informationsdienst Straßenbau und Verkehrstechnik
66 Seiten, 6 Abbildungen und 1 Tabelle S 65,—

- Heft 81 Ergänzende Untersuchungen zur Prüfung von Korngemischen in der Los-Angeles-Trommelmühle
Dr. Walter Eppensteiner
Ing. Randolph Krzemien
22 Seiten, 20 Abbildungen und 10 Tabellen
Festigkeitsprüfungen an österreichischen Straßenbaugesteinen
Ing. Randolph Krzemien
27 Seiten, 23 Abbildungen und 4 Tabellen S 55,—
- Heft 82 Die Erfassung von Hangbewegungen im Fels durch geophysikalische Methoden
Dipl.-Ing. Dr. phil. Ewald Brückl
78 Seiten, 63 Abbildungen und 2 Tabellen S 75,—
- Heft 83 Routenwahl des Schwerverkehrs
Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Friedrich Zibuschka
121 Seiten, 39 Abbildungen und 23 Tabellen S 150,—
- Heft 84 Charakterisierung von Füllern, die im Straßenbau verwendet werden
wHR. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden
Ing. Johann Pippich
104 Seiten, 70 Abbildungen und 50 Tabellen S 130,—
- Heft 85 Beleuchtung von Straßentunneln
Dipl.-Ing. Walter Hopferwieser
105 Seiten, 34 Abbildungen und 23 Tabellen S 135,—
- Heft 86 Versuche zur Verbesserung des Los-Angeles-Tests
wHR. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden
Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Augustin
Ing. Manfred Zieger
36 Seiten, 19 Abbildungen und 11 Tabellen S 35,—
- 1978**
- Heft 87 Bemessungsgrundlagen für die Lüftung von Straßentunneln
Dipl.-Ing. Bruno Freibauer
228 Seiten, 90 Abbildungen und 25 Tabellen S 280,—
- Heft 88 Grundlagen für die Bepflanzung des Straßbereiches aus verkehrstechnischer Sicht
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Friedrich Deiss
Dipl.-Ing. Dr. Johann Litzka
Dipl.-Ing. Josef Mitsch
127 Seiten, 96 Abbildungen und 9 Tabellen S 130,—
- Heft 89 Schadstoffemission und Kraftstoffverbrauch des motorisierten Verkehrs auf der Großglockner-Hochalpenstraße
em. o. Prof. Dr. R. Eberan-Eberhorst
o. Prof. Dr. H. P. Lenz
Dipl.-Ing. H. Richter
62 Seiten, 38 Abbildungen und 19 Tabellen S 75,—
- Heft 90 Grundlagen und Berechnungen zur Klassifizierung von Emissionen des Straßenverkehrs
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. K. Rudelstorfer
Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Tiefenthaler
Dr. W. Molt
87 Seiten, 30 Abbildungen und 18 Tabellen S 110,—
- Heft 91 Die zerstörungsfreie Prüfung der Dichte und Dicke bituminöser Beläge — ein Ringversuch
Ing. Ernst Hintsteiner
Ing. Randolph Krzemien
Ing. Otto Hartner
62 Seiten, 25 Abbildungen und 25 Tabellen S 80,—
- Heft 92 Messung des Fahrverhaltens eines Verkehrskollektivs in einem Straßentunnel zwecks Bestimmung der CO-Emission
em. o. Prof. Dr. R. Eberan-Eberhorst
o. Prof. Dr. H. P. Lenz
Dipl.-Ing. I. Bruner-Newton
48 Seiten, 27 Abbildungen und 12 Tabellen S 50,—
- Heft 93 Kornumlagerungen bei Scherdeformationen von Böden
Prof. Dr. Hubert Borowicka
33 Seiten, 23 Abbildungen und 2 Tabellen
Tiefenentwässerung mittels Kunststoffvlies zur schnelleren Konsolidierung wenig tragfähiger Böden
Dipl.-Ing. Herwig Hausdorf
39 Seiten, 25 Abbildungen, 4 Tabellen und 7 Diagramme S 65,—
- Heft 94 Die kritischen Fahrzustände des Lastzuges im stationären Fahrbetrieb
o. Prof. Dr. Alfred Sibar
Doz. Dr. Hans Troger
41 Seiten und 13 Abbildungen S 55,—
- Heft 95 Vergleich von Untersuchungsergebnissen an bituminösem Mischgut
Ringversuche 1970, 1971 und 1972/73
Dipl.-Ing. Günter Hekerle, Ing. Ernst Petz
120 Seiten, 76 Abbildungen und 13 Tabellen
Zur Bestimmung der Rohdichte bituminöser Massen — Ergebnisse eines Ringversuches
Dipl.-Ing. Vladimir Vasiljevic
Ing. Randolph Krzemien
37 Seiten, 10 Tabellen und 8 Anlagen S 160,—
- Heft 96 Windkanalversuche über Seitenwindintensität auf Brücken
Prof. Dr. H. Sockel, Dipl.-Ing. Dr. G. Rösner
Dipl.-Ing. G. Kldery
66 Seiten, 12 Abbildungen, 76 Diagramme und 2 Tabellen S 60,—
- Heft 97 Simulation des Verkehrsablaufes
Dipl.-Ing. Karl Steiner
31 Seiten und 3 Abbildungen S 25,—
- Heft 98 Analyse der Strömungsvorgänge in Lüftungsschächten von Straßentunneln (Fortsetzung von Heft 33)
em. o. Prof. Dr. Gerhard Heinrich
o. Prof. Dr. Kurt Desoyer
111 Seiten, 37 Abbildungen und 24 Tabellen S 280,—
- Heft 99 Einfluß des Schlechtkorngehaltes insbesondere im Bereich des Sandes auf die Frost-Tausalz-Beständigkeit des Betons
Ob.-Ing. Hubert Roth
70 Seiten, 34 Abbildungen und 30 Tabellen
Die Prüfstreuung bei der Bestimmung des E-Moduls von Beton
Dipl.-Ing. Dr. P. Nischer
Dipl.-Ing. Dr. Dr. h. c. S. Soretz
21 Seiten, 14 Tabellen S 90,—
- Heft 100 Grundlagen für die verkehrsgerechte Planung von Knoten und Anschlußstellen an Schnellstraßen und Autobahnen
o. Univ.-Prof. Dr. Karl Rudelstorfer
213 Seiten, 105 Abbildungen und 9 Tabellen S 180,—
- Heft 101 Auswahl geeigneter Radlastwiegenvorrichtungen für Österreich
Dipl.-Ing. Günter Breyer
43 Seiten, 23 Abbildungen und 6 Tabellen
Straßendaten-Aufnahme-Kfz als Meßeinheit zur Erfassung der Krümmungs- und Neigungsverhältnisse
Dipl.-Ing. Josef R. Stenzel
54 Seiten, 22 Abbildungen und 5 Tabellen S 120,—
- Heft 102 Mathematisches Modell zur Darstellung der Straßenachse als Kontinuum
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Petrović
35 Seiten und 4 Abbildungen S 100,—
- Heft 103 Längeltdurchbiegungen von Fahrbahnkonsolen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Wicke
46 Seiten, 1 Abbildung, 3 Tabellen, 3 Anlagen und 9 Pläne S 85,—
- 1979**
- Heft 104 Verkehrswirtschaftliches Mautmodell für Österreichs Straßen und Autobahnen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Edwin Engel
Dipl.-Ing. Hans-Peter Kops
Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Nejez
Gr. Wolf-Dieter Straka
28 Seiten und 3 Abbildungen
Pkw-Ausgangsmatrix für den österreichischen Fernverkehr
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Edwin Engel
11 Seiten
Das Reisegesetz im österreichischen Pkw-Verkehr
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Edwin Engel
Dipl.-Ing. Hans-Peter Kops
Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Nejez
Gr. Wolf-Dieter Straka
20 Seiten und 3 Anhänge S 80,—

- Heft 105 Grundlagen und Möglichkeiten für eine Optimierung des Verkehrsablaufes in Straßentunneln
Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernd Gabriel
66 Seiten, 25 Abbildungen und 3 Tabellen S 90,—
- Heft 106 Dokumentation 1978 der Verkehrserhebungen in Österreich
ISV — Informationsdienst Straßenbau und Verkehrstechnik
336 Seiten und 1 Abbildung S 350,—
- Heft 107 Die Belastung der Umwelt durch die Schadstoffemission von Motorfahrzeugen in Österreich
Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Bruner
109 Seiten, 39 Abbildungen und 39 Tabellen S 150,—
- Heft 108 Bewertung von Gesteinsmaterialien im bituminösen Deckenbau
Dr. phil. Walter Eppensteiner
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hubert Gregori
Ing. Ernst Hintsteiner
Ing. Rudolf Krzemien
101 Seiten, 26 Abbildungen und 13 Tabellen S 190,—
- Heft 109 Dokumentation der EDV-Programme für das Straßen- und Verkehrswesen in Österreich
ISV — Informationsdienst Straßenbau und Verkehrstechnik
188 Seiten S 260,—
- Heft 110 Schnelle Sieblinienbestimmung
Dieter Donthoffer Gerhard Stehno
Theodor Eder Karl Wallisch
Josef Nemet Leopold Weissbacher
Harald Rötzer Johann Zöhrer
40 Seiten und 21 Abbildungen S 65,—
- Heft 111 Entwicklung eines Konzeptes für verkehrsabhängige Signalsteuerungsverfahren auf österreichischen Autobahnen
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher
Dipl.-Ing. Friedrich Nadler
71 Seiten und 27 Abbildungen S 120,—
- Heft 112 Untersuchungen von Sanden für bituminöses Mischgut
Dr. phil. Walter Eppensteiner
Ing. Rudolf Krzemien
62 Seiten, 22 Abbildungen und 4 Tabellen S 105,—
- Heft 113 Beurteilung von Übertragbarkeit und Güte verschiedener Verkehrsverflechtungsmodelle
Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Cerwenka
162 Seiten, 9 Abbildungen, 4 Tabellen und 1 Anhang S 235,—
- Heft 114 Die verkehrliche Erschließung der österreichischen Zentralräume in Verdichtungsbänder und Entwicklungsachsen
Dipl.-Ing. Dr. techn. Sepp Slnzek
110 Seiten, 2 Abbildungen, 6 Tabellen und 1 Anhang S 205,—
- Heft 115 Verfahrensbeschreibung für das Begrenzungslinienverfahren im Rahmen der Österreichischen Richtlinien für elektronische Bauabrechnung
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Oberndorfer
52 Seiten, 45 Abbildungen, 3 Tabellen und 3 Beilagen S 80,—
- Heft 116 Alternativen zur Foliendichtung zwischen Betongewölben von Straßentunneln
Dipl.-Ing. Hansjörg Weber
211 Seiten und 70 Abbildungen S 360,—
- Heft 117 Feststellung der Geschwindigkeitsverteilungen auf den österreichischen Bundesstraßen
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Knoflacher
Dipl.-Ing. W. Wister, Ing. E. Schrammel
Teil 1: 114 Seiten, 65 Abbildungen und 4 Tabellen
Teil 2: 283 Seiten, 175 graphische Darstellungen in Farbe S 610,—
- Heft 118 Entwicklung einer Funknotrufsäule für Fernverkehrsstraßen einschließlich der zugehörigen Zentraleinrichtungen
Ing. Kurt Vosta
23 Seiten und 7 Abbildungen
Entwicklung von Eiswarnanlagen mit Fernwirkeinrichtungen für die Übertragung mittels Kabel oder Funk
Ing. Kurt Vosta
16 Seiten und 8 Abbildungen S 50,—
- Heft 119 Achsberechnung für Verkehrswege mit beliebigen Zwangsangaben
Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilhelm Joscht
Dipl.-Ing. Dr. techn. Ludwig Starkl
Dipl.-Ing. Helmo Braun
Dipl.-Ing. Hans Harrant
76 Seiten, 13 Abbildungen und 5 Tabellen S 195,—
- Heft 120 Die Verbesserung des Verformungsverhaltens bitumengebundener Tragschichten durch Zusatz von Kantkorn
Dr. Walter Eppensteiner
Dipl.-Ing. Hans Förderer
Ing. Rudolf Krzemien
58 Seiten, 38 Abbildungen und 21 Tabellen
Abriebversuche an Asphaltprobekörpern zur Ermittlung der wirtschaftlichen Mischgut-zusammensetzung
Dr. Walter Eppensteiner
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hubert Gregori
Ing. Rudolf Krzemien
43 Seiten, 18 Abbildungen und 9 Tabellen S 155,—
- Heft 121 Zur Frostbeständigkeit von Rundkorn
Dr. phil. Walter Eppensteiner
Ing. Rudolf Krzemien
39 Seiten, 5 Abbildungen und 6 Tabellen S 60,—
- Heft 122 Praktische Anwendung geoelektrischer Verfahren in der Baugrunduntersuchung
Professor emerit. Dipl.-Ing. Dr. techn. Volker Fritsch
190 Seiten und 142 Abbildungen S 265,—
- Heft 123 Lärmverhalten von Fahrbahndecken
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Rudelstorfer
Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Tiefenthaler
207 Seiten, 93 Abbildungen und 39 Tabellen S 245,—
- Heft 124 Einfluß von Bauverfahren, Anisotropie und Ausbruchsform auf die Konvergenz und den Stützmittelbedarf tiefliegender Hohlraumbauten
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. G. Feder
Mitarbeiter:
Dipl.-Ing. M. Arwanitakis Dipl.-Ing. G. Stossler
Dipl.-Ing. W. Pollak Dipl.-Ing. F. Zauner
Dipl.-Ing. W. Schubert cand.-Ing. P. Frühmann
Dipl.-Ing. H. Fagerer Ch. Eisl
226 Seiten und 279 Abbildungen S 435,—
- Heft 125 Die Selbstbelüftung durch Fahrzeuge in einem Straßentunnel
a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Pucher
74 Seiten, 58 Abbildungen und 1 Tabelle S 105,—
- Heft 126 Ermittlung und Beurteilung von Gehölzen an Autobahnen
o. Prof. Dr. Friedrich Woess
Dipl.-Ing. Maria Nejez
121 Seiten, 29 Abbildungen und 11 Tabellen S 230,—
- Heft 127 Bewertung von Oberbauvarianten durch ein theoretisches Bemessungsverfahren
Ziv.-Ing. Dr. techn. Gottfried Nievelt
82 Seiten, 42 Abbildungen und 11 Tabellen S 135,—
- Heft 128 Einfluß verschiedenartiger Zuschlagstoffe auf die Dauerhaftigkeit und Griffigkeit in bituminösen Fahrbahndecken
Dipl.-Ing. Dr. techn. Werner Weiss
45 Seiten, 24 Abbildungen und 6 Tabellen S 60,—
- Heft 129 Grundlagen für Kennzeichnung, Verkehrsführung und Verkehrsregelung bei Arbeitsstellen auf Bundesstraßen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. K. Rudelstorfer
148 Seiten, 90 Abbildungen und 5 Tabellen S 185,—
- Heft 130 Voruntersuchung für eine Rundlaufanlage
Dipl.-Ing. Günter Breyer
68 Seiten, 24 Abbildungen und 6 Tabellen S 90,—
- Heft 131 Verkehr — Ansprüche und Aussichten (Veröffentlichung von Vorträgen, gehalten anlässlich der Diskussionstagung „Verkehr — Ansprüche und Aussichten“ in Hopfgarten/ Brixental, Tirol vom 8. 3. bis 10. 3. 1979)
Veranstalter: Arbeitsausschuß „Planungsgrundlagen“, Arbeitsgruppe „Planung und Verkehr“ in der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein
137 Seiten, 52 Abbildungen und 14 Tabellen S 175,—

- 1980**
- Heft 132 Verdichtungserscheinungen im Verkehrsfluß als Parameter zur Beschreibung des Verkehrsablaufes
Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernd Gabriel
54 Seiten und 29 Abbildungen S 70,—
- Heft 133 Bemessungsverfahren für die Sicherungsmaßnahmen und die Auskleidung von Straßentunneln bei Anwendung der neuen österreichischen Tunnelbauweise o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Seeber
Dipl.-Ing. S. Keller Dipl.-Ing. R. Schletterer
Dipl.-Ing. A. Enzenberg Dipl.-Ing. F. Schreyer
Dipl.-Ing. J. Tagwerker cand. Ing. A. Coleselli
195 Seiten, 182 Abbildungen und 8 Tabellen S 255,—
- Heft 134 Verkehrsbeeinflussung, Verkehrssteuerung ISV — Informationsdienst Straßenbau und Verkehrstechnik
Dipl.-Ing. Martin Besch
Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernd Gabriel
Obstlt. Franz Grltznr
Dennis I. Robertson
Dr.-Ing. Konrad Stöcker
63 Seiten und 20 Abbildungen S 70,—
- Heft 135 Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Oberflächenrauigkeit von Mineralkörnern Teil 2
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden
Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Ponahlo
36 Seiten, 21 Abbildungen und 14 Tabellen S 75,—
- Heft 136 Entwicklung einer Methodik zur Berücksichtigung des Freizeitverkehrs in Dringlichkeitsreihungen o. Prof. Dr.-Ing. G. Steierwald
Dipl.-Ing. G. A. Ahrens
Dr.-Ing. K. Stöcker
177 Seiten, 62 Abbildungen und 48 Tabellen S 305,—
- Heft 137 Verkehrsmodelle (Theorie und Anwendung) o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef R. Dorfwrith
Dipl.-Ing. Dr. techn. Werner Gobiet
Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerd Sammer
298 Seiten, 126 Abbildungen und 27 Tabellen S 630,—
- Heft 138 Untersuchung der Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der im Straßennetz verwendeten Wildschutzeinrichtungen
Dr. Heimit Markus Knoflacher
109 Seiten und 42 Abbildungen S 150,—
- Heft 139 Untersuchungen über die Möglichkeit der Verwendung von Kunstharzmörteln für die Oberflächensanierung von Straßenbetondecken
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. G. Stehno
o. Univ.-Prof. Dr. O. W. Blümel
108 Seiten, 59 Abbildungen und 16 Tabellen S 165,—
- Heft 140 Unfalldatenbank
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Knoflacher
H. Peterschneegg
Dipl.-Ing. E. Lust
H. Zukal
136 Seiten, 15 Abbildungen und 71 Tabellen S 240,—
- Heft 141 Tragverhalten und Dimensionierung von Raumgitterstützmauern (Krainerwänden) o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Brandl
222 Seiten, 267 Abbildungen und 4 Tabellen S 390,—
- Heft 142 Zerstörungsfreie Abnahmeprüfungen der Dichte und Dicke von Asphaltbelägen
Dipl.-Ing. Dr. Hubert Gregori
Dipl.-Ing. Eduard Zirkler
Dipl.-Ing. Dr. Manütscher Khazal-Moghadam
Ing. Randolf Krzemien
110 Seiten, 33 Abbildungen und 17 Tabellen S 135,—
- Heft 143 Die Auswirkung verkehrsregelnder und verkehrsbeeinflussender Maßnahmen auf die Lärmemissionen des Straßenverkehrs
Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernd Gabriel
50 Seiten und 31 Abbildungen S 80,—
- Heft 144 Verkehrsmodell Österreich — Methode und mathematisches Grundmodell
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Dorfwrith, Mag. Max Herry
167 Seiten, 84 Abbildungen und 4 Beilagen S 450,—
- Heft 145 Die zerstörungsfreie Prüfung von Brücken — Literaturstudie unter besonderer Berücksichtigung der Massivbrücken
Dr. U. Wagner-Grey
o. Prof. Dr. R. Springenschmid
86 Seiten, 33 Abbildungen und 5 Tabellen S 125,—
- Heft 146 Künstliche Lawinenauslösung
Hermann Fritz
38 Seiten und 21 Abbildungen
Rollwiderstände von Winter- und Spikereifen
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Peter Lenz
Dipl.-Ing. G. Akiskalos
Dipl.-Ing. W. Zelner
30 Seiten, 12 Abbildungen und 4 Beilagen S 95,—
- Heft 147 Die Längenentwicklung von Beschleunigungs- und Verzögerungsstrecken im Straßenbau
Dipl.-Ing. Dr. techn. Lothar Lenz
57 Seiten und 30 Abbildungen S 105,—
- Heft 148 Ermittlung des Streuzeitpunktes nach der Restsalzmenge
Dipl.-Ing. Gunther Dirnböck
38 Seiten, 27 Abbildungen und 3 Tabellen S 60,—
- Heft 149 Verformungsverhalten von Gußasphalten
Dir. Ing. E. Hintsteiner
Dipl.-Ing. Dr. M. Khazal-Moghadam
Ing. R. Krzemien
Ziv.-Ing. Dr. G. Nievelt
Prok. Dipl.-Ing. E. Zirkler
110 Seiten, 26 Abbildungen und 62 Tabellen S 270,—
- Heft 150 Lärmbelastung an Straßen Wirksamkeit und Kosten von Lärmschutzmaßnahmen
Dipl.-Ing. Dr. techn. Judith Lang
169 Seiten, 96 Abbildungen und 63 Tabellen S 310,—
- Heft 151 Nutzen-Kosten-Untersuchung im Straßenbau (Berechnung des Mengengerüsts von Straßennetzen)
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef R. Dorfwrith, Mag. Max Herry
213 Seiten, 132 Abbildungen und 2 Beilagen S 700,—
- Heft 152 Erfahrungen aus der Planung von Lärmschutzanlagen an der Inntal-Autobahn
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Rudelstorfer
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Tiefenthaler
60 Seiten, 37 Abbildungen und 4 Tabellen S 75,—
- Heft 153 Filterkriterien von Geotextilien
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Teindl
136 Seiten, 88 Abbildungen und 16 Tabellen S 225,—
- 1981**
- Heft 154 Die Ermittlung der Fahrbahnverbreiterung in der Kurve
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Petrovič
66 Seiten, 30 Abbildungen und 34 Tabellen S 115,—
- Heft 155 Konstruktiver Leichtbeton für Brückenbau
Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Peter Nischer
BR. h. c. Dipl.-Ing. Dr. Dr. h. c. Stefan Soretz
96 Seiten, 74 Abbildungen und 16 Tabellen
Optimierung eines Verzögerers für PSZ 400
Dipl.-Ing. Josef Drs
25 Seiten, 7 Abbildungen und 4 Tabellen S 160,—
- Heft 156 Möglichkeiten zur Verhinderung bzw. Verminderung von Salzsäuren an der Flora von Straßen
Untersuchung über die Bepflanzbarkeit und Begrünung von Flächen unter Brücken
o. Univ.-Prof. DDr. Josef Washüttl
122 Seiten, 24 Abbildungen und 70 Tabellen S 260,—
- Heft 157 Das Geräuschverhalten der untersuchten Beton- und Asphaltfahrbahndecken auf der Inntal-Autobahn
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. K. Rudelstorfer
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Tiefenthaler
Dr. phil. E. Kammeringer
104 Seiten, 65 Abbildungen und 34 Tabellen S 135,—

- Heft 158 Verwendung von österreichischer LD-Schlacke im bituminösen Straßenbau
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden
Dr. Friedrich Kappel
Ziv.-Ing. Dr. techn. Gottfried Nievelt
Ing. Johann Pippich
Ing. Manfred Zieger
71 Seiten, 17 Abbildungen und 33 Tabellen S 120,—
- Heft 159 Entwicklung von Beton mit besonderen Eigenschaften für Straßenbeläge
Dipl.-Ing. Dr. techn. A. Kozlowski
Dr. F. Howanietz
Entwicklung und Erprobung eines Haftvermittlers
Dr. F. Howanietz
Dipl.-Ing. Dr. techn. A. Kozlowski
Versuchsstrecken zur Erprobung des neu entwickelten Belages
Dipl.-Ing. D. Kluger
138 Seiten, 50 Abbildungen, 36 Diagramme, 3 Lagepläne und 46 Tabellen S 230,—
- Heft 160 Polymermodifizierte Asphalte
Dipl.-Ing. Dr. Hubert Gregori
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Otto Hinterhofer
Ing. Randolph Krzemien
Reinhard Soboll
71 Seiten, 33 Abbildungen und 19 Tabellen S 130,—
- Heft 161 Dokumentation österreichischer Straßentunnelbauten
Teil 1: Aufgabenstellung und Kurzdokumentationen, 49 Seiten, 3 Tabellen und 23 Beilagen
Teil 2: Hauptbericht, 201 Seiten, 56 Tabellen und 12 Abbildungen
Teil 3: Schlußfolgerungen, 73 Seiten und 8 Abbildungen
Baurat h.c. Dipl.-Ing. Dr. techn. Richard Fill
Hofrat Dipl.-Ing. Karl Kienzl
Ziv.-Ing. Dr. techn. Ernst Kurzmann
Dir. Ziv.-Ing. Karl Angerer
Techn. Rat Ing. Gottfried Stieber S 950,—
- Heft 162 Untersuchung der Möglichkeiten zur Energieeinsparung an Längslüftungssystemen mit Strahlventilatoren
Dipl.-Ing. Dr. techn. Reinhard Plinter
34 Seiten und 11 Abbildungen S 70,—
- Heft 163 Grundlegende Untersuchung für die Entscheidung, ob ein Straßentunnel ein- oder zweiröhrig ausgebaut werden soll
Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ing. h. c. Franz Pacher
170 Seiten, 96 Abbildungen und 66 Tabellen S 280,—
- Heft 164 Straßenausbau nach Erreichbarkeitskriterien mit Hilfe der dynamischen Optimierung
Oberbaurat Dipl.-Ing.
Dr.-Ing. M. Sc. Herwig Schnürer
93 Seiten, 22 Abbildungen und 4 Tabellen S 160,—
- Heft 165 Mechanische Eigenschaften von Asphalt
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Enrico Eustacchio
114 Seiten, 75 Abbildungen, 40 Diagramme und 29 Tabellen S 210,—
- Heft 166 Anwendung von speziell geblasenem Bitumen als Bindemittel für Walz- und Gußasphalt im Straßenbau
Prof. Dipl.-Ing. Eduard Zirkler
Dipl.-Ing. Dr. Manutscher Khazai-Moghadam
84 Seiten, 28 Abbildungen und 36 Tabellen S 135,—
- Heft 167 Die Routenwahl des Straßengüterverkehrs
Dipl.-Ing. Dr. Friedrich Zibuschka
134 Seiten, 25 Abbildungen und 38 Tabellen
Verkehrswirtschaftliches Bewertungsmodell für Österreichs Bundesstraßen
o. Univ.-Prof. Dr. Edwin Engel
20 Seiten, 2 Abbildungen und 4 Tabellen S 300,—
- Heft 168 Kriterien, die zur Verbauung von Umfahrungsstraßen führen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. G. R. Kattinger
108 Seiten, 26 Abbildungen, 1 Anhang mit 19 Fragebögen und 1 Anhang mit 2 Allongen S 145,—
- Heft 169 Begriffsbestimmungen der Straßenbautechnik
Senatsrat Dipl.-Ing. Rudolf Wrana
96 Seiten S 100,—
- Heft 170 Der halbseitige Ausbau von Autobahnen und Schnellstraßen
Werner Rosinak
Peter Petri
Wolfgang Sischka
118 Seiten, 64 Abbildungen und 35 Tabellen S 185,—
- Heft 171 Theoretische und praktische Untersuchungen zur Lüftung von Straßentunneln
Dipl.-Ing. Walter Pokorny
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans-Heinrich Weiss
Dipl.-Ing. Ingo Krönke
200 Seiten, 106 Abbildungen, 5 Diagramme und 11 Tabellen S 480,—
- Heft 172 Untersuchungen zur Qualität des Verkehrsablaufes mit Hilfe von Geschwindigkeitsmessungen auf Bundesstraßen und Autobahnen
o. Prof. Dr.-Ing. G. Steierwald
Dipl.-Ing. W. Müllner
Dr.-Ing. K. Stöcker
172 Seiten, 11 Abbildungen und 8 Tabellen im Text, 1 Anhang mit 4 Tabellen und 1 Anhang mit 133 Abbildungen S 245,—
- Heft 173 Erforschung der Struktur und der Beständigkeit von Luftporen im Luftporenzementsteinsystem mit Hilfe der Elektronenmikroskope
wirkl. Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Fritz Grasenick
Dipl.-Ing. Dr. Hans Martin
Dipl.-Ing. Johanna Blaha
81 Seiten mit 86 Abbildungen S 125,—
- Heft 174 Zerstörungsfreie Bestimmung von Kenngrößen der Straße mit den Geräten des Meßfahrzeuges zum Zweck der Kontrolle und Abnahme durch die Baubehörde
Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Augustin
Ing. Johann Pippich
110 Seiten, 89 Abbildungen und 11 Tabellen S 170,—
- Heft 175 Planen und Bemessen von Verkehrslichtsignalanlagen
Ein Handbuch, ausgearbeitet von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im ÖIAV
102 Seiten, 48 Abbildungen und 10 Tabellen S 150,—
- Heft 176 Wirksamkeit von Signalregelungsmaßnahmen
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Köstenberger
Dipl.-Ing. Winfried Höpfl
69 Seiten, 15 Abbildungen und 26 Tabellen S 90,—
- Heft 177 Bestimmung der maßgebenden Fahrbahnbreite für Autobahnen, Schnellstraßen und Bundesstraßen, insbesondere im Hinblick auf Ihre Führung in Ballungsgebieten
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Knoflacher
Dipl.-Ing. J. Schopf
108 Seiten, 79 Abbildungen, 6 Skizzen und 17 Tabellen S 175,—
- 1982**
- Heft 178 Erkenntnisse und Bekenntnisse in der Nahverkehrsplanung
(Veröffentlichung von Vorträgen, gehalten anlässlich der Diskussionstagung „Erkenntnisse und Bekenntnisse in der Nahverkehrsplanung“ in Hopfgarten/Brixental, Tirol vom 19. 3. bis 21. 3. 1981)
Veranstalter: Arbeitsausschuß „Planungsgrundlagen“, Arbeitsgruppe „Planung und Verkehr“ in der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein
142 Seiten, 29 Abbildungen und 21 Tabellen S 175,—
- Heft 179 Untersuchung zur Verkehrsmittelwahl im Personennahverkehr
Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerd Sammer
248 Seiten, 54 Abbildungen, 57 Tabellen und 4 Allongen S 510,—
- Heft 180 Untersuchung des Einflusses von Vergütungsmitteln auf Formbeständigkeit und Lebensdauer von Gußasphalt und Asphaltbeton
Dipl.-Ing. Eduard Zirkler
Dipl.-Ing. Dr. Manutscher Khazai-Moghadam
145 Seiten, 48 Abbildungen und 57 Tabellen S 325,—

- Heft 181 Dickflüssiger Beton ohne Verdichtungs-
erfordernis, Teil I
Dr. Friedrich Howanletz
Dipl.-Ing. Dr. Karl-Heinz Wegleitner
Dr. techn. Stefan Pleh
Dr. Fritz Stöckl
50 Seiten, 14 Abbildungen und 25 Tabellen S 90,—
- Heft 182 Untersuchungen an Brückenabdichtungen
Teil 1: Zustandserhebung und Versuchsstrecke
175 Seiten, 111 Abbildungen, 48 Diagramme
und 15 Tabellen
Teil 2: Schubfestigkeit der Abdichtung und
Schubbeanspruchung unter Verkehrseinwirkung
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Lötsch
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Enrico Eustacchio
Ing. Dietrich Stuller
160 Seiten, 50 Abbildungen und 82 Tabellen S 610,—
- Heft 183 Messung der Trübungsemission in Straßen-
tunneln
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Pischinger
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Karl Pucher
Dipl.-Ing. Dr. Hermann Schweiger
Dipl.-Ing. Johann Haghofer
54 Seiten, 21 Abbildungen und 5 Tabellen S 85,—
- Heft 184 Vergleichende Kapillarviskositätsmessungen
an Bitumen
Dipl.-Ing. Dr. M. Khazai-Moghadam
Ziv.-Ing. Dr. G. Nievelt
Dipl.-Ing. P. Putz
Prok. Dipl.-Ing. E. Zirkler
114 Seiten, 41 Abbildungen und 122 Tabellen S 175,—
- Heft 185 Einsparung von Frostschutzschicht-Material
durch Einbau eines Systems von
Polypropylen-Vliesmatten
Dipl.-Ing. D. A. Pohl
Baurat h.c. Dipl.-Ing. C. H. Beyrer
80 Seiten, 75 Abbildungen, 3 Tabellen und
2 Allongen S 130,—
- Heft 186 Untersuchung der Anwendung und Adaptie-
rung des Hot-Rolled-Asphalts unter den in
Österreich gegebenen Bedingungen
hinsichtlich Rohstoff, Klima und Verkehr
Dipl.-Ing. Eduard Zirkler
Dipl.-Ing. Maria Rupprecht
106 Seiten, 53 Abbildungen und 23 Tabellen S 200,—
- Heft 187 Methode zur Bestimmung des Brechkorn-
anteiles in bituminösem Tragschichtmischgut
Ziv.-Ing. Dipl.-Ing. Dr. Hubert Gregori
Ing. Frank Kronfuß
Ing. Randolf Krzemien
Sleb- und Schlämmanalyse
Dr. Walter Eppensteiner
Ing. Randolf Krzemien
Füllerprüfungen
Ing. Randolf Krzemien
136 Seiten, 48 Abbildungen und 27 Tabellen S 250,—
- Heft 188 Verkehrsaufkommen von Freizeit- und
Erholungszentren
Arch. Dipl.-Ing. Wolfgang Hauer
Dr. Werner Switil
Rudolf Lukas
85 Seiten und 56 Tabellen S 115,—
- Heft 189 Chemische Heckenschere für die Autobahn-
und Straßenpflege
o. Univ.-Prof. DDR. Josef Washüttl
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. H. Neururer
Dipl.-Ing. Dr. G. Kroyer
Dipl.-Ing. Dr. I. Steiner
Dipl.-Ing. Dr. F. Streichsblar
35 Seiten S 50,—
- Heft 190 Untersuchung über die Auswirkungen bei
Verminderung der Anlageverhältnisse von
Anschlußstellen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Marx
Ing. Walter Hauer
Dipl.-Ing. Wilhelm Schmidl
142 Seiten, 56 Abbildungen und 28 Tabellen S 330,—
- Heft 191 Entwurfsgrundsätze von Hochleistungsstraßen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Josef R. Dorfwirth
Dipl.-Ing. Walter Pejrimovsky
Dipl.-Ing. Erich Lust
70 Seiten, 31 Abbildungen und 20 Tabellen S 125,—
- Heft 192 Spritzbeton
Baurat h.c. Dipl.-Ing. C. H. Beyrer
Dipl.-Ing. H. Kaltenböck
40 Seiten und 12 Abbildungen
Sulfatbeständiger Spritzbeton für
Straßenauskleidungen
a.o. Univ.-Prof. Dr. W. Lukas
Dipl.-Ing. Dr. H. Huber
18 Seiten und 1 Abbildung
Beilagen:
52 Seiten, 31 Abbildungen und 13 Tabellen S 170,—
- Heft 193 Koordinierung von Verkehrserhebungen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Josef R. Dorfwirth
Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Kribernegg
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. G. Stelerwald
127 Seiten, 31 Abbildungen und 11 Tabellen S 180,—
- Heft 194 Wegekostenrechnung für Österreich —
Bestandsaufnahme und Analyse
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Josef R. Dorfwirth
o. Univ.-Prof. Dkfm. Dr. rer. pol. Peter Faller
Mag. Max Herry
Mag. Marcus Metelka
126 Seiten, 19 Abbildungen und 2 Beilagen S 215,—
- Heft 195 Straßentunnel
Verkehrsfluß — Emissionen — Sicherheit
Veröffentlichung von Vorträgen
gehalten anlässlich des Tunnelsymposiums
„Verkehrsfluß — Emissionen — Sicherheit“
in Salzburg vom 6. 10. bis 8. 10. 1980
Veranstalter:
Interfakultäre Kommission für Umwelt-
schutzfragen der TU Wien gemeinsam mit
der Arbeitsgruppe
Tunnelbau der Forschungsgesellschaft für
das Straßenwesen im Österreichischen
Ingenieur- und Architekten-Verein
155 Seiten, 71 Abbildungen und 18 Tabellen S 205,—
- Heft 196 Rheologisches und dynamisches Verhalten
des Mörtels in bituminösen Konstruktionen
Ing. Johann Pippich
68 Seiten, 40 Abbildungen und 10 Tabellen S 125,—
- Heft 197 Leitfaden für Verkehrsuntersuchungen
Herwig Schnürer Sepp Snizek
Werner Goblet Helmut Sticker
Max Herry Konrad Stöckler
Gerd Sammer
81 Seiten und 40 Abbildungen S 105,—
- Heft 198 Kriterien für die Anordnung von Signalanlagen
Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Friedrich Zibuschka
60 Seiten, 26 Abbildungen und 12 Tabellen S 105,—
- Heft 199 Verkehrstechnische Grundsätze für die
Bemessung von Verflechtungstrecken
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Koflacher
Dipl.-Ing. J. M. Schopf
Dipl.-Ing. E. Smek
128 Seiten, 139 Abbildungen und 21 Tabellen S 220,—
- Heft 200 Die praktische Anwendung des Achs-
kontinuums (Polynom n -ten Grades)
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Petrović
36 Seiten, 14 Abbildungen und 5 Tabellen S 90,—
- Heft 201 Zuverlässigkeit elektronischer Verkehrs-
signalanlagen
Dipl.-Ing. J. Sandera
Dipl.-Ing. F. Oismüller
53 Seiten, 21 Abbildungen und 9 Tabellen S 100,—
- Heft 202 Nutzen-Kosten-Untersuchungen
im Verkehrswesen — Entscheidungshilfen
in der Verkehrsplanung
Josef R. Dorfwirth Manfred Hönig
Peter Cerwenka Marcus Metelka
Werner Goblet Gerd Sammer
Max Herry
106 Seiten und 41 Abbildungen S 145,—

- Heft 203 Messungen für das Taktschiebeverfahren
Dipl.-Ing. Dr. Martin Fenz
Dipl.-Ing. Wolfgang Köhler
34 Seiten, 27 Abbildungen, davon 3 Allongen
und 10 Tabellen
Durchbiegung von Stahlbeton- und
Spannbetonbrücken
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Wicke
Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerd Fritsche
79 Seiten, 35 Abbildungen und 3 Tabellen S 250,—
- 1983**
- Heft 204 Dringlichkeitsreihung 1980
Zusammenführung zur Rechnerischen Reihung
Josef R. Dorfwrith Marcus Metelka
Peter Fallner Norbert Müller
Max Herry Sepp Snizek
Erich Marx
71 Seiten, 14 Abbildungen und 16 Tabellen S 90,—
- Heft 205 Verkehrsprognose 1990
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. J. R. Dorfwrith
Mag. Dr. techn. Max Herry
Ing. Gerhard Passek
130 Seiten, 5 Abbildungen, 4 Tabellen
74 Computer-Auszüge und 4 Allongen S 200,—
- Heft 207 Spannbetonbrücke mit Druckspannbewehrung
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Hans Reiffenstuhl
50 Seiten und 35 Abbildungen
Knicksicherheit von auf Druck vorgespannter
Bewehrung
Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Lindbauer
92 Seiten und 130 Abbildungen S 125,—
- Heft 208 Raumgitter-Stützmauern (Kralnerwände)
Großversuche, Baustellenmessungen,
Anwendungsbeispiele, Berechnung,
Konstruktion, Bauausführung
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Brandl
287 Seiten, 352 Abbildungen und 9 Tabellen S 620,—
- Heft 209 Das Deformations- und Festigkeitsverhalten
von Leichtbeton mit Zuschlägen aus
Hochofenschlacke
Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Maydl
86 Seiten, 78 Abbildungen und 8 Tabellen S 100,—
- Heft 210 Verkehrssicherheit
verschiedener Straßenquerschnitte
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Knoflacher
Dr. Helmut Markus Knoflacher
40 Seiten, 22 Abbildungen und 19 Tabellen S 50,—
- Heft 211 Wirtschaftliche Bemessung und
Tragsicherheit von Straßenbrückenpfeilern
Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Wolfgang Oberndorfer
111 Seiten, 90 Abbildungen und 10 Tabellen S 180,—
- Heft 212 Abrechnungsgerechte Definitionen und
Vereinfachungen bei der
Profilmassenberechnung im Straßenbau
Dipl.-Ing. Werner Witzsal
Dipl.-Ing. Volker Zataudek
81 Seiten, 94 Abbildungen und 37 Tabellen S 105,—
- Heft 213 Prüfverfahren zur Bestimmung
des Schlechkorngehaltes
Prof. Ob.-Ing. Hubert Roth
29 Seiten, 23 Abbildungen und 8 Tabellen
Zur Frage der Haftfähigkeit von
Bitumen am Gestein
Ziv.-Ing. Dipl.-Ing. Dr. Hubert Gregori
Ing. Randolf Krzemien
34 Seiten, 13 Abbildungen und 8 Tabellen S 75,—
- Heft 214 Untersuchungen über die Möglichkeit
der Verwendung von Braunkohlenschlacke
im Straßenbau
Baurat h. c. Dipl.-Ing. C. Helmut Beyrer
Dipl.-Ing. Dr. Dieter A. Pohl
39 Seiten, 29 Abbildungen und 1 Tabelle S 40,—
- Heft 215 Quantitative Oberflächenwasserbesetzung
im Straßenbau
Prof. Dipl.-Ing. H. Fritzer
Mitarbeiter:
Dipl.-Ing. H. Laichner, Dipl.-Ing. L. Schmutzhard
48 Seiten und 15 Abbildungen S 60,—
- Heft 216 Landschaftspflegliche Begrünung von Raum-
gitterkonstruktionen (Beton-Kralnerwänden)
Prof. h. c. Dr. Lothar Machura
25 Seiten und 12 Abbildungen
Bericht über das Forschungsprojekt
„Begrünung von Betonkörpern“
Dr. Erik D. Kozeny
23 Seiten und 24 Abbildungen S 165,—
- Heft 217 Optimierung von Straßentunnelprojekten
hinsichtlich Bau- und Betriebskosten
DKfm. Dr. Rainer Hasenauer
Dipl.-Ing. Dr. Ernst Strohmaier
Dipl.-Ing. Otmar Mak
142 Seiten S 135,—
- Heft 218 Reaktionskunstharzgebundener Beton
unter Verwendung natürlich feuchter Zuschläge
K. Binder H. Leibetseder
O. Hinterhofer M. Schmidt
F. Howanietz K. Vielgrader
71 Seiten, 31 Abbildungen und 9 Tabellen S 90,—
- Heft 219 Einfluß von Straßenstreusalzen
auf biologische Kläranlagen
Dipl.-Ing. Dr. techn. et Dr. phil. Josef Washöttl
19 Seiten und 6 Tabellen
Räum- und Streuversuch bei minimaler
Salzstreuung unter Beobachtung
des Abriebes der Verschleißschicht
Dipl.-Ing. Dr. techn. Harald Augustin
Oberinspektor Wolfgang Somitsch
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wieden-
Ing. Manfred Zieger
78 Seiten, 38 Abbildungen und 8 Tabellen S 80,—
- Heft 220 Schiefwinkelige Stahlbetonplattenrücken
Empfehlungen zur Berechnung und Konstruktion
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Friedrich Czerny
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Herbert Böck
Dipl.-Ing. Dr. Johann Mayer
91 Seiten, 41 Abbildungen, 2 Tabellen
und Anhang S 160,—
- Heft 221 Anwendung der Taktschiebebauweise
bei großen Stützhöhen
Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernd Cichocki
Dipl.-Ing. Karl Hermann Mayer
65 Seiten, 23 Abbildungen und 14 Tabellen S 80,—
- Heft 222 Betondecken-Meßstrecke Golling
2. Teil, Schlußbericht
o. Univ.-Prof. Dr. Manfred Wicke
43 Seiten, 9 Abbildungen und 4 Tabellen S 50,—
- Heft 223 Der Pollerversuch
Teil 1: Untersuchung des Laborversuches
Dipl.-Ing. Dr. techn. Günter Breyer
96 Seiten, 47 Abbildungen und 3 Tabellen
Teil 2: Ringversuch Reibungsbeiwert nach
Polleren
Pollerbarkelt österreichischer Straßenbaugesteine
Dipl.-Ing. Dr. techn. Günter Breyer
Univ.-Doz. Dr. phil. Walter Eppensteiner
Ing. Randolf Krzemien
104 Seiten, 41 Abbildungen und 21 Tabellen S 230,—
- Heft 224 Methoden zur Erhaltung von Straßendecken
Ermittlung, Wahl der Verfahren, Planung,
Durchführung
221 Seiten, 61 Abbildungen und 35 Tabellen S 235,—
- Heft 225 Verwendbarkeit von Schlacken-Granulat-Beton
als wärmedämmendes Konstruktionselement
des Straßenerbaues
Techn. Rat Ing. M. Flick
62 Seiten, 35 Abbildungen und 14 Tabellen S 65,—
- Heft 226 Schwefelasphalt
Univ.-Prof. Dr. Fritz Pass
Dr. A. Ecker
Ing. O. Hartner
46 Seiten, 16 Abbildungen und 7 Tabellen S 45,—
- Heft 227 Bestimmung der Raumdichte hohlräumreicher
Asphalte
Ing. O. Hartner
Dir. Ing. E. Hintsteiner
Dipl.-Ing. Dr. M. Khazal-Moghadam
Ziv.-Ing. Dr. G. Nievelt
Prok. Dipl.-Ing. E. Zirker
65 Seiten, 55 Abbildungen und 2 Tabellen S 55,—

- Heft 228 Schadstoffausbreitung bei Tunnelportalen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Pischinger
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Karl Pucher
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Klaus Landfährer
Univ.-Oberass. Dipl.-Ing. Dr. Hermann Schwegler
119 Seiten, 147 Abbildungen und 2 Tabellen S 115,—
- Heft 229 Auswirkungen des Ausbaus der österreichischen Bundesstraßen auf den Energieverzehr
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Josef R. Dorfwrith
Mag. Dr. techn. Max Herry
82 Seiten, 26 Abbildungen, 6 Tabellen und 2 Allongen S 135,—
- Heft 230 Kriechverformungen feinkörniger Böden
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Walter Schober
Dipl.-Ing. Dr. techn. Anton Sint
105 Seiten, 51 Abbildungen, 6 Tabellen und 2 Beilagen S 120,—
- Heft 231 Versuche zur Bestimmung des Mürbkornanteiles
Dr. Walter Eppenstelner
Ing. Randolf Krzemien
36 Seiten, 12 Abbildungen und 16 Tabellen S 50,—
- 1984**
- Heft 232 Kleinere Straßen für stärkeren Verkehr?
(Veröffentlichung von Vorträgen, gehalten anlässlich der Diskusstagung „Kleinere Straßen für stärkeren Verkehr?“ in Hopfgarten/ Brixental, Tirol vom 17. bis 19. März 1983)
Veranstalter: Arbeitsausschuß „Planungsgrundlagen“, Arbeitsgruppe „Planung und Verkehr“ in der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein
122 Seiten, 22 Abbildungen und 2 Tabellen S 105,—
- Heft 233 Verkehrssicherheit überbreiter Fahrbahnen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Knoflacher
91 Seiten, 66 Abbildungen und 19 Tabellen S 95,—
- Heft 234 Verwendungsmöglichkeiten von Asphalt zur Herstellung von Asphaltmischgut (Recycling)
Dir. Ing. E. Hintsteiner
Ziv.-Ing. Dr. G. Nievelt
60 Seiten, 23 Abbildungen und 19 Tabellen S 60,—
- Heft 235 Anwendung geophysikalischer Verfahren bei der geotechnischen Vorerkundung von Tunnelbauten
Univ.-Prof. Dr. Peter Steinhauser
Dipl.-Ing. Dr. Ewald Brückl
Univ.-Doz. Mag. Dr. Kay Aric
72 Seiten, 47 Abbildungen und 6 Tabellen S 80,—
- Heft 236 Überwachung der Wärmebehandlung von Brückenfertigteilen
R. Angeli H. Huber
W. Dietl A. Wiedemann
36 Seiten und 22 Abbildungen S 40,—
- Heft 237 Erarbeitung eines branchenbezogenen Index für die Preisgleitung bei Bauverträgen im Straßen- und Brückenbau
A) Straßenbau
B) Brückenbau
Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Ribitsch
74 Seiten, 8 Abbildungen und 5 Tabellen
Baukosten- und Baupreisindex im Straßen- und Brückenbau
Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Ribitsch
39 Seiten, 10 Abbildungen und 14 Tabellen S 130,—
- Heft 238 Tragverhalten von vorgespannten Kragträgern ohne Verbund
Teil 1: Experimentelle Untersuchung
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Geymayer
Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Rock
Teil 2: Theoretische Untersuchung
em. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. F. Bauer
Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Rock
98 Seiten, 9 Abbildungen, 47 Skizzen, 9 Tabellen und Anhang S 120,—
- Heft 239 Haftmechanismus Bitumen — Mineral, Entwicklung eines Haftprüfverfahrens
Dipl.-Ing. Dr. techn. Ponahlo
Ing. Ch. Lengauer
Dr. phil. A. Lanik Dipl.-Ing. J. Blaha
Dr. phil. A. Ecker Ing. A. Aldrian
Hofrat Dr. F. Grasenick Dr. P. Golob
184 Seiten, 100 Abbildungen und 85 Tabellen S 245,—
- Heft 240 Verformungsfestigkeit von Asphalten
Ermittlung im Kriechtest
Ing. F. Kronfuß Ziv.-Ing. Dr. G. Nievelt
Ing. R. Krzemien Dipl.-Ing. Peter Putz
85 Seiten, 13 Abbildungen, 4 Tabellen und 7 Anhänge S 95,—
- Heft 241 Das Geräuschverhalten des Straßenverkehrs an Steigungs- und Gefällestrecken
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. K. Rudelstorfer
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Tiefenthaler
Mitarbeiter:
Dipl.-Ing. H. Erlacher
cand.-Ing. Ch. Rankl
61 Seiten, 33 Abbildungen und 12 Tabellen S 65,—
- Heft 242 Ausbildungsformen plangleicher Knotenpunkte
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Marx
Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Norbert Müller
50 Seiten, 26 Abbildungen und 2 Tabellen S 80,—
- Heft 243 Ein Verfahren zur Prüfung der Härte von Gesteinen für den Bau verschleißfester Fahrbahndecken
Univ.-Doz. Dr. W. Eppenstelner
Ing. R. Krzemien
67 Seiten, 8 Abbildungen und 29 Tabellen S 95,—
- Heft 244 Versuche zur Wirkung der Systemanker
em. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Dr. Ing. h. c. Christian Veder
Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Lackner
Dipl.-Ing. Dr. techn. Ernst Garber
148 Seiten, 130 Abbildungen und 28 Tabellen S 180,—
- Heft 245 Internationale Emissionsmessungen in Straßentunneln
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Pischinger
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Karl Pucher
Dipl.-Ing. Dr. Hermann Schwegler
47 Seiten, 27 Abbildungen und 3 Tabellen S 65,—
- Heft 246 Regelverhalten von Straßentunnel-
lüftungen (theoretische und experimentelle Ermittlung der Führungsgrößen)
Dipl.-Ing. Karl Doiejsky
Dipl.-Ing. Walter Pokorny
93 Seiten, 3 Abbildungen, 39 Tabellen und 27 Diagramme S 115,—
- Heft 247 Gummielastische Zementdünnbeschichtung bei Tausalzschäden
M. Schmidt
F. Howanietz O. Hinterhofer
76 Seiten, 64 Abbildungen und 18 Tabellen S 90,—
- Heft 248 Neue Verfahren zur Prüfung von Spritzbetonhilfen
Prof. Ob.-Ing. Hubert Roth
Dipl.-Ing. Alfred Fleischmann
40 Seiten, 36 Abbildungen und 7 Tabellen
Stahlfaserspritzbeton
Dipl.-Ing. R. Travnicek
65 Seiten, 33 Abbildungen, 40 Bildern und 4 Tabellen S 100,—
- Heft 249 Frosttausalzbeständiger Beton durch Entspannungspartikel
Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Schwarz
59 Seiten, 35 Abbildungen und 11 Tabellen S 65,—
- Heft 250 Geotechnische Methoden als Beitrag zur Dimensionierung von Straßen
Dr. K. Augustin-Gyurits
54 Seiten, 30 Abbildungen und Anhang 1—5 S 80,—
- Heft 251 — Teil 1, Systeme von Raumgitter-Stützmauern
Erdselbts offene Raumgitter-Stützmauern
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Brandl
140 Seiten, 187 Abbildungen und 5 Tabellen S 170,—
- Heft 251 — Teil 2, Schadensfälle an Raumgitter-Stützmauern
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Brandl
150 Seiten, 213 Abbildungen und 1 Tabelle S 200,—
- Heft 252 Standsicherheit von Hohlraumbauten im Gebirge
em. o. Prof. Dr. W. Mudrak
o. Prof. DDR. H. Mang Dipl.-Ing. H. Toebich
Dr. techn. R. Beer Dipl.-Ing. P. Torzicky
Dr. techn. S. Fuld Dipl.-Ing.
Dipl.-Ing. H. Peterschneegg R. Travnicek
129 Seiten, 82 Abbildungen und 8 Tabellen S 150,—

- Heft 253 Wiederverwendung von Altasphalt
Prokurist Dipl.-Ing. Eduard Zirkler
Dipl.-Ing. Dr. Manutschehr Khazai-Moghadam
70 Seiten, 35 Abbildungen und 18 Tabellen S 110,—
- Heft 254 Untersuchungsstrecken
Rat Dipl.-Ing. Dr. Harald Augustin
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johann Litzka
95 Seiten und 32 Abbildungen S 90,—
- Heft 255 Erprobung eines Achsfasterfassungsgerätes
Im Dauereinsatz
Dipl.-Ing. Dr. techn. G. Breyer
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. K. Stöcker
Dr.-Ing. G. Steierwald Dipl.-Ing. W. Fußeis
63 Seiten, 37 Abbildungen und 2 Tabellen S 65,—
- 1985**
- Heft 256 Die Quellung von Asphalt
Oberbaurat Dipl.-Ing. Gerhard Herbst
Dir. Ing. Ernst Hintsteiner
Ing. Rudolf Krzemien
38 Seiten, 16 Abbildungen, 12 Tabellen S 70,—
- Heft 257 Verfahren zur Herstellung von frostsicheren
Kiestragschichten mit Hilfe von Bentonit
Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Waibel
77 Seiten, 57 Abbildungen, 6 Tabellen, 23 Bilder
Verwendung von Vakuumbeton im Brückenbau
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Stehno
31 Seiten, 16 Abbildungen, 10 Tabellen S 120,—
- Heft 258 Einfluß des Mürbkorngehalts auf den Ermüdungs-
widerstand von Straßenunterbeton
Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Sommer
und Dipl.-Ing. Gerhard Hartl
41 Seiten, 14 Abbildungen, 1 Tafel und 4 Tabellen
Kontaktschäden durch Auftausalze an der
Flora im Wiener Raum
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. Josef Washüttl
Dipl.-Ing. Dr. I. Steiner
H. Hafner
29 Seiten, 10 Abbildungen und 8 Tabellen S 150,—
- Heft 259 Untersuchung des Einflusses von Vergütungsmitteln
auf Formbeständigkeit und Lebensdauer von
Gußasphalt und Asphaltbeton
Weiterführung der Beobachtungen und zusätzliche
Untersuchungen
Teil I
Prokurist Dipl.-Ing. Eduard Zirkler
Dipl.-Ing. Dr. Manutschehr Khazai-Moghadam
48 Seiten, 18 Abbildungen, 18 Tabellen S 70,—
- Heft 260 Dokumentation österreichischer
Straßentunnelbauten
Baurat h.c. Dipl.-Ing. Karl Angerer
Ing. Dr. Erik Mikura
Dipl.-Ing. Otto Kührtreiber
54 Seiten, 2 Abbildungen, 15 Tabellen S 235,—
- Heft 261 Langzeitverhalten von Brücken aus Stahlbeton
Teil I: Zusammenfassung und Diskussion der
Untersuchungsergebnisse
Teil II: Teilberichte II/1 bis II/7 über die
Untersuchungen der einzelnen Brücken
o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Rupert Springenschmid
Dipl.-Ing. Andreas Volkwein
93 Seiten, 48 Abbildungen und 12 Tabellen S 110,—
- Heft 262 Entwicklung eines neuen Auftaumittels
o. Univ.-Prof. DDr. Josef Washüttl
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Kroyer
Herbert Hafner
34 Seiten, 11 Tabellen, 7 Abbildungen und
12 Farbfotos S 45,—
- Heft 263 Ökonomische Pflege von Gehölzen an Autobahnen
o. Prof. Dr. Friedrich Woess
Dipl.-Ing. Dr. Maria Nejez
55 Seiten, 36 Abbildungen S 255,—
- Heft 264 Prüfmethode für die Sanierung von
Fahrbahndecken
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Wicke
a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Stehno
48 Seiten, 37 Abbildungen, 4 Tabellen S 55,—
- Heft 265 Fahrdynamik des Fahrspurwechsels und des
Abbremsvorganges bei Baustellen, insbesondere
im Kurvenbereich
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Lugner
Dipl.-Ing. Karl-Otto Endlicher
o. Univ.-Prof. Dr. Kurt Desoyer
84 Seiten, 55 Abbildungen, 4 Tabellen S 155,—
- Heft 266 Empfehlungen für Sicherheitsmaßnahmen
gegen Brände im Straßentunnel
ILF — Ingenieurgesellschaft Lässer—Feizlmayr
38 Seiten und 6 Abbildungen
Sperrwirkung von flüssigen filmbildenden
Nachbehandlungsmitteln
Dipl.-Ing. Dr. P. Nischer
29 Seiten, 8 Abbildungen, 2 Fotos, 6 Tabellen S 80,—
- Heft 267 Einsatzgrenzen und geometrische Ausbildung
von Zusatzfahrstreifen und Dreiecksinseln
an plangleichen Knotenpunkten
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Marx
Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Norbert Müller
133 Seiten, 49 Abbildungen und 32 Tabellen S 165,—
- Heft 268 Raumwirksamkeit von Verkehrssystemen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher
Ing. Dr. H. M. Knoflacher
Dipl.-Ing. W. Gatterer S. Winkelbauer
R. Gross H. Zukal
107 Seiten, 31 Abbildungen und 2 Tabellen S 150,—
- Heft 269 Untersuchung über die Auswirkungen bei Verminderung
der Anlageverhältnisse von Anschlußstellen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Marx
Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Norbert Müller
68 Seiten, 36 Abbildungen und 27 Tabellen S 90,—
- Heft 270 Teilweise kunststoffgebundene Zement-
fertigmörtel mit MHK
Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Huber
48 Seiten, 22 Abbildungen und 18 Tabellen S 60,—
- Heft 271 Umweltverträglichkeitsuntersuchung bei
Straßenplanungen
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
K. Rudelstorfer
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
H. Tiefenthaler
76 Seiten, 1 Tabelle S 75,—
- Heft 272 Konzeption und Einsatzmöglichkeiten von
Stauwarnanlagen
o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Steierwald
Dr.-Ing. V. Stottmeister
59 Seiten, 4 Tabellen und 27 Abbildungen S 65,—
- Heft 273 Kostenanalyse für den Tunnelquerschnitt
Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ing. h.c. Franz Pacher
50 Seiten, 25 Abbildungen und 9 Tabellen S 60,—
- Heft 274 Abdichtungssysteme in ausgeführten
Tunneln
J. Wanderer, K. Schaden, E. Kurzmann,
P. Knoll, E. Pöhlmann
154 Seiten, 55 Abbildungen, 13 Tabellen S 160,—
- Heft 275 Rauchgasabsaugung bei reversiblen
Lüftungsanlagen
ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Karl Pucher
43 Seiten und 39 Abbildungen S 55,—
- Heft 276 Dickflüssiger Beton, 2. Teil
A. PORR AG.
F. Howanletz, O. Hinterhofer, F. Stöckl
54 Seiten, 25 Abbildungen und 10 Tabellen S 75,—
- Heft 277 Bestimmung des Fahrbahnabriebs durch
Spikesreifen sowie des Unfallgeschehens
in der Winterperiode 1981/82
W. Bereza-Kudrycki
55 Seiten, 39 Abbildungen und 13 Tabellen S 55,—
- Heft 278 Flugasche als Bindemittel und als Füller
im Straßenbau
Dipl.-Ing. Dr. Michael Fuchs
91 Seiten, 38 Abbildungen, 22 Tabellen S 80,—
- Heft 279 Rohdichtebestimmung für poröse
Gesteinsstoffe und Mischgut
ASekr. Ing. J. Pippich
47 Seiten, 2 Abbildungen und 50 Tabellen S 85,—

- Heft 280 Stützmauersystem „NEW“
und andere Konstruktionen nach dem
Boden-Anker-Verbundprinzip
o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Heinz Brandl
Dipl.-Ing. Dr. techn. Jörg Dalmatiner
150 Seiten, 182 Abbildungen, 5 Tabellen S 505,—**
- Heft 281 Straßenfinanzierung — Eine internationale
Übersicht
Gerold Estermann, Bernd Genser
Robert Holzmann, Christa Peuti
Alexander Van der Bellen
121 Seiten, 14 Abbildungen und 21 Tabellen S 120,—**
- Heft 282 Lärmpegelsenkung durch Flüsterasphalt
a. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Gerhard Stehno
Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Stickler
Dipl.-Ing. Johann Ertl
100 Seiten, 72 Abbildungen und 40 Tabellen S 220,—**