



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachgebiet Straßenwesen
mit Versuchsanstalt

Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Stefan Bald

Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen

Forschungsauftrag des Deutschen Asphaltinstitutes e.V.
Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller
Forschungsvereinigungen – AIF

Schlussbericht

Projektleiter:

Dr.-Ing. Stefan Böhm

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Viktor Root

in Zusammenarbeit mit

Prof. Dr.-Ing. habil. Frohmut Wellner

Dipl.-Ing. Knut Johannsen

Technische Universität Dresden

Professur für Straßenbau

Darmstadt, Oktober 2005

KURZFASSUNG	4
1 EINLEITUNG.....	6
2 WISSENSCHAFTLICHE PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSZIEL	7
2.1 Problemstellung.....	7
2.2 Forschungsziel	8
3 STAND DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK	10
3.1 Wasserdurchlässiger Asphalt.....	10
3.2 Prüfverfahren	14
3.2.1 Wasserdurchlässigkeitsprüfung von Asphalt	14
3.2.2 Druckschwellversuch	16
3.2.3 Spurbildungsversuch	17
3.2.4 Spaltzugschwellversuch	18
3.2.5 Alterung im Modelltopf	19
4 METHODIK	20
4.1 Eignungsprüfungen.....	21
4.2 Mechanische Eigenschaften.....	22
4.3 Alterungsversuche im Modelltopf.....	22
4.4 Verschmutzungsversuche im Labor	23
4.5 Aufbau im Feldversuchsstand.....	23
5 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.....	24
5.1 Baustoffe.....	24
5.1.1 Allgemeines.....	24
5.1.2 Bindemittel	25
5.1.3 Gesteinskörnungen	26
5.2 Optimierung der Asphaltgemische	26
5.2.1 Referenzgemische	26

5.2.2	Wasserdurchlässige Asphaltgemische.....	27
5.3	Wasserdurchlässigkeit der Probekörper	29
5.4	Druckschwell- und Spaltzugschwellversuche	32
5.5	Spurbildungsversuche.....	34
5.6	Alterungsversuche	34
5.7	Künstliche Verschmutzung der Probekörper im Labor	35
5.8	Untersuchungen im Feldversuchsstand	38
5.8.1	Allgemeines.....	38
5.8.2	Einbau von WDA 0/8 auf WDA 0/22 im Feldversuchsstand	39
5.8.3	Einbau des Pflasters auf WAT 0/22 im Feldversuchsstand	40
5.8.4	Künstliche Verschmutzung der Befestigung im Feldversuchsstand	40
6	AUSWERTUNG, DARSTELLUNG UND DISKUSSION DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	43
6.1	Allgemeines	43
6.2	Ergebnisse der Eignungsprüfungen	43
6.3	Wasserdurchlässigkeitsuntersuchungen	47
6.4	Alterung im Modelltopf	52
6.5	Druckschwell- und Spaltzugschwellversuche	54
6.6	Spurbildungsversuche.....	61
6.7	Versuche zum Verdichtungsverhalten im Labor	63
6.8	Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor.....	65
6.8.1	Probekörpereigenschaften	65
6.8.2	Verschmutzungsversuche im Labor	66
6.9	Ergebnisse der Untersuchungen im Feldversuchsstand	68
6.9.1	Kontrollprüfung am Mischgut.....	68
6.9.2	Kontrollprüfung am Bohrkern.....	69
6.9.3	Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Feldversuchsstand	71

7	SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE PRAXIS	76
8	ZUSAMMENFASSUNG	79
	LITERATURVERZEICHNIS	82
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	86
	TABELLENVERZEICHNIS	89

Kurzfassung

Wasserdurchlässige Befestigungen aus Asphalt werden in den derzeit gültigen Regelwerken im Zusammenhang mit versickerungsfähig ausgebildeten Verkehrsflächen behandelt. Im Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (FGSV, 1998) werden die wasserdurchlässigen Asphalte in den Sorten 0/5 bis 0/32 zur Anwendung als Deck- und Tragschichtmaterial vorgeschlagen. Die zunehmende Anwendung der wasserdurchlässigen Asphalte nach diesem Merkblatt zeigt jedoch, dass die darin beschriebenen Hinweise bezüglich Herstellung, Prüfung und Eigenschaften der Asphalte noch unzureichend sind, um einen verbreiterten Einsatz dieser Asphaltbauweise zu ermöglichen. Zur Optimierung und Weiterentwicklung der wasserdurchlässigen Asphaltbauweise wurde diese Forschungsarbeit vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über das Deutsche Asphaltinstitut e. V. (DAI), Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. gefördert und am Fachgebiet Straßenwesen mit Versuchsanstalt der TU Darmstadt in Zusammenarbeit mit der Professur für Straßenbau der TU Dresden durchgeführt.

Zum Erreichen des Forschungszieles wurden Untersuchungen im Labor und in einem Freiluftfeldversuchsstand an wasserdurchlässig konzipierten Asphalten durchgeführt. Im Rahmen der Eignungsprüfungen erfolgte zunächst eine Optimierung der Zusammensetzungen auf Grundlage des bestehenden Merkblattes für wasserdurchlässige Asphalte (WDA) 0/8 und 0/22 im Hinblick auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit. Dabei wurden neben Marshallprobekörpern auch Bohrkerne aus mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten mit Durchmessern von 100 und 150 mm untersucht. Es wurde festgestellt, dass die Wasserdurchlässigkeit von der Korngrößenverteilung maßgebend beeinflusst wird. Zudem weisen feinkörnig zusammengesetzten Asphalte im Vergleich zu Asphalt mit grobkörniger Zusammensetzung eine geringere Wasserdurchlässigkeit bei nahezu gleichem Hohlraumgehalt auf. Die Verdichtungsart der Probekörper beeinflusst die Ausbildung der Hohlraumstruktur und damit auch die Wasserdurchlässigkeit, so dass es im Vergleich zwischen Marshallprobekörpern und Bohrkernen zu voneinander deutlich abweichenden Ergebnissen kommen kann.

Das mechanische Verhalten wurde im Labor an insgesamt acht wasserdurchlässigen Mischgutvarianten mit unterschiedlichem Größtkorn vergleichend zu zwei Referenzgemischen untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass durch die Optimierung der Zusammensetzung die mechanischen Eigenschaften bei

wasserdurchlässigen Asphalten verbessert und an die Eigenschaften der konventionellen Asphalte angepasst werden können.

Mit den durchgeführten Verschmutzungsversuchen wurde untersucht, wie sich die Wasserdurchlässigkeit der im Rahmen der Eignungsprüfung optimierten Asphaltgemische infolge einer praxisorientierten Verschmutzung ändert. Dazu wurden Bohrkerne aus mit Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten mit dem Durchmesser von 150 mm der Mischgutsorten 0/8 und 0/22 untersucht. Es wurde festgestellt, dass Asphaltbefestigungen, die bezüglich der Wasserdurchlässigkeit lediglich die Mindestanforderungen erfüllen, bereits bei einer relativ geringen Schmutzmenge verstopft sind.

Durch den Einbau von wasserdurchlässigen Asphalte in einem Freiluftfeldversuchsstand konnte festgestellt werden, wie sich im Labor optimiertes und untersuchtes Mischgut bei Herstellung und Einbau verhält. Dabei wurden Befestigungen WDA 0/8 auf WDA 0/22 und wasserdurchlässiges Pflaster auf einer gemäß ZTV T-StB konzipierten wasserdurchlässigen Asphalttragschicht 0/22 im Feldversuchsstand unter Praxisbedingungen hergestellt. Bei den im Feldversuchsstand durchgeführten Verschmutzungsuntersuchungen konnte das bereits an Probekörpern im Labor festgestellte Verschmutzungsverhalten bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass eine wasserdurchlässige Asphalttragschicht (WAT 0/22) nach ZTV T-StB deutlich verschmutzungsanfälliger ist, als ein WDA 0/22. Bei Verschmutzung der Oberfläche von WDA 0/8 konnte bei den durchgeführten Untersuchungen bis zu einer Schmutzmenge von etwa 1,0 kg / m² eine relativ geringe Reduzierung des Wasserschluckvermögens festgestellt werden.

Insgesamt basieren die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit auf labortechnischen Untersuchungen der wasserdurchlässigen Mischgutsorten 0/8 und 0/22, unter definierter Auswahl der verwendeten Baustoffe. Die Übertragbarkeit der vorliegenden Ergebnisse auf weitere Mischgutsorten ist im Einzelfall zu prüfen und aufgrund eigener Erfahrung zu bewerten.

Aus den erzielten Ergebnissen konnten Empfehlungen und Hinweise für Herstellung, Einbau und Prüfung von wasserdurchlässigen Asphalten abgeleitet werden, die eine größere Anwendungssicherheit dieser Bauweisen ermöglichen. Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde somit erreicht.

1 Einleitung

Die konventionellen Befestigungen der Verkehrsflächen unterbrechen den natürlichen Wasserkreislauf infolge ihrer dichten Ausbildung und stellen somit eine Störung dar. Das anfallende Niederschlagswasser kann vor Ort nicht direkt versickern und muss deshalb durch konstruktive Maßnahmen abgeleitet werden. Die Folgen dieser „Flächenversiegelung“ sind nicht nur durch die Überlastung der Kanalsysteme und Kläranlagen besonders im kommunalen Bereich bei starken Regenereignissen deutlich zu spüren, sondern beeinflussen auch die örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse.

Mit der Entwicklung der wasserdurchlässigen Verkehrsflächen aus Asphalt in den 90er Jahren soll das anfallende Niederschlagswasser direkt dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt werden, indem der überwiegende Teil des anfallenden Niederschlagswassers von der Oberfläche durch die Befestigung bis zum Planum versickert.

Auf Grundlage der ersten Erfahrungen wurden im Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen [FGSV, AUSGABE 1998] auch bautechnische Anforderungen sowie Hinweise und Empfehlungen für Einsatzmöglichkeiten von wasserdurchlässigen Asphalten formuliert. Die zunehmende Anwendung der wasserdurchlässigen Asphalte nach diesem Merkblatt zeigt jedoch, dass die darin beschriebenen Asphalte bezüglich ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften noch offene Fragen aufweisen und deshalb einer weiteren Optimierung bedürfen. Für die Optimierung der wasserdurchlässigen Asphalte wird im Rahmen dieses Forschungsprojektes das bestehende Merkblatt [FGSV, AUSGABE 1998] als Ausgangsbasis zugrunde gelegt.

Das vorliegende Forschungsprojekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über das Deutsche Asphaltinstitut e.V. (DAI), Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) gefördert.

2 Wissenschaftliche Problemstellung und Forschungsziel

2.1 Problemstellung

Die wasserdurchlässigen Flächenbefestigungen in Asphaltbauweise werden in den derzeit gültigen Regelwerken im Zusammenhang mit versickerungsfähig ausgebildetem Oberbau behandelt. Im „Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen“ [FGSV, 1998] (in weiteren Ausführungen als MwBV abgekürzt) werden wasserdurchlässige Asphalte (WDA) erstmals in den Sorten 0/5 bis 0/32 zur Verwendung als Deck- oder Tragschicht vorgeschlagen. Daneben werden wasserdurchlässige Tragschichten in Asphaltbauweise auch nach DIN 18035, Teil 6 [BEUTH, 1992] und nach ZTV T-StB [FGSV, 1995/2002] zur Minderung der negativen Folgen der Flächenversiegelung für Verkehrsflächen mit geringer Verkehrsbelastung eingesetzt. Da die DIN 18035 für Planung und Ausführung von Freianlagen und Sportplätzen gilt, ist der Einsatz der dort aufgeführten wasserdurchlässigen Asphalttragschichten für eine mit PKW und LKW beanspruchte Verkehrsfläche sicherlich nicht sinnvoll.

Die Erfahrungen mit wasserdurchlässigen Asphalten nach dem MwBV zeigen jedoch, dass die dortigen Angaben bezüglich der Herstellung und Prüfung häufig noch unzureichend sind. Die anhand des Merkblattes konzipierten Gemische weisen zum Teil nicht die tatsächlich in der Praxis erforderliche Wasserdurchlässigkeit auf. Für eine wasserdurchlässige Asphalttragschicht nach ZTV T-StB liegen bisher bei Auftraggebern und Auftragnehmer sowie Prüfinstitutionen nur vereinzelt Erfahrungen vor. Systematische Untersuchungen wurden bislang nicht dokumentiert.

Inzwischen existieren in der Fachliteratur Hinweise, dass der für eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit notwendige Hohlraumgehalt abhängig vom Größtkorn unterschiedlich hoch ist [RADENBERG, 2002]. Da dies im MwBV nicht berücksichtigt ist, muss davon ausgegangen werden, dass die bisher bestehenden Hinweise für den praktischen Einsatz zu wenig differenziert sind. Es ist daher zu befürchten, dass ohne systematische Untersuchungen und einer weiteren Optimierung die Verwendung der wasserdurchlässigen Asphalte auf einzelne Anwendungsfälle beschränkt bleiben muss.

Des Weiteren wurden die Auswirkungen des erforderlichen hohen Hohlraumgehaltes und der offenporigen Struktur auf die Eigenschaften, insbesondere im Hinblick auf das mechanische Verhalten und das Alterungsverhalten der wasserdurchlässigen Asphaltbefestigungen, bisher nicht

geklärt. So fehlen im MwbV klare und abgesicherte Aussagen über die Verformungsbeständigkeit, das Alterungsverhalten und den Widerstand gegen Rissbildung der wasserdurchlässigen Asphalte.

Je nach Anwendungsfall wird im technischen Regelwerk und in den Ausschreibungen zunehmend auch für Asphalttragschichten (ATS) nach ZTV T-StB der Nachweis einer bestimmten Wasserdurchlässigkeit gefordert. So sind nicht nur Asphalttragschichten unter einer wasserdurchlässigen Pflasterdecke, sondern nach ZTV P-StB [FGSV, AUSGABE 2000] auch Asphalttragschichten unter konventioneller Pflasterdecke wasserdurchlässig zu konzipieren. Das Technische Regelwerk gibt jedoch keine differenzierten Hinweise über die Zusammensetzung und die Eigenschaften einer solchen Asphalttragschicht.

2.2 Forschungsziel

Eine detaillierte Optimierung der wasserdurchlässigen Asphalte auf der Grundlage labortechnischer Untersuchungen liegt bisher nicht vor. Deshalb können auch keine konkreten Aussagen über die optimale Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften der wasserdurchlässig konzipierten Asphalte getroffen werden. Durch die Optimierung und eine Weiterentwicklung der wasserdurchlässigen Asphaltbauweisen können Schadensfälle vermieden und damit eine größere Anwendungssicherheit der Bauweisen geschaffen werden.

Ziel der Forschungsarbeit ist es, die Zusammensetzung von wasserdurchlässigen Asphaltanhand des Merkblattes [FGSV, AUSGABE 1998] zu überprüfen und im Hinblick auf die ausreichende Wasserdurchlässigkeit zu optimieren.

Des Weiteren soll das mechanische Verhalten im Hinblick auf die Wärmestandfestigkeit und den Risswiderstand beim wasserdurchlässigen Asphalt untersucht werden. Es soll geklärt werden, welche mechanischen Eigenschaften beim WDA im Vergleich zum herkömmlichen Asphalt zu erwarten sind.

Ferner sollen die Alterungsbeständigkeit und das Verschmutzungsverhalten von wasserdurchlässig konzipierten Asphaltan im Labor näher untersucht werden. Dabei ist zu erforschen, inwieweit eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit dauerhaft erhalten bleibt und wie sich die Eigenschaften des verwendeten Bindemittels unter simulierter Alterung im Labor verändern.

Wie bei allen wasserdurchlässigen Verkehrsflächen ist bei WDA zu erwarten, dass die Wasserdurchlässigkeit mit zunehmender Nutzungsdauer abnimmt. Dies ist überwiegend auf die anfallende Verschmutzung der Befestigung zurückzuführen. Durch praxisgerechten Einbau von wasserdurchlässigem Asphalt in einem Feldversuchstand im Maßstab 1:1 soll geklärt werden, wie sich im Labor optimiertes

und untersuchtes Mischgut bei Herstellung und Einbau verhält und wie sich die Wasserdurchlässigkeit infolge der praxisnahen Verschmutzung ändert.

Schließlich sollen Hinweise und Empfehlungen für die Herstellung, den Einbau sowie Prüfung von wasserdurchlässig konzipierten Asphalten erarbeitet und, wenn möglich, Vorschläge für die Anforderungen formuliert werden.

3 Stand der Wissenschaft und Technik

3.1 Wasserdurchlässiger Asphalt

Die Funktionsfähigkeit der wasserdurchlässigen Asphalttschichten setzt voraus, dass diese ausreichend wasserdurchlässig und standfest sind. So wird im Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen [FGSV, 1998] für die Wasserdurchlässigkeit des Asphaltoberbaus ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von mindestens $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s gefordert. Dieser Wert resultiert aus einer Bemessungsregenspende von 270 l/(s*ha) und soll ggf. an die Höhe der örtlichen Niederschläge angepasst werden.

Für den Bau der Verkehrsflächen aus wasserdurchlässigem Asphalt werden die ZTV Asphalt-StB, die ZTV T-StB, das Merkblatt für den Bau von offenporigen Asphaltdeckschichten [FGSV, 1998] sowie das Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen zugrunde gelegt. Ähnlich wie offenporige Asphaltdeckschichten besitzen wasserdurchlässige Asphalte einen hohen Splittanteil mit einer Dominanz der größten Körnung, der bei der Mischgutkonzeption zu Lasten von Sand- und Füllerfraktion ausfällt. Die gegenseitig abstützenden Körner bilden im verdichteten Asphaltmischgut ein Hohlräumssystem, bei dem die einzelnen Hohlräume weitgehend untereinander verbunden sind und so eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der gesamten Asphalttschicht gewährleisten.

In der Literatur sind Hinweise darüber zu entnehmen, dass die Wasserdurchlässigkeit der Asphalttschicht nicht nur vom Hohlraumgehalt, sondern auch von der zufälligen Verteilung der einzelnen Hohlräume in der Schicht beeinflusst wird. LIN [1993] führt in seiner Arbeit drei unterschiedliche Arten von Hohlraumverteilungen im verdichteten Asphaltkörper auf. Die Wasserdurchlässigkeit der Asphalttschicht wird im Wesentlichen durch die Verteilung der zusammenhängenden Hohlräumen bestimmt. Durch die vorhandenen Sickerkanäle sickert das eindringende Oberflächenwasser innerhalb des verdichteten Asphaltkörpers in die unterliegenden Schichten. Hohlräume, die sich nur im Oberflächenbereich des verdichteten Asphaltkörpers befinden, jedoch mit weiteren Hohlräumen keine Verbindung haben, sind für die Versickerungsfähigkeit der Asphalttschicht wirkungslos. Dennoch können diese als Speicherraum für das Oberflächenwasser genutzt werden und somit einen geringeren Abflussbeiwert bewirken. Die eingeschlossenen Hohlräume im Inneren des verdichteten Asphaltkörpers gehen bei der Bestimmung des Hohlraumgehaltes ein, haben jedoch auf die Wasserdurchlässigkeit keinen Einfluss. Die Abbildung 3.1 zeigt eine schematische Darstellung der drei unterschiedlichen Arten von Hohlraumverteilungen.

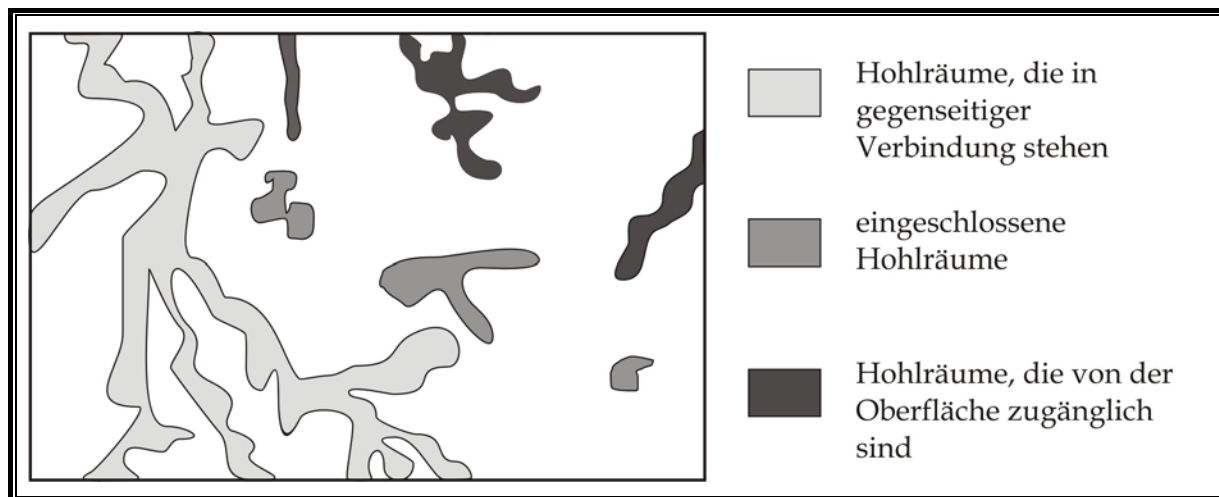


Abbildung 3.1 Schematische Darstellung unterschiedlicher Hohlräumarten

Mit dem Eindringen des Niederschlagswassers wird auch der Straßenschmutz in die offenporige Struktur der Asphaltbefestigung eingetragen. So berichtet BORGWARDT [2001], dass das Verstopfen der für die Wasserbewegung notwendigen Poren besonders im oberen Bereich der Deckschicht infolge nutzungsbedingten Eintrages von mineralischen und organischen Schmutzpartikeln zu einer Abnahme der Versickerungsleistung der Verkehrsflächen führt. Diese Abminderung der Versickerungsleistung im Laufe der Liegezeit ist nach RADENBERG [2002] bei dem o.g. Grenzwert für die Wasserdurchlässigkeit der Asphaltbefestigung nicht berücksichtigt. Aufgrund der Reduzierung des Versickerungsvermögens im Laufe der Nutzungsdauer sollte daher der Asphalt-oberbau im Neuzustand eine deutlich höhere Wasserdurchlässigkeit aufweisen als die im Merkblatt MwBV aufgeführte Mindestanforderung von $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Die bisher veröffentlichten Ergebnisse zeigen beim Asphalt einen deutlichen Einfluss der verwendeten Größtkörnung auf die Wasserdurchlässigkeit. Anhand der durchgeführten Laboruntersuchungen wurde festgestellt, dass die Wasserdurchlässigkeit von der Mischgutsorte und damit auch von der Größe der vorhandenen Hohlräume abhängt. So erfüllen beispielsweise die Probekörper aus WDA 0/22 bereits bei einem Hohlraumgehalt von ca. 15 Vol.- % die o.g. Mindestanforderung an die Wasserdurchlässigkeit. Beim WDA 0/8 wird diese Anforderung erst bei einem Hohlraumgehalt von ca. 18 Vol.- % eingehalten. Aufgrund der nutzungsbedingten Verschmutzung der Verkehrsfläche reicht ein Hohlraumgehalt, bei dem die Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit gerade noch erfüllt werden, für eine dauerhaft ausreichende Versickerung sicherlich nicht aus. Systematische Untersuchungen über den Einfluss der Verschmutzung einer Verkehrsfläche auf die Wasserdurchlässigkeit des vorhandenen Asphaltbelages liegen jedoch noch nicht vor [BÖHM, ROOT; 2004].

Im Gegensatz zu den offenporigen Asphalten werden wasserdurchlässige Asphalte überwiegend auf Verkehrsflächen mit langsam fahrendem Verkehr eingesetzt. Daher fehlt der s.g. Selbstreinigungseffekt, der durch die überrollende Fahrzeugräder bei hohen Geschwindigkeiten entsteht. Auf Straßen, die mit höheren Geschwindigkeiten befahren werden, kommt dieser Effekt zum Vorschein. Besonders die Bereiche der Rollspur, berichtet HALFMANN [1996], weisen zum Teil eine gute und langfristige Wasserdurchlässigkeit auf.

Beim Eintrag von Schmutzstoffen in den wasserdurchlässigen Asphaltüberbau wird zwischen dem mit Schmutz belasteten Niederschlagswasser und einer nachträglichen, nutzungsbedingten Verschmutzung des Oberflächenwassers unterschieden. Im Hinblick auf eine dauerhaft ausreichende Wasserdurchlässigkeit des Oberbaus ist vor allem die nutzungsbedingte Verschmutzung von Bedeutung. Die festen Feinpartikel gelangen mit dem Niederschlagswasser in die wasserdurchlässige Asphaltbefestigung und setzen sich in den Hohlräumen ab. Der Eintrag von Schmutzstoffen in die wasserdurchlässige Befestigung ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Der nutzungsbedingte Eintrag von mineralischen und organischen Feinteilen bewirkt nicht nur eine Abnahme der Versickerungsleistung der Verkehrsfläche, sondern stellt auch ein Risiko der Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser dar. Um diese Gefahr zu minimieren, sind wasserdurchlässige Verkehrsflächen nach Merkblatt MwbV nur bei geringer Verschmutzung des Niederschlagswassers (Bauklassen V und VI) vorgesehen. Die Untersuchungen von MARMIER [2000] zeigen jedoch, dass bei einer zweischichtigen, wasserdurchlässigen Bauweise ein Vorreinigungseffekt des verschmutzten Niederschlagswassers in der oberen Dränschicht stattfindet. Insbesondere Schwermetalle wie Blei werden im oberen Bereich der Deckschicht zurückgehalten und gefährden somit das Grundwasser nicht.

Die Langzeituntersuchungen zum Verhalten der hohlraumreichen Asphalte unter Verkehr der ETH Zürich [KÖSTER, 1990] zeigen gute Erfahrungen beim Einsatz dieser Beläge auf Autobahnen und Schnellstraßen. Im Innerortsbereich wurden weniger positive Erfahrungen gemacht. Hier treten aufgrund starker Verschmutzungen der Verkehrswege deutlich schnellere Durchlässigkeitsverluste auf. Im innerstädtischen Bereich ist die Verschmutzungsgefahr sehr hoch. Diese kann durch hohen Baustellenverkehr, vermehrte Unfälle und winterliche Streumaßnahmen mit Splitt und Sand begründet werden. In solchen Gebieten wird die Anwendung von wasserdurchlässigen Bauweisen aufgrund des erhöhten Reinigungsaufwandes als ökonomisch nicht sinnvoll angesehen.

Zusätzlich zur Verschmutzung und daraus resultierender Verstopfungsgefahr besteht bei wasserdurchlässigen Befestigungen aus Asphalt noch die Gefahr einer

vorzeitigen Alterung durch erhöhten Oberflächenabrieb und Kornausbruch aus dem Gefüge. Um die ursprünglichen Eigenschaften der wasserdurchlässigen bzw. offenporigen Asphalte langfristig zu erhalten, wurden hinsichtlich der Mischgutoptimierung und Prüfung im Labor verschiedene Techniken entwickelt. PARTL [2000] beschreibt, dass durch die Optimierung des Mineralstoffgerüsts im Hinblick auf den Hohlraumgehalt bei einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit eine Verlängerung der Lebensdauer in der Praxis erreicht werden kann. Durch die Bestimmung der Spaltzugfestigkeit im Labor konnte festgestellt werden, dass ein kompakteres Mineralstoffgerüst sich positiv auf den Risswiderstand bei tiefen Temperaturen auswirkt.

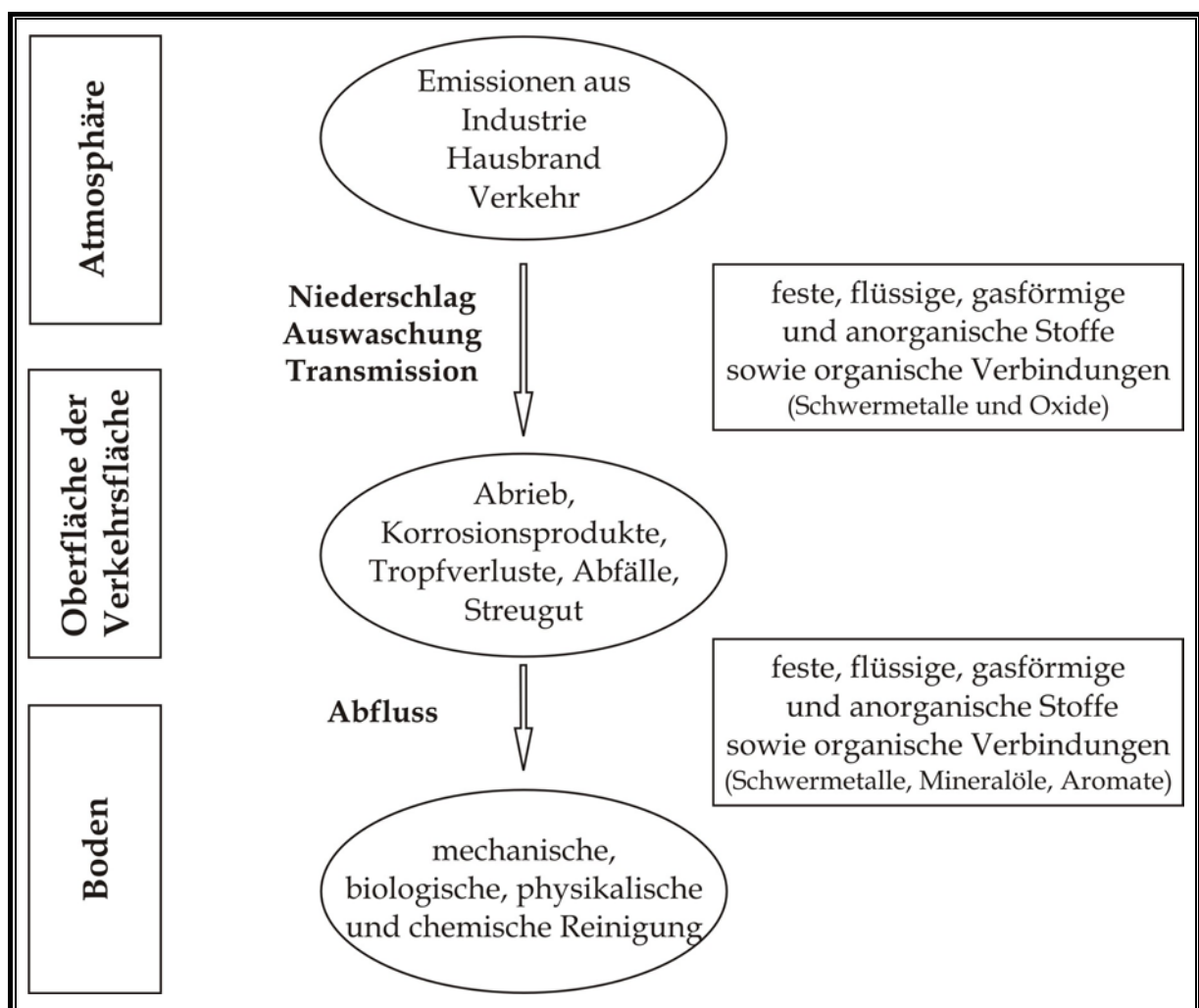


Abbildung 3.2 Eintrag von Schmutzstoffen über das Niederschlagswasser [BORGWARDT, 2000]

3.2 Prüfverfahren

3.2.1 Wasserdurchlässigkeitsprüfung von Asphalt

Das bereits im Kapitel 2.1 erwähnte Merkblatt schreibt die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit im Rahmen der Eignungsprüfung nach DIN 18130, Teil 1 mit festgelegten Ergänzungen vor. Diese Versuchsanordnung wurde jedoch für die Untersuchungen von Boden entwickelt und ist nur für Probekörper mit einer Durchlässigkeit von $k_f < 10^{-5}$ m/s geeignet [BEUTH, 1998]. Somit ist diese Versuchsanordnung für eine hohe Wasserdurchlässigkeit von Asphaltprobekörpern nicht sinnvoll.

Die DIN 18035, Teil 6 beschreibt ein weiteres Verfahren zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit von Probekörpern im Labor. Bei diesem Verfahren wird ein zylindrischer Probekörper in ein Standrohr eingesetzt und mit einer abfallenden Wassersäule belastet. Dabei steht das Standrohr in einem mit Wasser gefüllten Behälter. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe wird das Wasser aus dem Behälter durch den eingespannten Körper in das Standrohr bis zu einem vorgesehenen Füllstand gesaugt. Nach Abschalten der Vakuumpumpe sinkt der Wasserstand im Rohr ab. Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit des Probekörpers wird die Absinkzeit des Wasserspiegels zwischen zwei Messmarken an der Standrohrwand gemessen. Der Wasserschluckwert k_f^* wird mit der folgenden Gleichung (1) berechnet. Eine Prinzipskizze der Prüfapparatur ist in der Abbildung 3.3 dargestellt.

$$k_f^* = \frac{F_o \cdot s}{F_u \cdot t_E} \cdot \lg\left(\frac{h_2}{h_1}\right) \quad (1)$$

k_f^*	Wasserschluckwert [cm/s]
F_o	Querschnittsfläche des Standrohres [cm ²]
F_u	Querschnittsfläche der Probe [cm ²]
s	Dicke der Probe [cm]
t_E	Absinkzeit zwischen zwei Messmarken [s]
h_2	Abstand zwischen Anfangsmesspunkt und Wasserstand [cm]
h_1	Abstand zwischen Endmesspunkt und Wasserstand [cm]

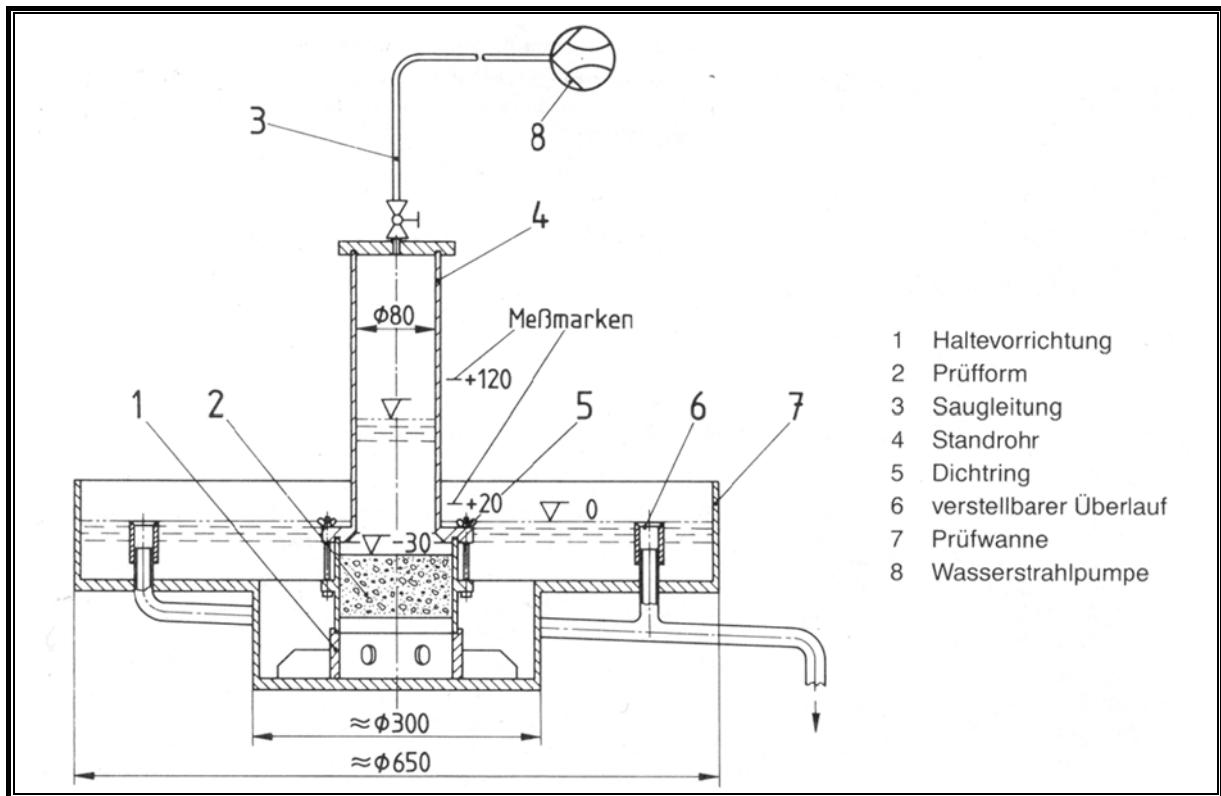


Abbildung 3.3 Versuchsaufbau zur Bestimmung des Wasserschluckwertes mit veränderlichem hydraulischem Gefälle nach DIN 18035-6, [1992]

Die Europäische Norm DIN EN 12697-19 [BEUTH, 2004] beschreibt ein Prüfverfahren zur Bestimmung der vertikalen und horizontalen Wasserdurchlässigkeit an zylindrischen Probekörpern aus offenporigem Asphalt. Es können Bohrkern aus der Straße oder aus den im Laboratorium hergestellten Asphaltplatten verwendet werden.

Bei dieser Prüfung wird eine Wassersäule mit einer konstanten Höhe von 300 mm auf einen zylindrischen Probekörper aufgebracht. Der Probekörper wird entweder in vertikaler oder horizontaler Richtung für eine definierte Dauer durchströmt. Dabei werden die Zeit und die Durchflussmenge Q gemessen. Die Prüfung wird bei Raumtemperatur durchgeführt. Eine Prinzipskizze der Prüfapparatur ist in der Abbildung 3.4 dargestellt.

Bei wasserdurchlässigen Asphalten spielt die Durchlässigkeit der Probekörper in horizontaler Richtung eine untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund wird im Rahmen der Untersuchungen bei der Optimierung der Asphalte nur die Wasserdurchlässigkeit der Probekörper in vertikaler Richtung bestimmt. Aus der ermittelten Durchflussmenge wird die vertikale Durchlässigkeit der Probekörper mit folgender Gleichung berechnet:

$$k_V = \frac{4 \cdot Q_V \cdot l}{h \cdot \Pi \cdot D^2} \quad (2)$$

mit :

- k_V vertikale Durchlässigkeit $\left[\frac{m}{s}\right]$
- Q_V vertikale Durchflussmenge $\left[\frac{m^3}{s}\right]$
- l Höhe des Probekörpers $[m]$
- h aktuelle Höhe der Wassersäule $[m]$
- D Durchmesser des Probekörpers $[m]$

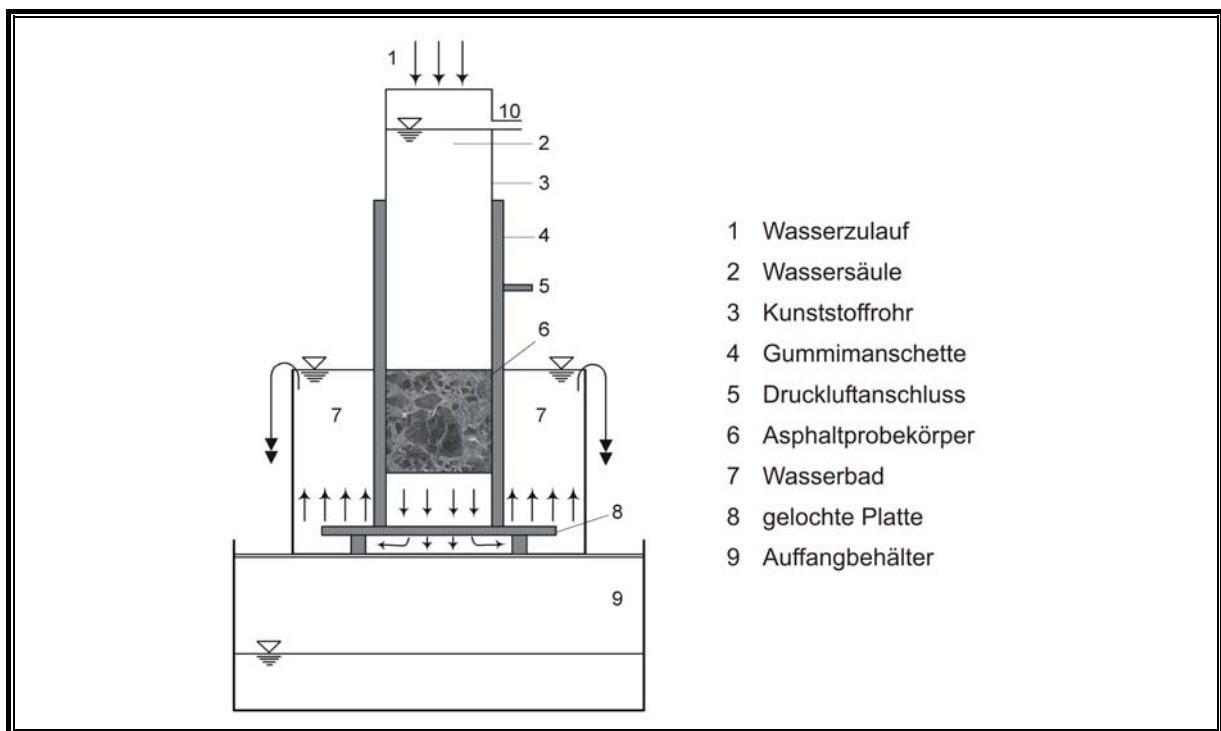


Abbildung 3.4: Prinzipskizze der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12696, Teil 19 [BEUTH, 2004]

3.2.2 Druckschwellversuch

Der Druckschwellversuch wird in Deutschland nach der TP A-StB, Teil: Einaxialer Druckschwellversuch – Bestimmung des Verformungsverhaltens von Walzasphalten bei Wärme [FGSV, 1999], durchgeführt. Die Technische Prüfvorschrift beschreibt ein Verfahren, mit dem das Verformungsverhalten von Walzasphalten bei hohen Gebrauchstemperaturen unter dynamischer Beanspruchung angesprochen werden kann. Die Belastung der zylindrischen Probekörper erfolgt bei einer Prüftemperatur von 50°C mit einer über die Grundfläche des Probekörpers gleichmäßig verteilten haversine-impulsförmige Druckschwellbelastung. Während des Versuches werden

für jeden Belastungszyklus die sich am Probekörper einstellenden bleibenden (irreversiblen) Verformungen in Belastungsrichtung erfasst und ausgewertet.

Die graphische Darstellung der irreversiblen Verformung des Probekörpers in Abhängigkeit von der Anzahl der Lastimpulse ergibt eine sogenannte „Impulskriechkurve“. Diese Impulskriechkurve bildet die Grundlage der Auswertung des Druckschwellversuches.

Die Beurteilung des Verformungsverhaltens von Asphalten erfolgt anhand der drei im Wendepunkt der ermittelten Impulskriechkurve bestimmten Parameter. Diese drei Parameter (n_w = Lastimpulszahl im Wendepunkt; ε_w = Dehnung im Wendepunkt; ε_w^* = Dehnungsrate im Wendepunkt) stellen die charakteristischen Merkmalsgrößen für den jeweils untersuchten Asphalt zur Beurteilung seiner Standfestigkeit dar.

Nach der Technischen Prüfvorschrift TP A-StB [1999] liegen bisher positive Erfahrungen für Splittmastixasphalt sowie nach dem Betonprinzip zusammengesetzte Asphalte vor. Die Untersuchungen des Verformungswiderstandes bei offenporigen Asphaltdeckschichten haben gezeigt, dass mit den Ergebnissen des Druckschwellversuches auf die Verformungseigenschaften dieses Asphaltes nicht geschlossen werden kann [RENKEN, 1999]. Dies wird damit begründet, dass im Vergleich zu konventionellem Asphaltmischgut beim offenporigen Asphalt nach Durchführung der Prüfung deutlich größere Verformungswerte festgestellt wurden. Diese Feststellung ist sofern widersprüchlich, weil aus der Praxis bekannt ist, dass offenporiger Asphalt in der Regel verformungsbeständiger ist als Asphaltbeton und Splittmastixasphalt. Für die Prüfung von wasserdurchlässigen Asphalten liegen bisher keine Erfahrungen vor. Aufgrund vorhandener Unterschiede zwischen offenporigem und wasserdurchlässigem Asphalt in der Mischgutkonzeption scheint der Einsatz des Druckschwellversuchs beim WDA sinnvoll zu sein.

3.2.3 Spurbildungsversuch

Nach den Technischen Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau TP A-StB Teil: Spurbildungsversuch [FGSV, 1997] wird das Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen die Verformung angewendet. Beim Spurbildungsversuch nach TP A-StB werden zwei Asphaltprobepplatten gleichzeitig durch jeweils ein hin und her rollendes Stahlrad wiederholt belastet. Dabei werden die Probepplatten in einem Stahlrahmen eingespannt und während der gesamten Prüfdauer bei 50°C im Wasserbad temperiert.

Die sich infolge der Belastung einstellende Spurrinntiefe wird erfasst und als Mittelwert aus mehreren Einzelwerten abhängig von der Anzahl der Überrollungen für jede Probepplatte aufgezeichnet. Als Ergebnis des Spurbildungsversuches wird die

mittlere Spurrinnentiefe von zwei geprüften Probeplatten nach 20.000 Überrollungen angegeben.

Derzeit liegen Prüferfahrungen für Gussasphalt, Splittmastixasphalt und nach dem Betonprinzip zusammengesetzte Asphalte bis zum Größtkorn von 22 mm vor. Allerdings werden unter den in der TP A-StB genannten Prüfbedingungen (Stahlrad im Wasserbad) vorzugsweise die Asphaltbinder untersucht.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens FE 07.180/1997 [GAUER, HÄUSINGER] erfolgte eine Optimierung der Prüfbedingungen. Dabei wurden Spurbildungsversuche an konventionellen Asphalten mit unterschiedlichem Verformungsverhalten unter Variation der Prüfbedingungen durchgeführt. Aus den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen konnte der Schluss gezogen werden, dass mit den Prüfbedingungen „50°C-Wasserbad und Vollgummirad“ sowie „50°C- Luft und Vollgummirad“ eine praxisnahe Beurteilung der Verformungseigenschaften von Asphalten möglich ist.

3.2.4 Spaltzugschwellversuch

Das Ermüdungsverhalten von Asphalt kann mit Hilfe von lastgeregelten Schwellversuchen praxisgerecht angesprochen werden [ARAND, 1993]. Beim Spaltzugschwellversuch entsteht im Probekörper, infolge einer axialen kraftgeregelten Schwellbelastung, ein zweiaxialer Spannungszustand aus dem bei der Einhaltung bestimmter Prüfbedingungen ein Zugbruch resultiert. Als Versagenskriterien für die Beurteilung des Widerstandes gegen Rissbildung sind der Beginn der Bruchphase und der Bruchzustand maßgebend [GRÄTZ, 1998].

Bei Ansprache des Widerstandes gegen Rissbildung werden zylindrische Probekörper mittels zwei gegeneinander gerichteter Flächenlasten auf der zur Probekörperlängsachse parallel verlaufenden Mantelfläche belastet. Zur Reduzierung der hohen Druckspannungen an den Belastungsstellen erfolgt die Lasteinleitung beim Spaltzugschwellversuch über zwei Lastverteilungstreifen. Für die Untersuchung können zylindrische Probekörper mit einem Durchmesser von 100 mm oder 150 mm verwendet werden. Um den Zustand eines Zugbruches im Probekörper zu erreichen, werden die Spaltzugschwellversuche abhängig von der Asphaltart bei einer Prüftemperatur von 10°C oder 20°C durchgeführt.

Die infolge der Schwellbelastung resultierenden axialen und horizontalen Verformungen werden in Abhängigkeit von der Anzahl der Lastspiele gemessen. Der reversible und irreversible Anteil der Verformungen wird jeweils getrennt (obere und untere Hüllkurve) aufgezeichnet. Die untere Hüllkurve der Axial- und der Querverformung wird jeweils als Impulskriechkurve bezeichnet. Diese Impulskurven bilden die Grundlage der Auswertung des Spaltzugschwellversuches.

Zur Beurteilung des Widerstandes von Asphalt gegen Rissbildung ist die Querdehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve die maßgebende Kenngröße.

3.2.5 Alterung im Modelltopf

Das Verfahren zur Prognostizierung des Alterungsverhaltens von Bitumen im Labor wurde erstmalig im Jahre 1987 von POTSCHKA und TAPPERT im Rahmen einer Forschungsarbeit angewendet. Die Untersuchungen mit bitumenumhülltem Splitt haben gezeigt, dass im „Modelltopf“ wegen den dünnen Bindemittelfilmen eine wesentlich höhere Beanspruchung gegenüber dem DIN-Verfahren (rotierender Glaskolben) stattfindet. Auch die Ergebnisse der Forschungsarbeit von RADENBERG und LOUIS zeigen, dass im „Modelltopf“ eine bessere Simulation der praxisrelevanten Wechselwirkungen zwischen dem Gestein und dem Bindemittel erreicht werden kann, als im rotierenden Glaskolben nach DIN 52016. Aufgrund mehrerer Einflussfaktoren konnte jedoch bei den durchgeführten Untersuchungen kein direkter Zusammenhang zwischen der Prognosealterung und der tatsächlichen Bindemittelalterung in der Praxis hergestellt werden.

Die Prüfapparatur besteht aus einem elektrisch beheizten und von außen wärmeisolierten Gefäß. Im unteren Teil des Gefäßes befindet sich eine gelochte Blechplatte auf der die Probe bei der Untersuchung gelagert wird. Unter dieser Platte befindet sich eine Vorheizkammer, in die über einen Anschluss synthetische Luft eingeleitet wird. Die bereits in der Vorwärmekammer erhitzte Luft durchströmt durch die gelochte Blechplatte das Probenmaterial. Im Rahmen einer Forschungsarbeit wurden von RADENBERG und LOUIS [1999] folgende Versuchsbedingungen zur Alterungsprognose mit dem „Modelltopfverfahren“ festgelegt:

- Probe: ca. 3000 g Splitt (8/11), umhüllt mit ca. 1,5 M.- % des zu prüfenden Bitumens
- Prüfmittel: 500 ml/min synt. Luft oder Stickstoff (oxidative / destillative Alterung)
- Dauer: 60 min
- Temperatur: 140 °C

Die Temperatur wird in der Mitte und im Randbereich der Probe erfasst. Eine Prinzipskizze der Prüfapparatur ist in der Abbildung 3.5 dargestellt. Ob diese Prüfbedingungen auf die Probekörper aus WDA anwendbar sind, musste im Rahmen von Voruntersuchungen geklärt werden.

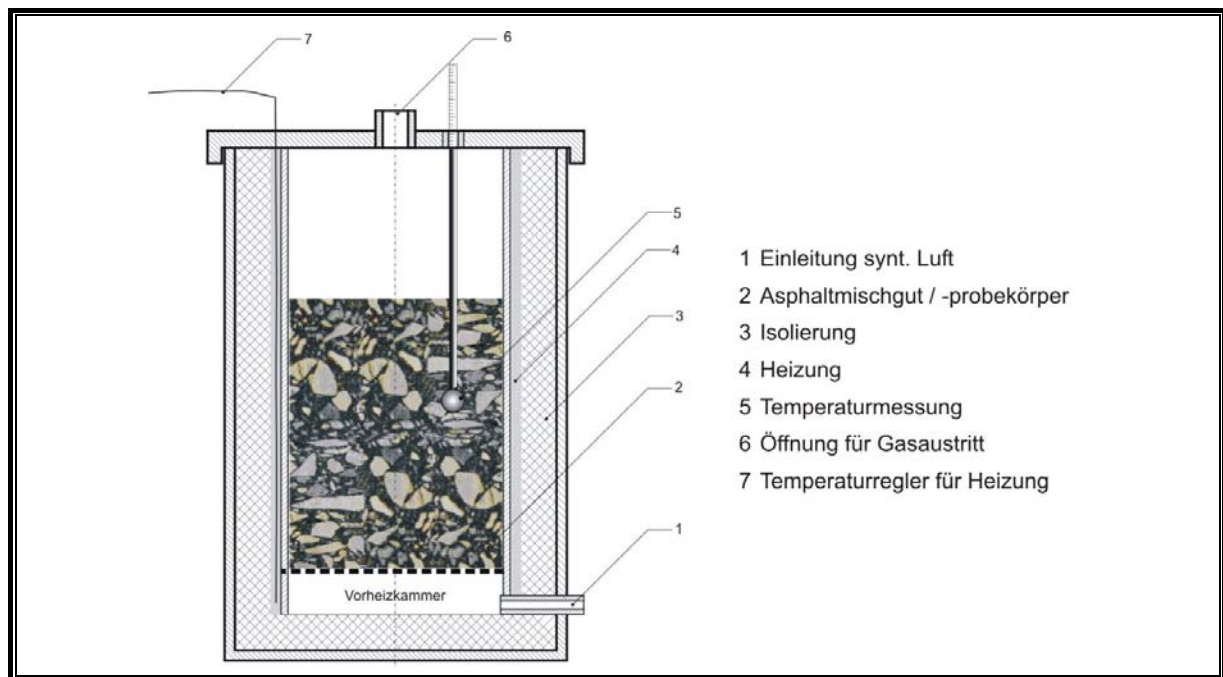


Abbildung 3.5 : Prinzipskizze „Modelltopf“

4 Methodik

In einem von zwei Forschungsstellen gemeinsam formulierten Forschungsvorhaben unter der Federführung der Technischen Universität Darmstadt wurde die im Kapitel 2.1 formulierte Problemstellung wissenschaftlich untersucht. Das Vorhaben wurde dabei durch die beiden Forschungsstellen

- 1) Fachgebiet Straßenwesen mit Versuchsanstalt der Technischen Universität Darmstadt
und
- 2) Fakultät Bauingenieurwesen, Professur für Straßenbau der Technischen Universität Dresden

gemeinsam bearbeitet.

Die im Kapitel 2.2 geschilderte Zielsetzung des Forschungsvorhabens wurde in den folgenden fünf Hauptschritten verfolgt. Die Abbildung 4.1 gibt einen Gesamtüberblick über den durchgeführten Untersuchungsumfang.

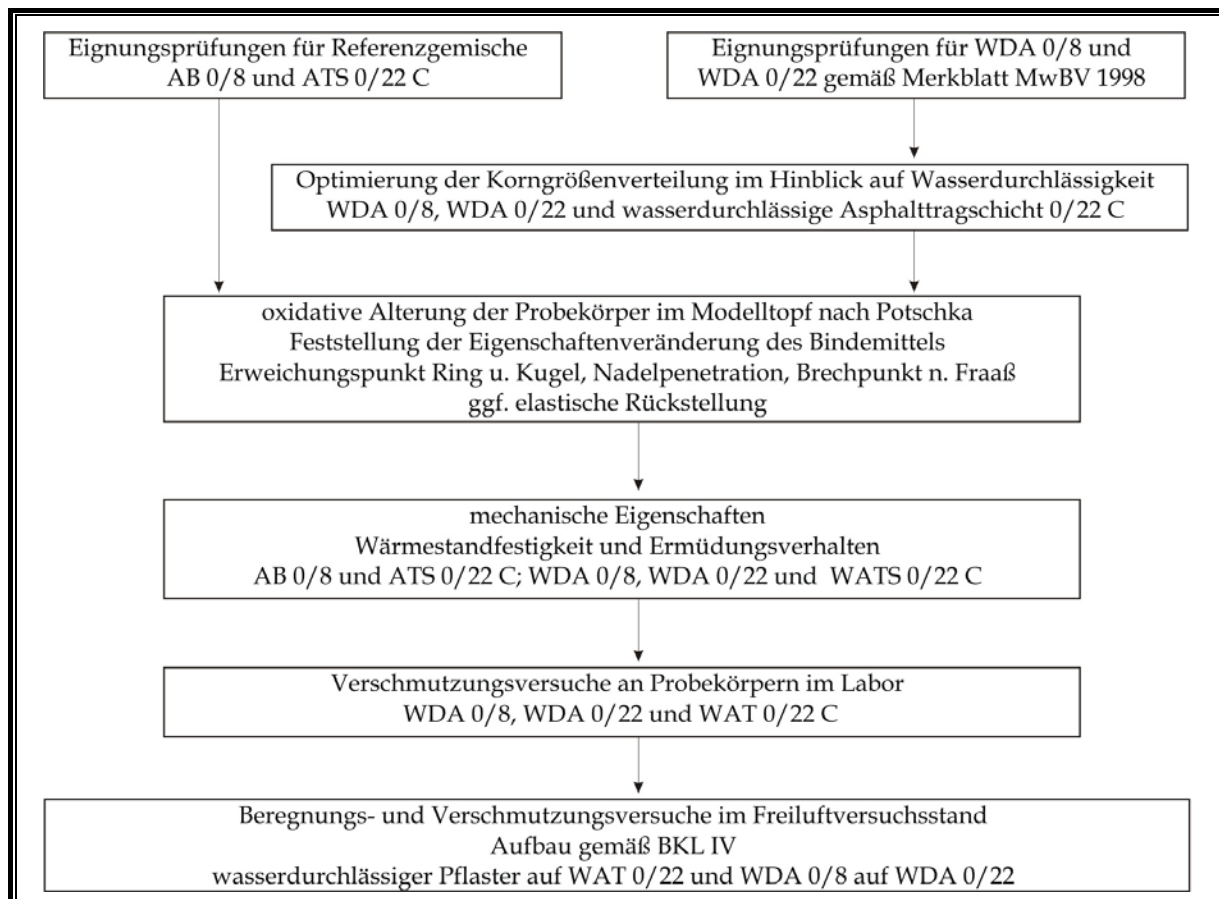


Abbildung 4.1: Schematische Darstellung des Untersuchungsumfangs

4.1 Eignungsprüfungen

Für den Vergleich der mechanischen Eigenschaften des wasserdurchlässigen Asphaltes mit den herkömmlichen Asphaltgemischen wurden zunächst Eignungsprüfungen für Asphaltbeton 0/8 und Asphalttragschicht 0/22 C durchgeführt. Nach Erstellung der Rezeptur für diese Referenzgemische wurden die Eignungsprüfungen für wasserdurchlässige Asphaltgemische WDA 0/8 und WDA 0/22 sowie für wasserdurchlässige Asphalttragschicht ATS 0/22 durchgeführt.

Die Eignungsprüfungen für WDA 0/8 und WDA 0/22 erfolgten zunächst nach den Vorgaben des vorliegenden Merkblattes MwBV [FGSV, 1998]. Hier wurden für jede Mischgutsorte drei verschiedene Sieblinien und drei verschiedene Bindemittelgehalte variiert. Nach Überprüfung des im Merkblatt MwBV vorgeschriebenen Sieblinienbereichs im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit der hergestellten Asphaltgemische folgte eine Optimierung der Zusammensetzung der wasserdurchlässigen Asphaltes (WDA 0/8 und WDA 0/22). Diese wurden im Rahmen der Eignungsprüfungen so zusammengesetzt, dass Asphaltes entstehen, die bei einer anforderungsgemäßen Wasserdurchlässigkeit möglichst geringe

Hohlraumgehalte aufweisen. Dabei wurden die Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit dem o.g. Merkblatt MwBV entnommen.

Für die weiteren Untersuchungen waren neben dem jeweils optimierten Asphaltgemisch zwei weitere Gemische von jeder Asphaltart (WDA 0/8 und WDA 0/22) zu konzipieren.

Die Eignungsprüfung für die wasserdurchlässige Asphalttragschicht 0/22 wurde gemäß den Vorgaben der ZTV T-StB konzipiert. Dabei wurde die Rezeptur des Asphaltgemisches so eingestellt, dass die Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit gemäß Merkblatt MwBV [FGSV, 1998] eingehalten werden.

4.2 Mechanische Eigenschaften

Bis heute ist noch offen, wie die Wärmestandfestigkeit wasserdurchlässiger Asphalte im Labor angesprochen werden kann. Für die konventionellen Asphalte werden der einaxiale Druckschwellversuch, der Spurbildungsversuch, der dynamische Stempelindringversuch und der dynamische Triaxialversuch mit seitlichem Stützdruck angewendet. Im Rahmen von Voruntersuchungen für diese Forschungsarbeit wurde zunächst geprüft, ob die Verformungseigenschaften von wasserdurchlässigen Asphalten neben dem Druckschwellversuch auch mit dem Spurbildungsversuch differenziert angesprochen werden können.

Das Verhalten der wasserdurchlässigen Asphalte bei tieferen Temperaturen sowie die Ermüdungsbeständigkeit wurden mit dem Spaltzugschwellversuch angesprochen.

Die Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften erfolgten an Asphaltgemischen unter Berücksichtigung der notwendigen Wasserdurchlässigkeit. Zum Vergleich der Eigenschaften wurden alle Untersuchungen an Probekörpern aus AB 0/8, ATS 0/22 CS, WDA 0/22 und WDA 0/8 sowie aus wasserdurchlässigen Asphalttragschicht nach ZTV T-StB WAT 0/22 gleichermaßen durchgeführt. Dabei wurde bei den Referenzgemischen AB 0/8 und ATS 0/22 C jeweils die optimierte Asphaltvariante aus der Eignungsprüfung berücksichtigt. Bei den wasserdurchlässigen Asphalten (WDA) wurden neben den optimierten Gemischen jeweils zwei weitere Gemische mit einem höheren Hohlraumgehalt untersucht.

4.3 Alterungsversuche im Modelltopf

Das Alterungsverhalten von wasserdurchlässigem Asphalt wurde durch die Beanspruchung der Probekörper im Modelltopf nach Potschka angesprochen. Dabei waren die durch die Beanspruchung im Modelltopf mit synthetischer Luft verursachten Veränderungen der Bindemittleigenschaften zu erfassen. Dabei

wurden die Bindemittleigenschaften anhand folgender Untersuchungen angesprochen:

- Erweichungspunkt Ring und Kugel
- Nadelpenetration
- Brechpunkt nach Fraas
- elastische Rückstellung (PmB)

Nach der Beanspruchung im „Modelltopf“ wurde das Bindemittel aus dem Asphaltprobekörper zurückgewonnen und untersucht. Dabei waren die festgestellten Eigenschaften des beanspruchten Bindemittels den Eigenschaften des aus dem Asphaltgemisch zurückgewonnenen unbeanspruchten Bindemittels vergleichend gegenüberzustellen und zu beurteilen.

4.4 Verschmutzungsversuche im Labor

Durch die Beaufschlagung der Probekörper aus wasserdurchlässigen Asphalten und der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht mit verschmutztem Wasser war die Änderung der Wasserdurchlässigkeit unter praxissimulierender Beanspruchung festzustellen und zu beurteilen. Im Rahmen von Voruntersuchungen an der TU Dresden [BIGOS] wurden Versuche mit künstlicher Verschmutzung an im Labor hergestellten Probekörpern durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde auch die Zusammensetzung des Straßenschmutzes untersucht. Aus diesen Erkenntnissen wurde eine praxisbezogene Zusammensetzung des Schmutzwassers für die Laboruntersuchungen abgeleitet und im Rahmen dieses Projektes angewendet. Die genaue Zusammensetzung des Schmutzgemisches ist dem Abschnitt 5.7 zu entnehmen.

Die Untersuchung des Verschmutzungsverhaltens im Labor erfolgte an Probekörpern den aus Gemischen, bei denen auch das mechanische Verhalten untersucht wurde. Im Rahmen der Untersuchungen sollte die Veränderung der Wasserdurchlässigkeit durch Beaufschlagung mit unterschiedlich großen Schmutzmengen ermittelt werden.

4.5 Aufbau im Feldversuchsstand

Durch den Einbau von wasserdurchlässigem Asphalt in einem Feldversuchsstand sollte ein praxismgerechter Aufbau mit allen erforderlichen Schichten unter wissenschaftlicher Beobachtung simuliert werden. Im Feldversuchsstand der TU Dresden wurden zwei Versuchsfelder mit unterschiedlichen Bauweisen hergestellt. Dabei wurde in einem Versuchsfeld auf einer wasserdurchlässigen ungebundenen

Schottertragschicht eine wasserdurchlässige Pflasterdecke auf einer wasserdurchlässigen Asphalttragschicht WAT 0/22 mit und ohne Vliesstoffeinlage eingebaut. In dem anderen Versuchsfeld erfolgte die Herstellung eines zweischichtigen wasserdurchlässigen Asphaltaufbaus aus WDA 0/8 auf WDA 0/22.

Die Auswahl der Asphaltgemische für den Einbau im Feldversuchsstand erfolgte unter Berücksichtigung der vorhandenen Wasserdurchlässigkeit und der festgestellten mechanischen Eigenschaften. Anhand der durchgeführten Untersuchungen wurde in Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss jeweils ein als optimal angesehenes Asphaltmischgut für die Untersuchungen im Feldversuchsstand ausgewählt.

Anhand der beim Einbau entnommenen Mischgutproben sollten zunächst die zulässigen Abweichungen zur Eignungsprüfung in der Mischgutzusammensetzung festgestellt und beurteilt werden. Durch die Versickerungsversuche vor der Verschmutzung war die Wasserdurchlässigkeit der Befestigung im Feldversuchsstand zu ermitteln, so dass ein Ausgangszustand vor weiterführenden Untersuchungen festgestellt wurde. Anhand der anschließenden Verschmutzungsversuche wurde festgestellt, wie sich die Wasserdurchlässigkeit änderte und inwieweit eine dauerhafte Entwässerung durch den Oberbau zu gewährleisten ist.

Zur Bestimmung der Asphaltkenndaten der einzelnen Schichten wurden Bohrkernproben aus dem Asphaltoberbau entnommen. Aufgrund der mit der Bohrkernentnahme verbundenen Verschmutzung der Befestigung durch den Bohrschlamm konnten die Bohrungen erst nach Abschluss aller Wasserdurchlässigkeitsprüfungen der eingebauten Asphalte durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren mit den Untersuchungsergebnissen der Probekörper im Labor zu vergleichen und im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit zu beurteilen.

5 Versuchsdurchführung

5.1 Baustoffe

5.1.1 Allgemeines

Damit die Herstellung im Feldversuchsstand möglich wurde, mussten die eingesetzten Baustoffe möglichst von einer Asphaltmischanlage in der Nähe der Technischen Universität Dresden regelmäßig verwendet werden. Gleichzeitig sollten im Rahmen der Forschungsarbeit relativ verbreitete Gesteine in den notwendigen Kornklassen eingesetzt werden.

Beim wasserdurchlässigen Asphalt 0/8 sollten das Straßenbaubitumen 50/70 und polymermodifiziertes Bitumen der Sorte 45A verwendet werden, beim WDA 0/22 und wasserdurchlässigen Asphalttragschicht ausschließlich Straßenbaubitumen 70/100.

Zum Erreichen möglichst dicker Bindemittelfilme werden die wasserdurchlässigen Asphalte mit einem relativ hohen Bindemittelgehalt konzipiert. Dieser liegt i.d.R. über dem tatsächlichen Bindemittelbedarf, so dass zur Erhöhung der Bindemittelaufnahmefähigkeit des Mischgutes stabilisierende Zusätze erforderlich sind. Bei WDA 0/8 und WDA 0/22 sind Cellulose - Fasern als Bindemittelträger eingesetzt worden. Eine genaue Zuordnung der ausgewählten Mischgutkomponenten zu den einzelnen Mischgutarten und -sorten ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Mischgutart / Mischgutsorte	Bindemittel	Zusatzstoffe	Füller	Brechsand / Splitt
Asphaltbeton 0/8	50/70	---	Dolomitstein	Diabas
Asphalttragschicht 0/22 CS	70/100	---		
wasserdurchlässiger Asphalt 0/8	50/70 PmB 45A	Cellulose-Fasern		
wasserdurchlässiger Asphalt 0/22	70/100	Cellulose-Fasern		
wasserdurchlässige Asphalttragschicht 0/22	70/100	---		

Tabelle 1: Verwendete Mischgutkomponenten

Im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten wurden die erforderlichen Mischgutkomponenten zur Durchführung der Untersuchungen in ausreichenden Mengen beschafft. Anschließend sind die Gesteinskörnungen und Bindemittel im Labor untersucht und ggf. für die weiteren Untersuchungen aufbereitet worden.

5.1.2 Bindemittel

Als Bindemittel wurden für die Untersuchungen Straßenbaubitumen 50/70 und 70/100 sowie ein PmB 45 A eingesetzt. Die Bitumen wurden direkt vom Hersteller geliefert und im Labor bezüglich der geforderten Eigenschaften an einer Durchschnittsprobe nach DIN EN 12594 [BEUTH, 2000] zunächst vorbereitet und anschließend gemäß DIN EN 12591 [BEUTH, 2000] bzw. TL PmB [FGSV, 2001] untersucht. Die festgestellten Eigenschaften sind in der Tabelle 2 zusammengefasst und entsprechen den Vorgaben der jeweiligen Anforderungsnorm.

Bitumenart/ -sorte	Nadelpenetration [1/10 mm]	Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]	Brechpunkt nach Fraaß [°C]	elastische Rückstellung [%]	Rohdichte [g/cm ³]
50/70	57	49,2	-9	---	1,020
70/100	86	48,6	-15	---	1,021
PmB 45A	45	59,6	-12	78	1,025

Tabelle 2: Eigenschaften der verwendeten Bitumen

5.1.3 Gesteinskörnungen

Die verwendeten Gesteinskörnungen unterliegen nach den vorgelegten Zeugnissen einer Güteüberwachung gemäß den RG Min-StB und waren für den vorgesehenen Verwendungszweck als geeignet anzusehen. Die Körnungen wurden in den benötigten Fraktionen direkt an der vorgesehenen Mischanlage durch den Forschungsnehmer entnommen. Als Füller wurde ein Dolomitsteinmehl verwendet. Als grobe und feine Gesteinskörnung kam ein Diabas zum Einsatz. Die augenscheinliche Eingangskontrolle zeigte keine Besonderheiten auf. Eine Überprüfung der Korngrößenverteilung war im Rahmen der Eingangskontrolle nicht notwendig, da die Lieferkörnungen für weitere Untersuchungen aufbereitet werden mussten. Der Widerstand gegen Zertrümmerung wurde nach DIN EN 1047, Teil 2 durch Schlagbeanspruchung ermittelt und beträgt $SZ_{8/12} = 15,8 \text{ M.} - \%$.

In Vorbereitung auf die Durchführung der vorgesehenen Untersuchungen wurde bei den einzelnen Kornfraktionen (Brechsand und Splitt) das Über- und Unterkorn abgesiebt. Diese Maßnahmen sind erforderlich, um die gewählten konzeptionellen Vorgaben der Gesteinskörnungsgemische bei der Optimierung in der Eignungsprüfung exakt zusammensetzen zu können und für weitere Untersuchungen reproduzierbar zu machen. Auf eine Absiebung von Überkorn beim Füller wurde verzichtet.

5.2 Optimierung der Asphaltgemische

Die Eignungsprüfungen für die Referenzgemische (AB 0/8 und ATS 0/22 CS) und für die wasserdurchlässigen Asphalte (WDA 0/8 und WDA 0/22) sowie für die wasserdurchlässig konzipierte Asphaltragschicht (ATS 0/22) wurden in Anlehnung an das Merkblatt für Eignungsprüfungen an Asphalt [FGSV, 1998] durchgeführt. Dabei wurde beim WDA neben dem Bindemittelgehalt auch die Korngrößenverteilung variiert.

5.2.1 Referenzgemische

Zur Feststellung der anforderungsgemäßen Mischgutrezeptur für die beiden Referenzmischungen AB 0/8 und ATS 0/22CS wurden die Eignungsprüfungen

jeweils bei einer gewählten Kornzusammensetzung mit je drei Bindemittelgehalten durchgeführt. Die Festlegung der notwendigen Korngrößenverteilung und des optimalen Bindemittelgehaltes erfolgte gemäß Forschungsantrag im Hinblick auf die Einhaltung der nach ZTV Asphalt-StB bzw. ZTV T-StB geforderten mittleren Hohlraumgehalte. In der Tabelle 3 sind die ermittelten Mischguteigenschaften der ausgewählten Referenzgemische zusammengefasst. Die Ergebnisse der Eignungsprüfungen sind als Anlagen 1.1 und 1.2 im Anhang diesem Bericht beigefügt.

Mischgutart	Bindemittelart	Bindemittel- Gehalt [M.-%]	Raumdicke [g/cm ³]	Hohlraum- Gehalt (H _{bit}) [Vol.-%]	Marshall- Stabilität [kN]	Marshall- Fließwert [mm]
AB 0/8	50/70	6,7	2,479	3,1	10,1	3,6
ATS 0/22 CS	70/100	4,3	2,467	7,7	9,1	3,8

Tabelle 3: Mischguteigenschaften der Referenzmischungen gemäß durchgeführter Eignungsprüfungen

5.2.2 Wasserdurchlässige Asphaltgemische

Bei den wasserdurchlässigen Asphalten (WDA 0/8 und WDA 0/22) wurde im Rahmen der Eignungsprüfungen neben den Bindemittelgehalten auch die Korngrößenverteilung systematisch variiert. Im ersten Schritt sollte geprüft werden, ob bei der Einhaltung der im Merkblatt MwBV [FGSV, 1998] vorgeschriebenen Sieblinienbereiche ein ausreichender Hohlraumgehalt zur Sicherung der erforderlichen Wasserdurchlässigkeit eingestellt werden kann. Dazu wurden beim WDA 0/8 und WDA 0/22 die Korngrößenverteilungen jeweils an der oberen und unteren Grenze sowie in der Mitte des vorgeschriebenen Sieblinienbereiches gewählt. Anschließend wurden die Eignungsprüfungen mit jeder der gewählten Korngrößenverteilung beim WDA 0/8 mit Straßenbaubitumen 50/70 und PmB 45 A sowie beim WDA 0/22 mit Straßenbaubitumen 70/100 unter Variation von jeweils drei Bindemittelgehalten durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten jeweils an drei Marshallprobekörpern jeder Mischgutvariante. Die Herstellung der Marshallprobekörper erfolgte mit 2 × 50 Schlägen.

Die Bestimmung der Raumdicke eines Asphaltprobekörpers erfolgt i.d.R. nach DIN 1996, Teil 7 mit dem Tauchwägetverfahren. Die Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch auf die Probekörper mit einem Hohlraumgehalt von maximal 12 Vol.- % begrenzt. Da der angestrebte, notwendige Hohlraumgehalt bei allen wasserdurchlässig konzipierten Asphalten über 12 Vol.- % lag, wurde die Raumdicke bei diesen Probekörpern mit dem Ausmessverfahren bestimmt.

Bei der Konzeption einer wasserdurchlässigen Asphalttragschicht (WAT 0/22) nach ZTV T-StB [FGSV, 1997/2002] müssen die Anforderungen an die für die Wasserdurchlässigkeit notwendigen Hohlraumverhältnisse beachtet werden. Dabei kann der Anteil der Körnung unter 2,0 mm bei Verwendung von Mischgutart C/CS auf 20 M.- % begrenzt werden. Mit dieser Begrenzung der feinen Gesteinskörnung werden auch die Anforderungen an die Korngrößenverteilung des wasserdurchlässigen Asphaltes 0/22 nach dem Merkblatt MwBV [FGSV, 1998] eingehalten, so dass eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Probekörper nach der Verdichtung zu erwarten ist. Um die Zusammensetzung hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit zu optimieren, wurde zunächst eine Korngrößenverteilung an der unteren Grenze des in der ZTV T-StB vorgeschriebenen Grenzwertintervalls der Mischgutart C gewählt. Die Durchführung der Eignungsprüfung wurde mit dem Einsatz vom Straßenbaubitumen 70/100 unter der Variation von drei unterschiedlichen Bindemittelgehalten nach dem Merkblatt für Eignungsprüfungen an Asphalt [FGSV, 1998] durchgeführt.

Einfluss der Verdichtungsart

Die Art der Verdichtung (Marshall-Gerät und Walzsektorverdichter) kann die innere Hohlraumstruktur und damit auch die Wasserdurchlässigkeit der Probekörper beeinflussen. Um diesen Einfluss festzustellen, wurden Bohrkerne mit unterschiedlichem Durchmesser aus den mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten untersucht. Die Untersuchungen erfolgten an Gemischen mit dem mittleren Bindemittelgehalt. Beim WDA 0/8 wurden alle Gemische mit PmB 45 A und beim WDA 0/22 die Gemische mit der Korngrößenverteilung im oberen und unteren Bereich des vorgegebenen Sieblinienintervalls untersucht. Die erforderliche Dicke der Asphaltplatten richtet sich nach dem verwendeten Größtkorn des Gemisches. Die Platten aus WDA 0/8 wurden mit der Dicke von 3 cm und aus WDA 0/22 sowie WAT 0/22 mit einer Dicke von 8 cm hergestellt.

Variation der Korngrößenverteilung

Auf Grundlage der im ersten Schritt durchgeführten Untersuchungen erfolgte im zweiten Schritt der Eignungsprüfungen eine Optimierung der Korngrößenverteilung der wasserdurchlässigen Asphaltgemische im Hinblick auf möglichst geringe Hohlraumgehalte bei einer anforderungsgemäßen Wasserdurchlässigkeit. Dabei wurde beim wasserdurchlässigen Asphalt (WDA 0/8 und WDA 0/22) ein mittlerer Bindemittelgehalt gemäß Merkblatt MwBV [FGSV, 1998] gewählt. Die wasserdurchlässige Asphalttragschicht (WAT 0/22) wurde gemäß ZTV T-StB mit dem dort angegebenen Mindestbindemittelgehalt konzipiert. Die Zusammensetzung der Gesteinskörnungen wurde so optimiert, dass die Wasserdurchlässigkeit der Marshallprobekörper zwischen $5,4 \times 10^{-5}$ m/s und $1,0 \times 10^{-4}$ m/s liegt.

Für die Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften und des Alterungsverhaltens sowie des Verschmutzungsverhaltens wurden neben den optimierten Gemischen jeweils zwei weitere Asphaltgemische der zugehörigen Sorte mit einem höheren Hohlraumgehalt konzipiert. Zu einer besseren Übersichtlichkeit sind die ausgewählten Asphaltgemische und die Referenzgemische in der Tabelle 5 zusammengestellt. An einem Beispiel ist die gewählte Mischgutbezeichnung in der Tabelle 4 näher erläutert. Die Ergebnisse der durchgeführten Eignungsprüfungen sind im Anhang als Anlagen 2.1 bis 2.18 diesem Bericht beigelegt.

WA_0-8_50-70_O_5,2 (Beispiel)				
WA	0-8	50-70	O	5,2
Asphaltart	Asphaltsorte	Bindemittelart/ Bindemittelsorte	Sieblinienlage (MwBV/ ZTVT)	Bindemittel gehalt
WA = wasserdurchlässiger Asphalt (nach MwBV)	(0/8 oder 0/22)	50-70 = 50/70	O = im oberen Grenz- bereich	
WT = wasserdurchlässige Tragschicht (nach ZTVT-StB)		70-100 = 70/100	M = im mittleren Grenz- bereich	
AB = Asphaltbeton (nach ZTV Asphalt-StB)		45 = PmB 45A	U = im unteren Grenz- bereich	
AT = Asphalttragschicht (nach ZTVT-StB)			OP = optimierte Lage	

Tabelle 4: Erläuterung der Mischgutbezeichnung

Mischgutbezeichnung	Füllergehalt [M.- %]	Sandgehalt [M.- %]	Splittgehalt [M.- %]	Bindemittelgehalt [M.- %]
AB_0-8_50-70_6,7	8,8	41,2	50,0	6,7
AT_0-22_70-100_4,3	7,1	29,9	63,0	4,3
WA_0-8_50-70_OP_5,5	4,7	13,6	81,7	5,5
WA_0-8_45_OP_5,5	4,7	13,6	81,7	5,5
WA_0-8_45_OPM_5,5	4,0	8,6	87,4	5,5
WA_0-8_45_OPU_5,5	4,0	6,9	89,1	5,5
WA_0-22_70-100_OP_4,3	4,7	12,6	82,7	4,3
WA_0-22_70-100_OPM_4,3	5,5	9,5	85,0	4,3
WA_0-22_70-100_OPU_4,3	5,5	8,8	85,7	4,3
WT_0-22_70-100_OP_3,6	6,1	13,9	80,0	3,6

Tabelle 5: Eigenschaften der ausgewählten Asphaltvarianten

5.3 Wasserdurchlässigkeit der Probekörper

Die Wasserdurchlässigkeitsprüfung wurde zunächst im Rahmen der Eignungsprüfungen an Marshallprobekörpern durchgeführt. Um festzustellen, ob die Verdichtungsart die Hohlraumstruktur und damit indirekt die Wasserdurchlässigkeit der Probekörper beeinflusst, wurde bei der Überprüfung der vorgeschriebenen Sieblinienbereiche eine Wasserdurchlässigkeitsprüfung an Bohrkernen mit unterschiedlichen Durchmessern durchgeführt. Dazu wurden aus den Asphaltgemischen mit dem mittleren Bindemittelgehalt jeweils zwei Asphaltplatten mit Walzsektorverdichter (WSV) hergestellt. Aus einer Asphaltplatte

des gleichen Gemisches wurden jeweils 3 Kerne mit dem Durchmesser 100 mm und aus der zweiten Platte jeweils 2 Kerne mit dem Durchmesser 150 mm für die Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit ausgebohrt. Beim WDA 0/8 wurden hier nur die Asphaltgemische mit dem PmB 45 A verwendet.

Im Rahmen der weiterführenden Wasserdurchlässigkeitsuntersuchungen wurde der Zusammenhang zwischen den vorhandenen Hohlraumverhältnissen im Probekörper und der Wasserdurchlässigkeit untersucht. Diese Untersuchungen erfolgten an Marshallprobekörpern und Bohrkernen aus WSV-Platten aus den ausgewählten wasserdurchlässigen Asphaltgemischen (Tabelle 5).

Zur Durchführung der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697, Teil 19 [BEUTH, 2004] war eine besondere Vorbereitung der Marshall-Probekörper erforderlich, da die Mantelfläche der Marshallprobekörper aus wasserdurchlässigem Asphalt nach der Herstellung eine offenporige Struktur aufweist. Das Herausragen der einzelnen Splittkörner bildet an der Oberfläche einzelne Poren. Diese Poren sind zum Teil im Bereich der Mantelfläche miteinander verbunden und können bei der Prüfung der Wasserdurchlässigkeit zu einer Verfälschung des Ergebnisses führen. Beim Einspannen des Probekörpers in der Druckzelle wird die offenporige Mantelfläche mit der Gummi-Manschette nicht vollständig abgedichtet, so dass es zu Seitenumläufen des Prüfwasser im Bereich der Mantelfläche kommen kann. Um eine vollständige Abdichtung der Mantelfläche und eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Marshallprobekörper und der Bohrkern zu gewährleisten, wurde die Mantelfläche der MPK abgebohrt. Dadurch reduziert sich der Durchmesser des Marshallprobekörpers auf ca. 95 mm. Für die Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes ist der tatsächliche Durchmesser des Probekörpers an 4 Stellen ausgemessen und als Mittelwert eingesetzt worden. Die Abbildung 5.1 zeigt ein Beispiel für den an der Mantelfläche abgebohrten Marshallprobekörper.



Abbildung 5.1: Beispiel für einen Marshall-Probekörper mit abgebohrter Mantelfläche (rechts – mit einer abgebohrten Mantelfläche)

Im Rahmen der Mischgutoptimierung erfolgte die Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697, Teil 19 [2004]. Dabei ist der jeweilige Probekörper in der Druckzelle so zu justieren, dass eine konstante Wassersäule von 300 mm während der gesamten Prüfdauer eingehalten wird. Damit die zugänglichen Hohlräume durchströmt sind und der Probekörper vollständig wassergesättigt ist, wurden die Probekörper im eingespannten Zustand ca. 15 min mit Leitungswasser kontinuierlich durchströmt. Anschließend wurde die durchströmte Wassermenge in einer definierten Zeit aufgefangen und gewogen. Die genannte Norm schreibt eine Auffangzeit von mindestens 1 Minute vor. Abhängig von der zu erwartenden Durchlässigkeit der Probekörper (stark oder schwach durchlässig) wurde die Messzeit auf 1 bzw. 3 Minuten festgesetzt. Die Messung wurde gemäß Norm mit demselben Probekörper wiederholt und aus zwei Einzelwerten ein Mittelwert für die aufgefangene Wassermenge ermittelt. Die Abbildung 5.2 zeigt die Druckzelle für einen Probekörper mit dem Durchmesser von ca. 100 mm im Betriebszustand bevor die Wassersäule aufgebracht wurde.



Abbildung 5.2: Versuchsanordnung für die Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697, Teil 19, rechts: Druckzelle im Betriebszustand, links: eingespannter Probekörper vor der Beanspruchung mit Wassersäule

Die Herstellung des Mischgutes für die jeweilige Probekörperserie erfolgte unter Verwendung der Einzelkörnungen mit einem Labormischer. Die Herstellung der Asphaltplatten wurde in Anlehnung an die Arbeitsanleitung ALP A-StB, Teil 11 [2003] durchgeführt. Der Verdichtungsprozess im WSV setzt sich aus einer weggeregelten Vorverdichtung und einer kraftgeregelten Hauptverdichtung zusammen und wird durch das in das Gerät integrierte Verdichtungsprogramm

gesteuert. Um eine einheitliche Ausgangsbasis hinsichtlich der Verdichtung zu schaffen, wurde durch Anpassung des Verdichtungsprogramms ein Verdichtungsgrad der Asphaltplatten zwischen 99 % und 101 % angestrebt. Nach der Bestimmung des Verdichtungsgrades wurden aus den Asphaltplatten Bohrkern mit Durchmessern von 100 und 150 mm für die Wasserdurchlässigkeitsprüfung ausgebohrt. Der dabei entstehende Bohrschlamm darf die zur Entnahme der weiteren Bohrkern vorgesehene Fläche der Asphaltplatte nicht verschmutzen, da dieser sich in den vorhandene Hohlräume absetzen und damit zur Abnahme der Wasserdurchlässigkeit führen kann. Um das zu vermeiden, musste beim Ausbohren der Kern durch einen zusätzlichen Wasserstrahl der Schlamm von der vorgesehenen Bohrfläche ferngehalten werden.

5.4 Druckschwell- und Spaltzugschwellversuche

Die Wärmestandfestigkeit mit dem Druckschwellversuch wurde bei allen ausgewählten wasserdurchlässigen Mischgutvarianten und bei den Referenzgemischen untersucht. Die Prüfung erfolgte an Marshallprobekörpern. Aus jeder Mischgutvariante wurden jeweils sechs Probekörper hergestellt und im Druckschwellversuch gemäß der Technischen Prüfvorschrift [FGSV, 1999] geprüft. Die Prüfbedingungen wurden nach TP A-StB [1999] für einen Asphaltbeton mit folgenden Parametern festgelegt:

- Prüftemperatur: $T = 50 \text{ °C}$
- Unterspannung: $\sigma_u = 0,025 \text{ N/mm}^2$
- Oberspannung: $\sigma_o = 0,20 \text{ N/mm}^2$
- Impulsdauer: $= 0,2 \text{ s}$
- Lastpause: $= 1,5 \text{ s}$

Als Abbruchkriterium wurden 10000 Lastwechsel oder eine Dehnung von 40 Promille festgelegt. Ein Versuch war beendet, wenn eins der beiden Kriterien erreicht wurde.

Zur Ansprache des Widerstandes im Spaltzugschwellversuch wurden Bohrkern mit dem Durchmesser von ca. 150 mm aus WSV-Platten verwendet. Dazu sind aus den ausgewählten Mischgutvarianten je zwei Platten mit dem Walzsektorverdichter hergestellt und daraus jeweils 2 Bohrkern entnommen worden. Insgesamt wurden 4 Bohrkern je Mischgutvariante geprüft. Die Bohrkern der Asphaltgemische mit dem Größtkorn von 22 mm wurden in der Schichtdicke von ca. 80 mm und mit dem Größtkorn von 8 mm in der Schichtdicke von ca. 40 mm untersucht. Die

Prüfbedingungen wurden in Anlehnung an den bereits 1998 von GRÄTZ durchgeführten Forschungsauftrag gewählt. Danach wird die Unterlast P_u von 200 N bei einer Belastungszeit $t_B = 0,2$ Sekunden festgelegt. Alle Versuche wurden ohne Lastpause durchgeführt. Die Oberlast ist von der Höhe des Probekörpers abhängig und wird nach GRÄTZ [1998] mit folgender Gleichung (3) berechnet:

$$P_o = \frac{\pi \times d}{2} \times h \times \sigma_x \quad [\text{N}] \quad (3)$$

mit :

d = Durchmesser des Probekörpers [mm]

h = Höhe des Probekörpers [mm]

σ_x = zulässige Spaltzugoberspannung $[\text{N}/\text{mm}^2]$

Zur Bestimmung der zulässigen Spaltzugspannung σ_x wurde das nach DURTH und GRÄTZ [1996] berechnete Verhältnis zur Biegezugspannung σ_B im einaxialen Spannungszustand aus dem Biegeschwellversuch angewendet. Die beiden Spannungen σ_x und σ_B sollen gemäß Gestaltänderungshypothese im Biegezugschwell- und Spaltzugschwellversuch in Probekörpern denselben Beanspruchungszustand erzeugen. Das nach DURTH und GRÄTZ [1996] berechnete Verhältnis zwischen den beiden Spannungen lässt sich mit folgender Gleichung (4) abbilden:

$$\sigma_B = 3,606 \times \sigma_x \quad (4)$$

Die von GRÄTZ [1998] durchgeführten Biegeschwellversuche lieferten bei einer Temperatur von 20 °C eine Biegezugspannung σ_B von 1,625 N/mm². Unter Verwendung der Gleichungen (3) und (4) wurden, abhängig von den jeweiligen Schichtdicken, folgende Oberlasten P_o ermittelt:

- 4,3 kN für 4 cm hohe Probekörper (AB 0/8 und WDA 0/8)
- 8,5 kN für 8 cm hohe Probekörper (ATS 0/22, WDA 0/22 und WAT 0/22)

Weitere Prüfbedingungen wurden wie folgt festgelegt:

- Unterlast: $P_u = 0,2$ kN
- Belastungszeit: $t_B = 0,2$ s
- Prüftemperatur: $T = 20$ °C
- ohne Lastpause

Die ersten Vorversuche mit den Probekörpern aus WDA 0/22 und WAT 0/22 erforderten eine Optimierung der berechneten Oberlast P_o . Mit der errechneten Oberlast von 8,5 kN konnte beim wasserdurchlässigen Asphalt 0/22 kein eindeutiger Zugbruch erreicht werden, so dass eine differenzierte Aussage zum Rissverhalten innerhalb einer Mischgutsorte nicht möglich war. Die durchgeführten Voruntersuchungen haben eine Belastung von 50 % der errechneten Oberlast ergeben. Alle Probekörper aus Asphaltmischgut mit dem Größtkorn von 22 mm wurden mit einer Oberlast P_o von 4,3 kN geprüft.

5.5 Spurbildungsversuche

Die Anwendung des Spurbildungsversuches zur Ansprache der Wärmestandfestigkeit des wasserdurchlässigen Asphaltes wurde anhand von vier Mischgutvarianten des WDA 0/8 und des zugehörigen Vergleichsmischgut AB 0/8 untersucht. Die Untersuchungen wurden an jeweils zwei Asphaltplatten der jeweiligen Mischgutvariante durchgeführt. Das Verdichtungsprogramm des Walzsektorverdichters wurde so modifiziert, dass ein Verdichtungsgrad der Asphaltplatten zwischen 99 % und 101 % gewährleistet wurde.

Damit der unerwünschte Stripping-Effekt ausgeschlossen werden kann und die Gesteinskörnungen an der Oberfläche des splittrreichen wasserdurchlässigen Asphaltes nicht zertrümmert werden, wurde anstelle eines Stahlrades ein Vollgummirad verwendet. Als Ergebnis wird die Spurrinnentiefe nach 20.000 Überrollungen angegeben. Die Versuche wurden mit folgenden Prüfbedingungen durchgeführt:

- Prüftemperatur: $T = 50 \text{ °C}$
- Prüfmedium: Wasserbad
- Prüfdauer: $n = 20.000$ Überrollungen

5.6 Alterungsversuche

Wie bereits im Kapitel 3.2.5 beschrieben, kann die Wechselwirkung zwischen Gestein und Bindemittelfilm im „Modelltopf“ praxisnah simuliert werden. Die bisherigen Erfahrungen beschränken sich jedoch auf die Prüfung eines mit Bindemittel umhüllten Splittes der Körnung 8/11. Die Alterung von wasserdurchlässigen Asphalten wurde mit diesem Verfahren bisher nicht untersucht. Aufgrund der hohlraumreichen und offenporigen Struktur ist bei den wasserdurchlässigen Asphalten im Vergleich zu den konventionellen Bauweisen mit einer schnelleren Alterung zu rechnen. Neben den vorhandenen mechanischen Beanspruchungen führen bei hohlraumreichen Asphalten vor allem die Luft- und Wassereinwirkungen

zu einer Versprödung des Bindemittels. Um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Alterungsverhalten und dem Hohlraumgehalt beim wasserdurchlässigen Asphalt praxisnah festzustellen, wurden im „Modelltopf“ Probekörper mit einem Durchmesser von 150 mm und festdefinierten Hohlraumverhältnissen untersucht. Durch die Beaufschlagung mit synthetischer Luft wurde eine oxidative Alterung der Probekörper aus wasserdurchlässigem Asphalt und eine damit verbundene Veränderung der Asphalteeigenschaften erwartet.

Entsprechend den im Kapitel 3.2.5 genannten Prüfbedingungen wurden die Untersuchungen an vier wasserdurchlässigen Deckschichtvarianten (WDA 0/8), drei wasserdurchlässigen Asphalttragschichtvarianten (WDA 0/22), an einer wasserdurchlässig konzipierten Asphalttragschicht (WAT 0/22) und an den zwei zugehörigen Referenzgemischen (AB 0/8 und ATS 0/22 CS) durchgeführt. Die Probekörper wurden mit dem Durchmesser von 150 mm mittels Kernbohrungen aus den mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten gewonnen. Aus einer Platte je Mischgutvariante wurden zwei Bohrkerne entnommen und im Modelltopf künstlich gealtert. Anschließend wurden die Eigenschaften an dem aus beiden Bohrkernen rückgewonnenen Bindemittel untersucht.

Die Rückgewinnung des Bindemittels führt auch zu einer Veränderung seiner Eigenschaften. Um die beiden Einflüsse getrennt zu erfassen, wurde bei jeder untersuchten Asphaltvariante eine Nullmischung extrahiert. Die Nullmischung wurde im „Modelltopf“ nicht beansprucht. Der Einfluss der Beanspruchung im „Modelltopf“ ergibt sich aus der Veränderung der festgestellten Eigenschaften des jeweiligen Bindemittels des Asphaltes vor und nach der Alterung im Labor.

Da eine Beanspruchung im „Modelltopf“ mit 140 °C zu einer Destruktion der Asphaltprobekörper führt, so dass die Probekörper für die weiteren Untersuchungen nicht verwendet werden können, wurden zusätzlich Alterungsversuche bei einer Prüftemperatur von 50°C durchgeführt. Diese Untersuchungen beschränkten sich auf 3 Gemische des WDA 0/8 mit dem PmB 45 A. Nach der Beanspruchung im „Modelltopf“ wurden am rückgewonnenen Bindemittel die Eigenschaften bestimmt und der Einfluss der Alterung bei 50°C bestimmt.

5.7 Künstliche Verschmutzung der Probekörper im Labor

Die Untersuchungen zur künstlichen Verschmutzung der Probekörper im Labor erfolgten an der TU Dresden. Im Rahmen der Untersuchungen wurde ausschließlich das Verschmutzungsverhalten wasserdurchlässiger Asphalte untersucht. Für die

künstliche Verschmutzung der Probekörper im Labor wurde ein festes, schadstofffreies Rundkorngemisch aus natürlichen Gesteinskörnungen eingesetzt, das sich in der Zusammensetzung an den Untersuchungen bereits abgeschlossener Arbeiten (vergl. Abschnitt 4.4) orientierte. Dieses Schmutzgemisch besteht aus Füller 0/0,09 und Natursand 0/2, die in gleich hohen Anteilen zusammengemischt wurden. Die verwendete Korngrößenverteilung ist in der Abbildung 5.3 dargestellt.

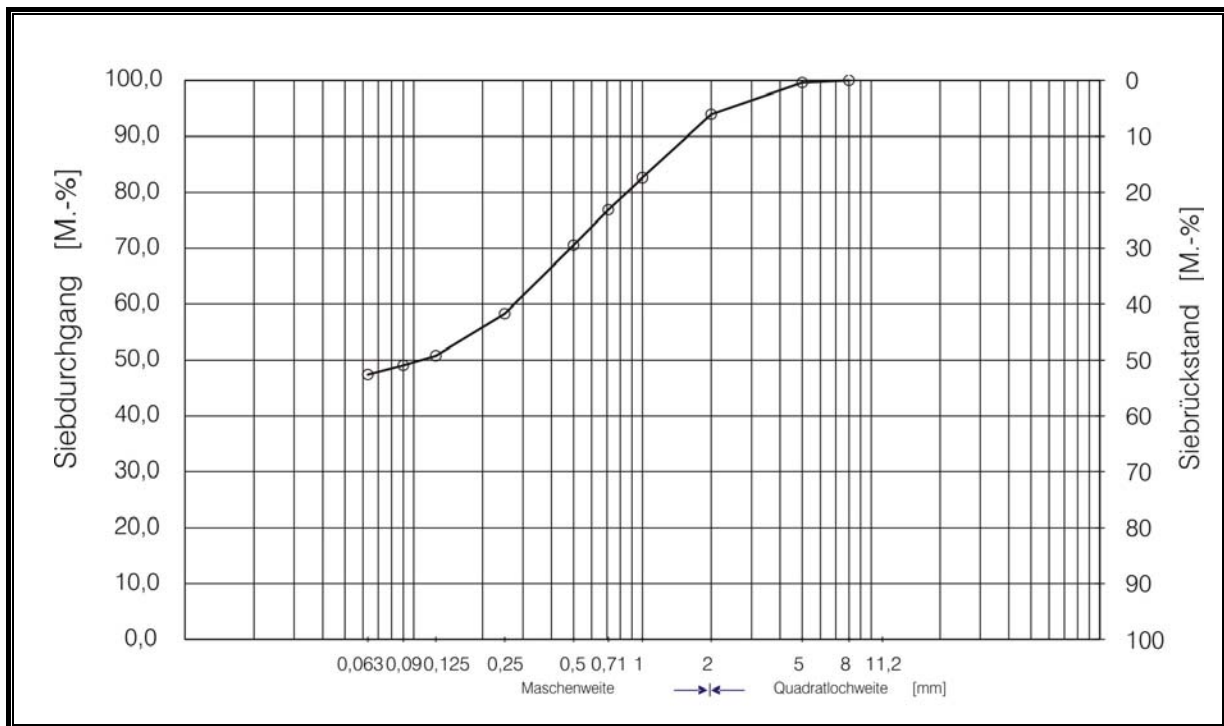


Abbildung 5.3: Korngrößenverteilung des verwendeten Schmutzgemisches

Diese Korngrößenverteilung orientierte sich an der Analyse eines während einiger Straßenreinigungsarbeiten rückgewonnenen Straßenschmutzes. Die Menge des rückgewonnenen Oberflächenschmutzes variierte dabei zwischen 20 g/m² und 192 g/m² und ist von dem Verschmutzungszustand einer Straße abhängig [BIGOS, 2003].

Zur Durchführung der Verschmutzungsversuche im Labor hat sich im Rahmen der Voruntersuchungen ein Versuchsaufbau in Anlehnung an die DIN 18035, Teil 6 als praktikabel erwiesen. Dabei wird der Probekörper mit Klebeband an der Mantelfläche abgedichtet und in ein Standrohr aus Kunststoff mit einem Durchmesser von 150 mm mittels Klebstoff eingeklebt. Zur Durchführung der Prüfung wird dieses Rohr in einen Wasserbehälter mit einem Überlauf auf der Höhe der Probekörperoberseite gestellt. Auf der Probekörperoberseite wird eine Messvorrichtung aufgestellt, die zwei Messmarken für den Unter- und Oberwasserstand beinhaltet. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe wird das Prüfwasser

langsam durch den Probekörper in das Standrohr gesaugt, bis sich der Wasserspiegel etwa 20 mm bis 30 mm über der oberen Messmarke befindet. Die Prüfgröße ist der Zeitraum, in dem der Wasserspiegel von der oberen bis zur unteren Messmarke absinkt. Die Berechnung der Durchlässigkeit erfolgte abweichend von DIN 18035 mit folgender Gleichung (5):

$$k_f = \frac{d}{t_E} \cdot \ln\left(\frac{\Delta h_o}{h_E}\right) \quad (5)$$

k_f	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]
d	Schichtdicke des Probekörprs [m]
t_E	Absinkzeit zwischen zwei Messmarken [s]
Δh_o	Höhe der oberen Messmarke über Wasserspiegelüberlaufhöhe [m]
h_E	Höhe der unteren Messmarke über Wasserspiegelüberlaufhöhe [m]

Die Abbildung 5.4 zeigt die angewendete Versuchsanordnung zur Prüfung des Verschmutzungsverhaltens von Probekörpern im Labor. Dieser Versuchsaufbau wurde an der TU Dresden für eine Prüfung der Wasserdurchlässigkeit von unverschmutzten und verschmutzten Probekörpern im Labor angewendet. Zur Prüfung der Verschmutzungsanfälligkeit des wasserdurchlässigen Asphalttes wurde eine jeweils abgewogene Schmutzmenge in eine definierte Wassermenge gegeben. Anschließend wurde die so hergestellte Suspension unter Verwendung einer Geotextilie zur Beruhigung der Strömung auf die Oberfläche des Probekörpers aufgegeben. Nach jeder Messung wurde der auf der Oberfläche vorhandene Schmutz nach zusätzlicher Wasserzugabe aufgerührt, um eine wechselnde Oberflächendeckung zu gewährleisten. Das Ergebnis für einen Probekörper wurde als Mittelwert aus fünf Einzelmessungen bestimmt.

Nach einer Nullmessung (unverschmutzter Zustand) wurde für die Untersuchungen im Labor die Beaufschlagung mit dem Schmutzgemisch in Stufen von 5 g je Probekörper (ca. 283 g/m²) kumulativ gesteigert. Die stufenweise Beaufschlagung mit dem Schmutz richtete sich nach einer angemessenen Versuchsdauer. Eine Versuchsdauer kleiner 10 Minuten erwies sich als praktikabel. Versuche, die länger als 45 Minuten bei der letzten Stufe gedauert haben, wurden abgebrochen und die Wasserdurchlässigkeit aus der vorhandenen Druckhöhe bestimmt. Das Verschmutzungsverhalten im Labor wurde an allen ausgewählten, wasserdurchlässig konzipierten Asphaltgemischen (Tabelle 5) untersucht. Die Untersuchungen erfolgten jeweils an 5 Probekörpern aus der jeweiligen Mischgutvariante.



Abbildung 5.4: Verwendete Versuchsausrüstung in Anlehnung an die DIN 18035, Teil 6, links: eingeklebter Probekörper vor der Versuchsdurchführung, rechts: Apparatur im Betriebszustand

5.8 Untersuchungen im Feldversuchsstand

5.8.1 Allgemeines

Der Feldversuchsstand befindet sich auf einem Freigelände der TU Dresden. Er hat eine Größe von ca. 10,0 m × 2,8 m (L × B) und wird an beiden Längsseiten durch Betoneinfassungen eingegrenzt. In der Abbildung 5.5 ist der Feldversuchsstand skizzenhaft dargestellt. Auf jeder Betoneinfassung ist eine Schiene montiert, deren Oberkante sich ca. 30 cm über dem umliegenden Gelände befindet. Des Weiteren sind an den innenliegenden Seiten der beiden Betoneinfassungen je drei Stahlprofile (U-Form) paarweise angebracht. Zur Unterteilung des Versuchsstandes in zwei Abschnitte mit den Längen von ca. 5,3 und 4,7 m können Holzbalken in die gegenüberliegenden U-Profile eingeschoben werden, so dass eine räumliche Trennung über die gesamte Befestigungshöhe gewährleistet ist.

Im November 2004 erfolgte die Herstellung der beiden vorgesehenen Versuchsfelder. Die Herstellung des Planums und der Einbau der Schottertragschicht wurden einen Tag vor dem Einbau der beiden wasserdurchlässigen Asphalttragschichten durchgeführt. Der Einbau der Deckschicht aus WDA 0/8 erfolgte einen Tag später. Die Pflasterdecke wurde am vierten Tag nach Einbau der wasserdurchlässigen Asphaltdeckschicht hergestellt. Alle Arbeiten wurden von der Firma STRABAG AG, Direktion Straßenbau Sachsen in Dresden durchgeführt. Für den Einbau der Asphalttragschichten wurde ein Fertiger „325 EPM Titan“ der Firma Ingersoll-Rand verwendet. Die Verdichtung erfolgte mit einer Walze der Firma BOMAG,

Typ „BW 100 AD-3“ mit einem Arbeitsgewicht von ca. 2,5 t. Die Außentemperaturen an den Einbautagen lagen bei trockenem Wetter zwischen 3 °C und 5 °C.

Die für die Untersuchungen im Feldversuchsstand ausgewählten Mischgutvarianten wurden nach den in Darmstadt erstellten Eignungsprüfungen vom Reichenbacher Asphaltmischwerk in Großschirma hergestellt und in Fahrzeugen mit Thermobehältern zum Versuchsstand geliefert. Die Wahl des Mischwerkes orientierte sich an der erforderlichen Transportzeit des Mischgutes und an der Verfügbarkeit der im Rahmen der Laboruntersuchungen verwendeten Gesteinskörnungen. Um eine starke Abkühlung des Mischgutes während der Transportzeit zu vermeiden, wurden die Thermobehälter trotz deutlich geringeren Verbrauchsmenge vollständig beladen. Die Transportdauer bis zur Baustelle lag bei etwa 45 Minuten.

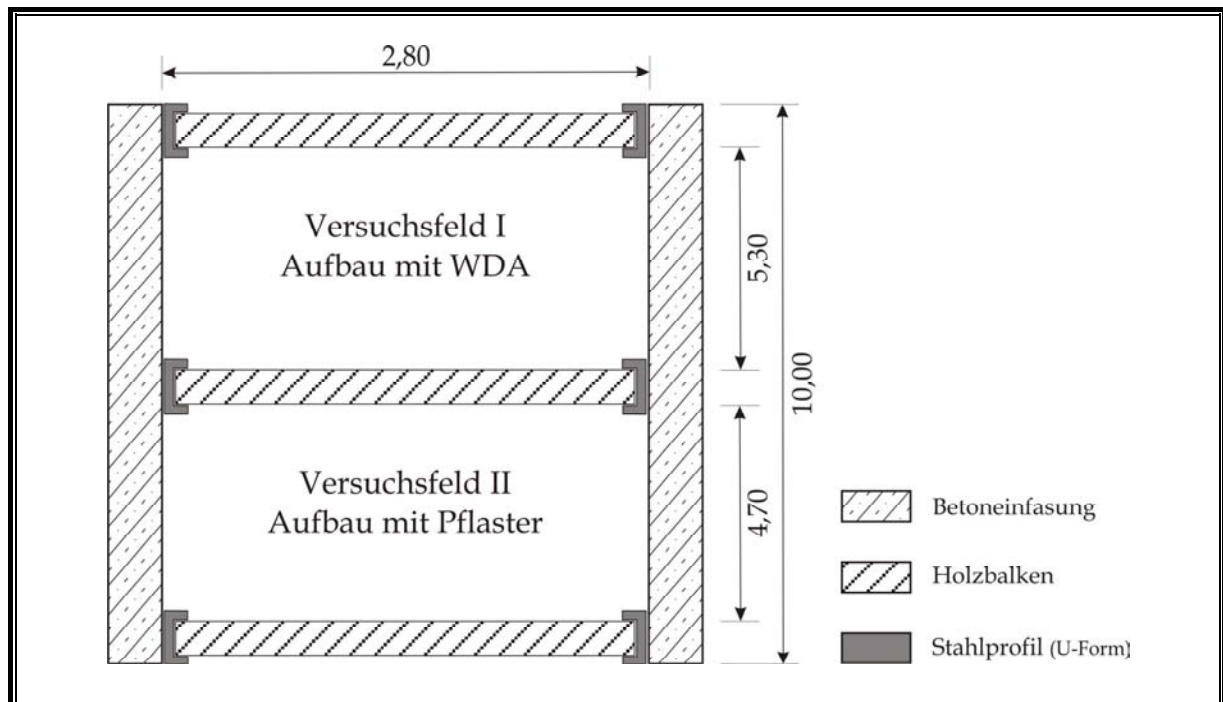


Abbildung 5.5: Schematische Darstellung des Feldversuchsstandes der TU Dresden

5.8.2 Einbau von WDA 0/8 auf WDA 0/22 im Feldversuchsstand

Der Aufbau des Untersuchungsfeldes mit WDA 0/8 auf WDA 0/22 wurde in Anlehnung an die RStO 01 [FGSV, 20001] für die Bauklasse IV in Abstimmung mit dem projektbegleitenden Ausschuss festgelegt. Die Herstellung der Befestigung erfolgte mit einem Quergefälle von 1 %. Der hergestellte Aufbau mit den einzelnen Schichten ist der Abbildung 5.6 zu entnehmen.

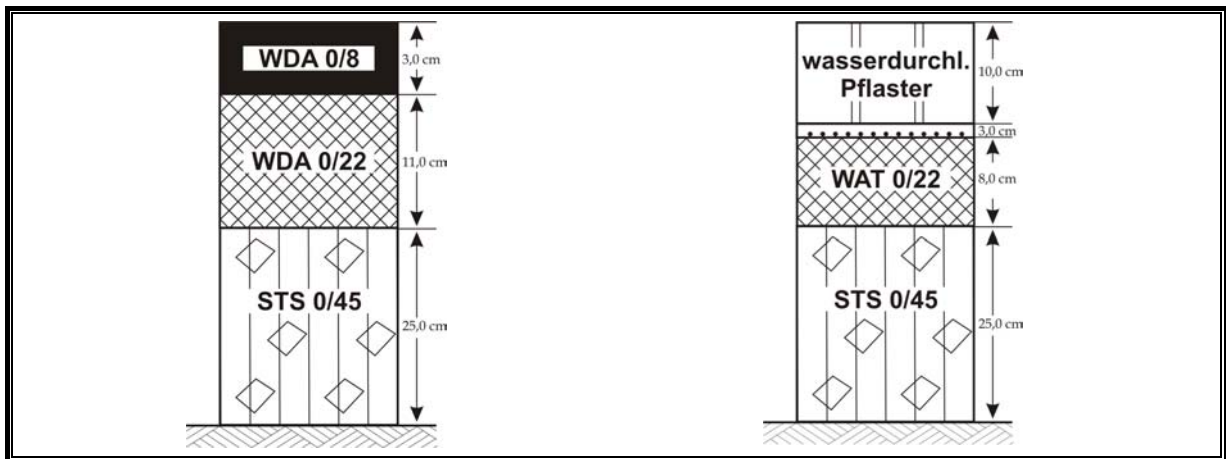


Abbildung 5.6: Aufbau der Untersuchungsfelder im Feldversuchsstand

5.8.3 Einbau des Pflasters auf WAT 0/22 im Feldversuchsstand

Der Aufbau des Untersuchungsfeldes mit Pflaster auf wasserdurchlässig konzipierter Asphalttragschicht (WAT 0/22) wurde in Anlehnung an die RStO 01 für die Bauklasse IV hergestellt. Dieses Versuchsfeld wurde wie auch die Asphaltbauweise mit einem Quergefälle von 1 % ausgeführt. Die Pflasterfläche wurde mit zwei unterschiedlichen Aufbauten hergestellt. Eine Hälfte der Pflasterfläche wurde mit einem Vliesstoff zur Verhinderung des Einspülens von Bettungsmaterial in die darunter liegende Asphalttragschicht hergestellt, um dessen Einfluss auf die Wasserdurchlässigkeit der Gesamtbefestigung festzustellen.

Vor dem Einbau des Pflasters musste die Oberfläche der Asphalttragschicht zunächst manuell gereinigt werden, da bei der Herstellung der wasserdurchlässigen Deckschicht aus WDA 0/8 auf dem benachbarten Untersuchungsfeld eine Verschmutzung der Tragschichtoberfläche nicht vermieden werden konnte. Nach der Reinigung der Oberfläche der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht wurde das Pflaster im Handeinbau verlegt.

5.8.4 Künstliche Verschmutzung der Befestigung im Feldversuchsstand

Nach der Herstellung der beiden Versuchsfelder konnten die herkömmlichen Beregnungsversuche bei den vorherrschenden Bedingungen auf den jeweiligen Versuchsabschnitten nicht realisiert werden. Deshalb wurde im Rahmen der Vorversuche die Anwendbarkeit der aus dem Wasserbau und der Bodenmechanik bekannten Verfahren zur Ermittlung des Wasserschluckwertes geprüft. Dabei wurde das Verfahren mit dem Doppelringinfiltrometer eingesetzt. Bei der Durchführung der Untersuchungen wurde jedoch festgestellt, dass aufgrund des großen Hohlraumangebotes keine unbeeinflussten Wasserstände in beiden Ringen des Gerätes aufgebaut werden konnten. Das bedeutet, dass die Messung der vertikalen Durchflussmenge über den inneren Ring von der eingestellten Durchflussmenge des

äußeren Ringes abhängig ist. Aufgrund dieser Erkenntnis konnte das Verfahren für die Verschmutzungsversuche nicht angewendet werden.

Zur Ermittlung des Wasserschluckwertes der fertiggestellten Befestigung im Feldversuchsstand wurde ein Versuch mit einem Einzelrohr angewendet. Für diesen Versuch wird ein Kunststoffrohr mit einem Durchmesser von 100 mm auf die zu prüfende Fläche aufgestellt und mit einer Dichtmasse von außen am Fuß abgedichtet. Anschließend wird das Rohr mit Wasser befüllt und die Absinkzeit des Wasserspiegels zwischen zwei definierten Messmarken gemessen. Aus der erfassten Absinkzeit und dem ermittelten Durchfluss wird der Wasserschluckwert bestimmt. Dieser ist mit seitlichen und diagonal nach unten gerichteten Abflüssen behaftet, so dass sich im Vergleich zum Doppelringinfiltrometer ein höherer Wasserschluckwert ergibt.

Zur Bestimmung des Verschmutzungsverhaltens von den im Feldversuchsstand hergestellten Befestigungen wurde zunächst eine Untersuchungssystematik entwickelt. Die Versuchfelder sind dabei durch Markierungen in eine definierte Anzahl von Planquadraten eingeteilt worden. Jedes Quadrat hatte eine Größe von 30×30 cm. Um eine Beeinflussung der benachbarten Planquadrate bei der Bestimmung des Wasserschluckwertes auszuschließen, wurden die Untersuchungen an jedem dritten Quadrat durchgeführt. In der Abbildung 5.7 ist das Untersuchungsraaster der beiden Versuchfelder schematisch dargestellt. An den mit „x“ gekennzeichneten Planquadraten wurden die Wasserschluckwerte bestimmt.

Um eine fortschreitende Verschmutzung simulieren zu können, wurden die ausgewählten Prüfquadranten kontinuierlich verschmutzt. Dazu wurde der zu prüfende Quadrant oberflächlich mit einer Dichtungsmasse vom Rest der Fläche abgetrennt. Anschließend wurde das Schmutzgemisch mit der gleichen Zusammensetzung wie bei den Laboruntersuchungen im trockenen Zustand auf den Prüfquadranten aufgebracht. Die Beaufschlagung mit dem Schmutzgemisch erfolgte mit den Einzelmengen von 500 g/m^2 und wurde solange gesteigert, bis eine Abdichtung der Befestigung an dieser Stelle erreicht war und kein Absinken des Wasserspiegels im Standrohr mehr erfolgte.

Die jeweils aufzubringende Schmutzmenge wurde im Labor eingewogen und auf die Untersuchungsstelle (Planquadrat) aufgebracht. Die ersten Versuche zeigten, dass die Auswirkung der Verschmutzung auf die Durchlässigkeit auch von der nach der ersten Messung aufgetragenen Wassermenge abhängig ist. Wegen der in Vorversuchen festgestellten Abhängigkeit der Durchlässigkeit von der eingespülten Wassermenge wurden pro Verschmutzungsstufe 9 Einzelversuche durchgeführt, um konstante Verhältnisse zu erreichen.

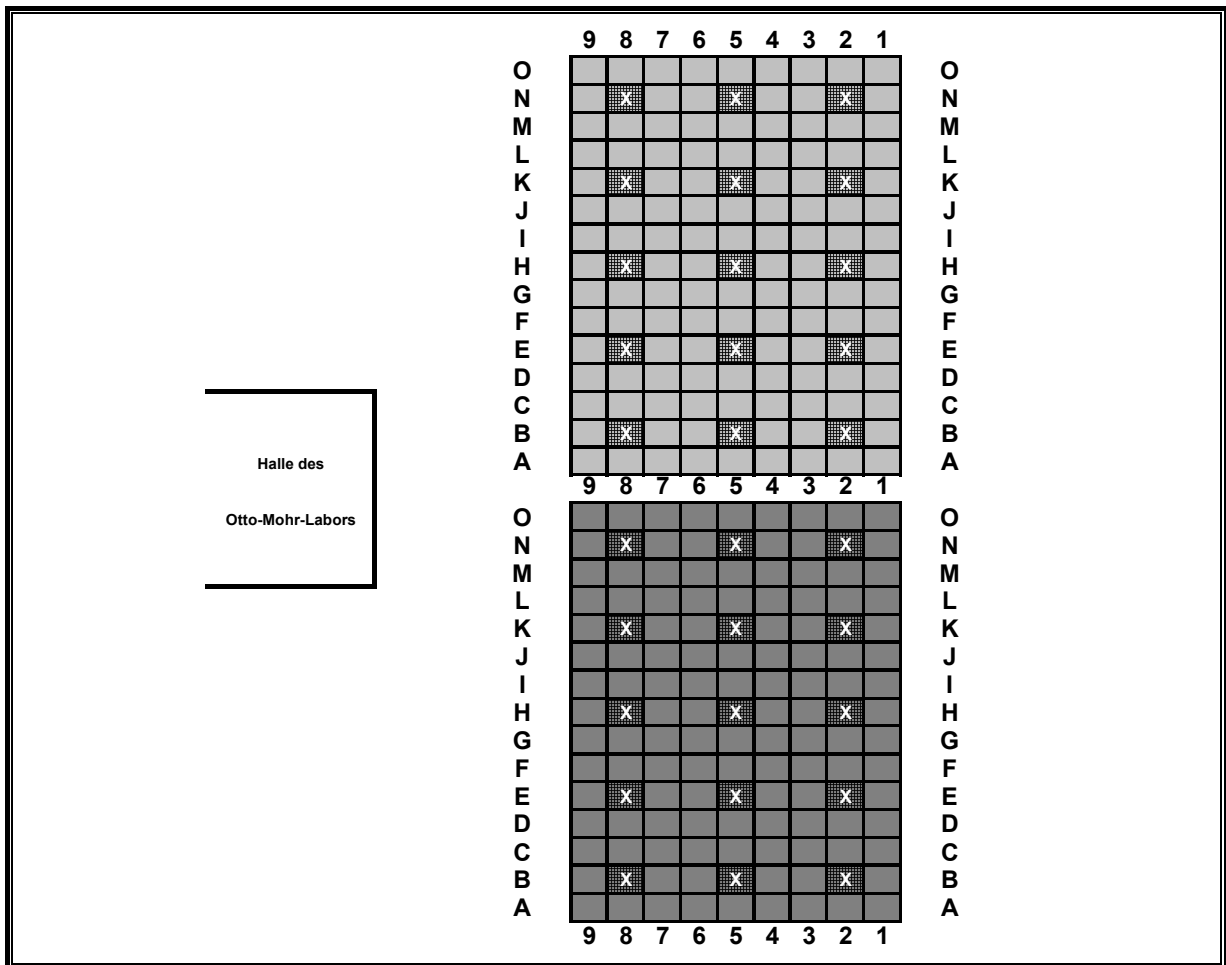


Abbildung 5.7: Schematische Darstellung des Untersuchungsrasters im Feldversuchsstand

Zur Bestimmung des Verschmutzungsverhaltens wurden auf beiden Versuchsfeldern im Feldversuchsstand mehrere Versuchsreihen durchgeführt. Die genaue Beschreibung der einzelnen Reihen geht aus Tabelle 6 hervor.

Nummer	Versuchsbeschreibung
1	„Abnahmeprüfung“ auf WDA 0/8 (ohne Verschmutzung)
2	„Abnahmeprüfung“ auf Pflaster (ohne Verschmutzung)
3	„Abnahmeprüfung“ auf WAT 0/22 (ohne Verschmutzung)
4	Verschmutzungsversuche auf WDA 0/8
5	Verschmutzungsversuche auf Pflaster mit Vliesstoff
6	Verschmutzungsversuche auf WAT 0/22 mit Vliesstoff ohne Vorverschmutzung
7	Verschmutzungsversuche auf WAT 0/22 mit Vliesstoff mit Vorverschmutzung
8	Verschmutzungsversuche auf Pflaster ohne Vliesstoff
9	Verschmutzungsversuche auf WAT 0/22 ohne Vliesstoff ohne Vorverschmutzung
10	Verschmutzungsversuche auf WAT 0/22 ohne Vliesstoff mit Vorverschmutzung

Tabelle 6: Beschreibung der durchgeführten Versuchsreihen im Feldversuchsstand

6 Auswertung, Darstellung und Diskussion der Untersuchungsergebnisse

6.1 Allgemeines

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte in mehreren Schritten. Bei den Untersuchungen mit einer beschränkten Anzahl von Einzelwerten konnten bei der Auswertung statistische Verfahren nur teilweise angewendet werden. Sofern bei einer Messreihe mindestens drei Einzelwerte vorhanden waren, konnten zunächst mit Hilfe von Ausreißertests die abweichenden Messwerte festgestellt und ausgeschlossen werden. Die Ausreißerprüfung erfolgte in Anlehnung an das Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen [FGSV, 78/03]. Nach dem Ausschließen der möglichen Ausreißer sind aus den verträglichen Messwerten einer Messreihe als Ergebnis das arithmetische Mittel und die Standardabweichung berechnet worden. Die Mischgutherstellung und Versuchsdurchführung erfolgten unter Wiederholbedingungen. Die Ergebnisse aller Prüfungen wurden im Vergleich der untersuchten Mischgutvarianten bezüglich des Prüfmerkmals gegenübergestellt. In diesem Vergleich werden die einzelne Messreihen durch den Mittelwert beschrieben.

6.2 Ergebnisse der Eignungsprüfungen

Bei der Überprüfung der im Merkblatt MwBV [FGSV, 1998] vorgeschriebenen Intervalle für die Korngrößenverteilung bezüglich einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit wurden die Marshallprobekörper und die Bohrkerns mit zwei unterschiedlichen Durchmesser (ca. 100 mm und 150 mm) untersucht. In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse der durchgeführten Eignungsprüfungen zusammengestellt. Die Eignungsprüfungen sind im Anhang als Anlage 2.1 bis 2.9 diesem Bericht beigefügt. Die in Tabelle 7 angegebenen Hohlraumgehalte sind Mittelwerte aus jeweils drei Einzelergebnissen. Die Ergebnisse der im Rahmen der Eignungsprüfungen durchgeführten Wasserdurchlässigkeitsuntersuchungen nach DIN EN 12696 - 19 sind in den Abbildungen 6.1 und 6.2 dargestellt. Die abgebildeten Diagrammbalken stellen die Mittelwerte aus jeweils drei Einzelergebnissen für jede Mischgutvariante dar. Beim WDA 0/8 wurden zwei unterschiedliche Bindemittelarten verwendet. Die Abbildung 6.1 zeigt beim WDA 0/8 den Einfluss der verwendeten Bindemittelart (50/70 und PmB 45 A) auf die Wasserdurchlässigkeit der Marshall-Probekörper. Die Abbildungen 6.3 und 6.4 zeigen den Einfluss der unterschiedlichen Probekörperherstellung auf die Wasserdurchlässigkeit.

Mischgutbezeichnung	Füllergehalt	Sandgehalt	Splittgehalt	Bindemittelgehalt	Hohlraumgehalt H _{bit} (EP, MPK)
	[M.- %]	[M.- %]	[M.- %]	[M.- %]	[Vol.- %]
WA_0-8_50-70_O_5,2	6,0	14,0	80,0	5,2	16,1
WA_0-8_50-70_O_5,5				5,5	15,2
WA_0-8_50-70_O_5,8				5,8	14,7
WA_0-8_50-70_M_5,2	5,0	10,0	85,0	5,2	19,7
WA_0-8_50-70_M_5,5				5,5	18,6
WA_0-8_50-70_M_5,8				5,8	18,1
WA_0-8_50-70_U_5,2	4,0	6,6	89,4	5,2	23,0
WA_0-8_50-70_U_5,5				5,5	22,4
WA_0-8_50-70_U_5,8				5,8	21,8
WA_0-8_45_O_5,2	6,0	14,0	80,0	5,2	15,6
WA_0-8_45_O_5,5				5,5	14,9
WA_0-8_45_O_5,8				5,8	14,3
WA_0-8_45_M_5,2	5,0	10,0	85,0	5,2	19,1
WA_0-8_45_M_5,5				5,5	18,5
WA_0-8_45_M_5,8				5,8	17,9
WA_0-8_45_U_5,2	4,0	6,6	89,4	5,2	22,7
WA_0-8_45_U_5,5				5,5	21,6
WA_0-8_45_U_5,8				5,8	21,1
WA_0-22_70-100_O_4,0	6,0	13,8	80,2	4,0	16,4
WA_0-22_70-100_O_4,3				4,3	15,7
WA_0-22_70-100_O_4,6				4,6	15,1
WA_0-22_70-100_M_4,0	5,5	8,8	85,7	4,0	21,9
WA_0-22_70-100_M_4,3				4,3	20,8
WA_0-22_70-100_M_4,6				4,6	20,5
WA_0-22_70-100_U_4,0	4,0	6,0	90,0	4,0	27,2
WA_0-22_70-100_U_4,3				4,3	25,9
WA_0-22_70-100_U_4,6				4,6	25,2

Tabelle 7: Eigenschaften von WDA 0/8 und WDA 0/22 aus Voruntersuchungen

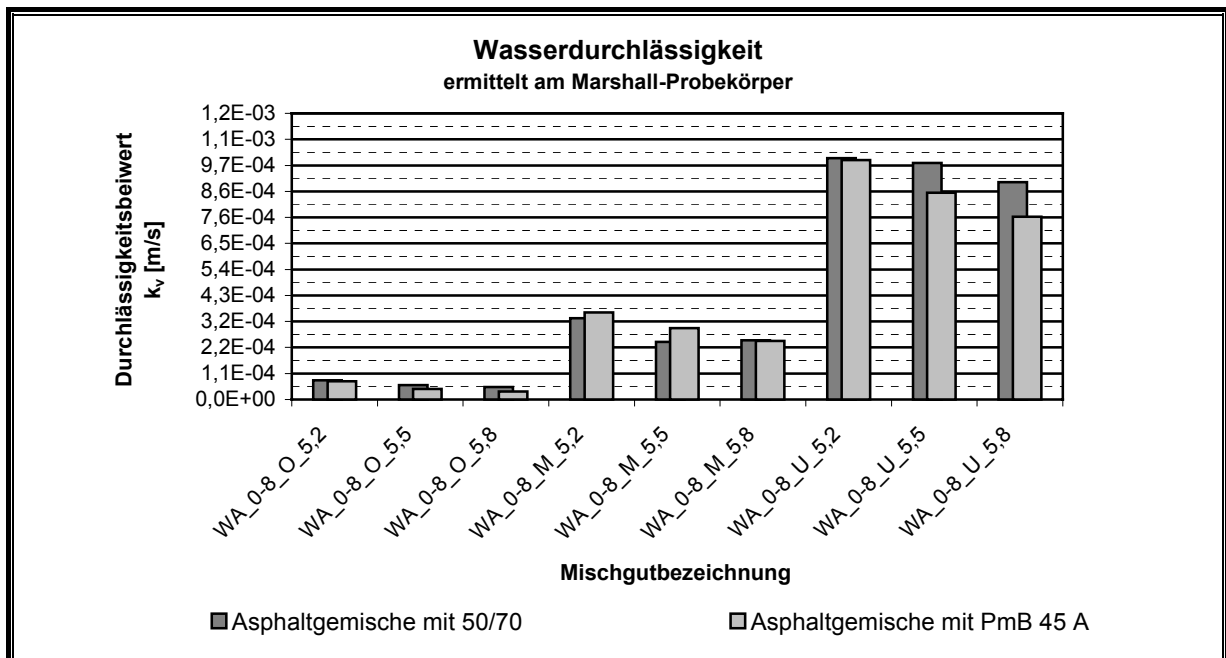


Abbildung 6.1: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/8 (Voruntersuchungen)

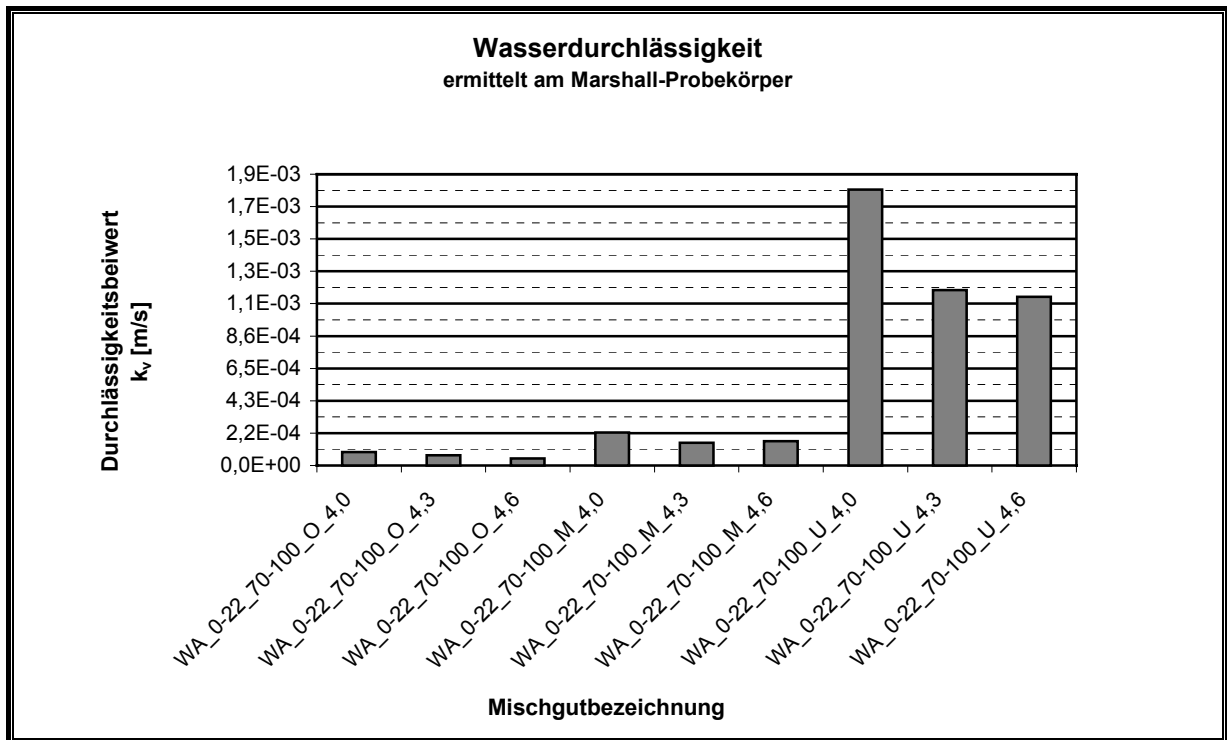


Abbildung 6.2: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/22 (Voruntersuchungen)

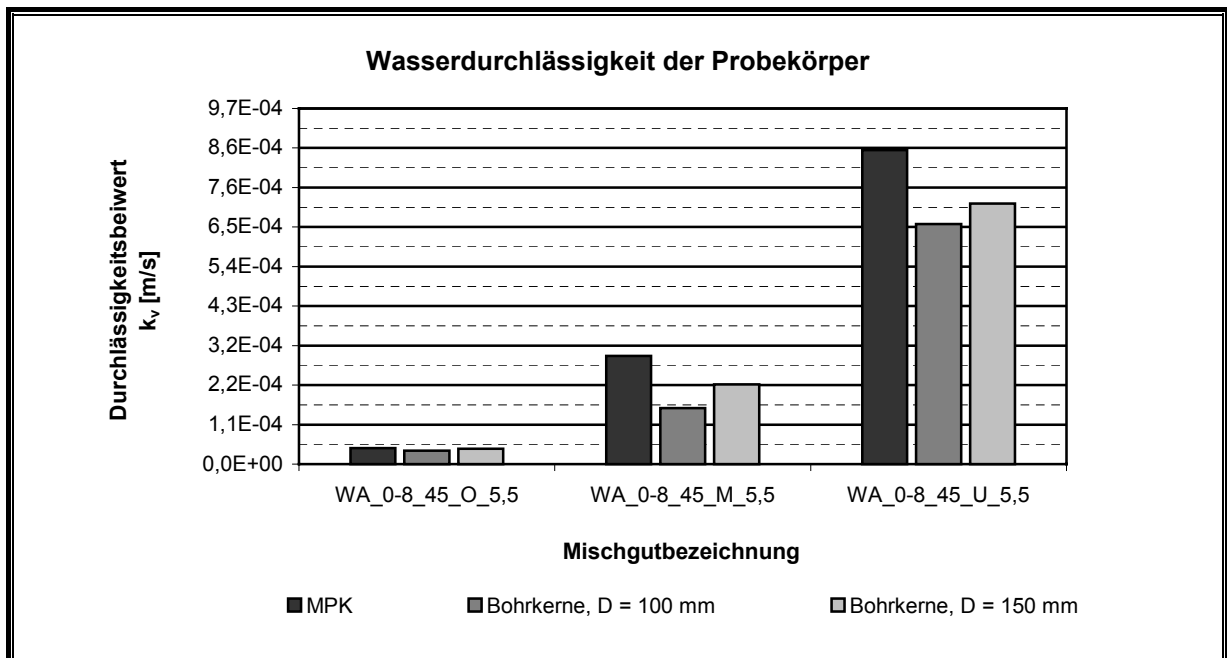


Abbildung 6.3: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/8 (ermittelt am MPK, BK100, BK150)

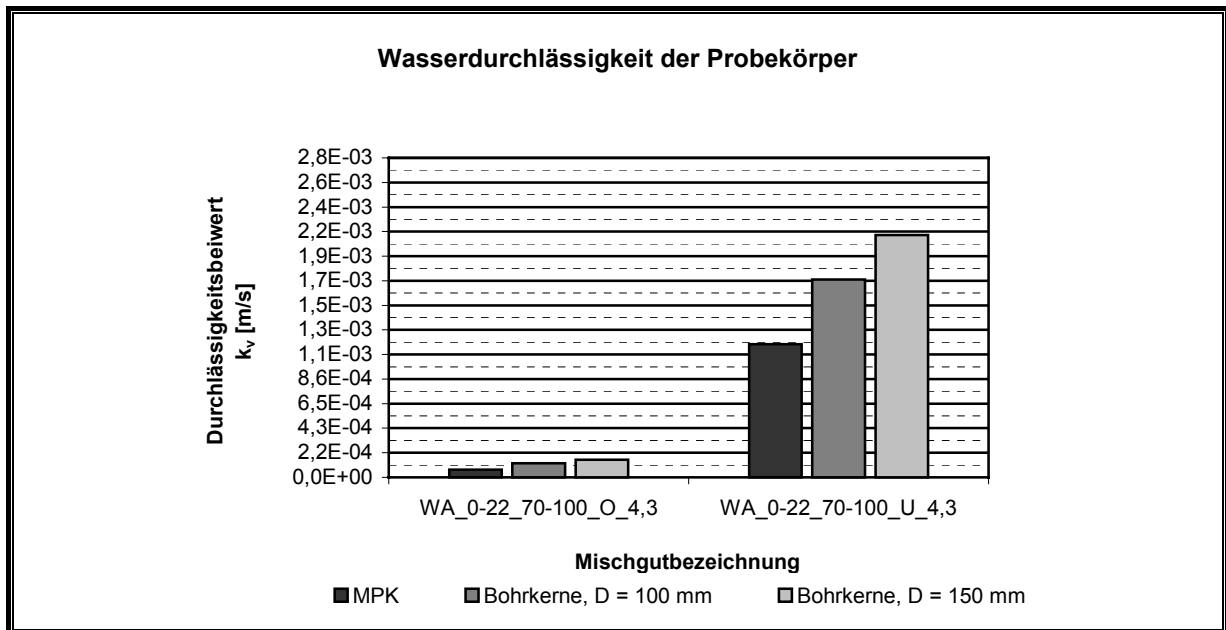


Abbildung 6.4: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/22 (ermittelt am MPK, BK100, BK150)

In der Tabelle 8 sind die Eigenschaften der ausgewählten Asphaltgemische zur Untersuchung des mechanischen Verhaltens, Alterungsverhaltens und des Verschmutzungsverhaltens zusammengefasst.

Mischgutbezeichnung	Füllergehalt [M.- %]	Sandgehalt [M.- %]	Splittgehalt [M.- %]	Bindemittelgehalt [M.- %]	Hohlraumgehalt H _{bit} (EP, MPK) [Vol.- %]
AB_0-8_50-70_6,7	8,8	41,2	50,0	6,7	3,1
AT_0-22_70-100_4,3	7,1	29,9	63,0	4,3	7,7
WA_0-8_50-70_OP_5,5	4,7	13,6	81,7	5,5	16,4
WA_0-8_45_OP_5,5	4,7	13,6	81,7	5,5	16,3
WA_0-8_45_OPM_5,5	4,0	8,6	87,4	5,5	19,5
WA_0-8_45_OPU_5,5	4,0	6,9	89,1	5,5	21,8
WA_0-22_70-100_OP_4,3	4,7	12,6	82,7	4,3	16,8
WA_0-22_70-100_OPM_4,3	5,5	9,5	85,0	4,3	18,6
WA_0-22_70-100_OPU_4,3	5,5	8,8	85,7	4,3	20,8
WT_0-22_70-100_OP_3,6	6,1	13,9	80,0	3,6	13,3

Tabelle 8: Eigenschaften der ausgewählten Asphaltvarianten

Die im Merkblatt MwBV [FGSV, 1998] angegebenen Zusammensetzungen wurden im Rahmen der durchgeführten Eignungsprüfungen für WDA 0/8 und WDA 0/22 im Hinblick auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit ($k_v \geq 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$) überprüft. Die Abbildungen 6.1 und 6.2 zeigen die ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für jede untersuchte Asphaltvariante des WDA 0/8 und WDA 0/22. Die Ergebnisse zeigen, dass beim WDA 0/8 die Mischgutvarianten mit einer Korngrößenverteilung an der oberen Grenze des Sieblinienintervalls (MwBV) die Mindestanforderung an die Wasserdurchlässigkeit von $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ nur bei Verwendung des Mindestbindemittelgehaltes einhalten können. Wie die

Ergebnisse in der Tabelle 7 zeigen, wird der Hohlraumgehalt beim wasserdurchlässigen Asphalt durch die Korngrößenverteilung maßgebend beeinflusst. Eine Korngrößenverteilung an der oberen Grenze im Sieblinienintervall und einem Bindemittelgehalt oberhalb der Mindestanforderung liefert beim WDA 0/8 einen Hohlraumgehalt, bei dem eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Probekörper nicht gewährleistet werden kann. Dagegen liefert eine Korngrößenverteilung beim WDA 0/22 bereits am oberen Grenzbereich einen Hohlraumgehalt, bei dem die geforderte Wasserdurchlässigkeit von $5,4 \times 10^{-5}$ m/s gewährleistet werden kann.

Die Ergebnisse in den Abbildungen 6.3 und 6.4 verdeutlichen den Einfluss der Verdichtungsart auf die Wasserdurchlässigkeit der Probekörper bei den wasserdurchlässigen Asphaltarten 0/8 und 0/22. Mit steigendem Anteil an grober Gesteinskörnung nimmt der Einfluss der Verdichtungsart bei beiden Asphaltarten deutlich zu. Beim WDA 0/8 liefert der MPK im Vergleich zum Bohrkern aus der Walzsektorplatte einen deutlich höheren Durchlässigkeitsbeiwert. Beim WDA 0/22 liegt die Durchlässigkeit der Marshallprobekörper auf einem niedrigeren Niveau, als bei den Bohrkernen.

Bei WDA 0/8 nimmt die Wasserdurchlässigkeit des Marshallprobekörpers mit dem steigenden Grobkornanteil mehr zu, als bei einem Bohrkern aus der Walzsektorplatte. Bei grobkörnig zusammengesetzten Mischgutvarianten besitzt die Bohrkerngröße beim WDA 0/8 einen geringen Einfluss auf die Wasserdurchlässigkeit. Die Bohrkern mit dem Durchmesser von 150 mm weisen beim WDA 0/8 tendenziell eine geringfügig höhere Wasserdurchlässigkeit auf, als die Bohrkern mit dem Durchmesser von 100 mm.

6.3 Wasserdurchlässigkeitsuntersuchungen

Nach Überprüfung der Grenzwerte erfolgte eine Optimierung der Korngrößenverteilung des wasserdurchlässigen Asphaltes (0/8 und 0/22) im Hinblick auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit. Des Weiteren wurde eine Eignungsprüfung für die wasserdurchlässige Asphalttragschicht nach ZTV T-StB konzipiert. Dabei erfolgte die Optimierung des Gemisches im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen hinsichtlich ausreichender Wasserdurchlässigkeit. Die Ergebnisse der durchgeführten Wasserdurchlässigkeitsversuche der für weitere Untersuchungen ausgewählten Asphaltgemische sind in den Abbildungen 6.5 und 6.6 dargestellt. Die Durchlässigkeitsbeiwerte sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Mischgutvariante und der Herstellungsart aufgetragen und stellen jeweils Mittelwerte aus sechs Einzelwerten dar. Der Zusammenhang zwischen der Durchlässigkeit und dem Hohlraumgehalt ist in den Abbildungen 6.7 und 6.8 dargestellt.

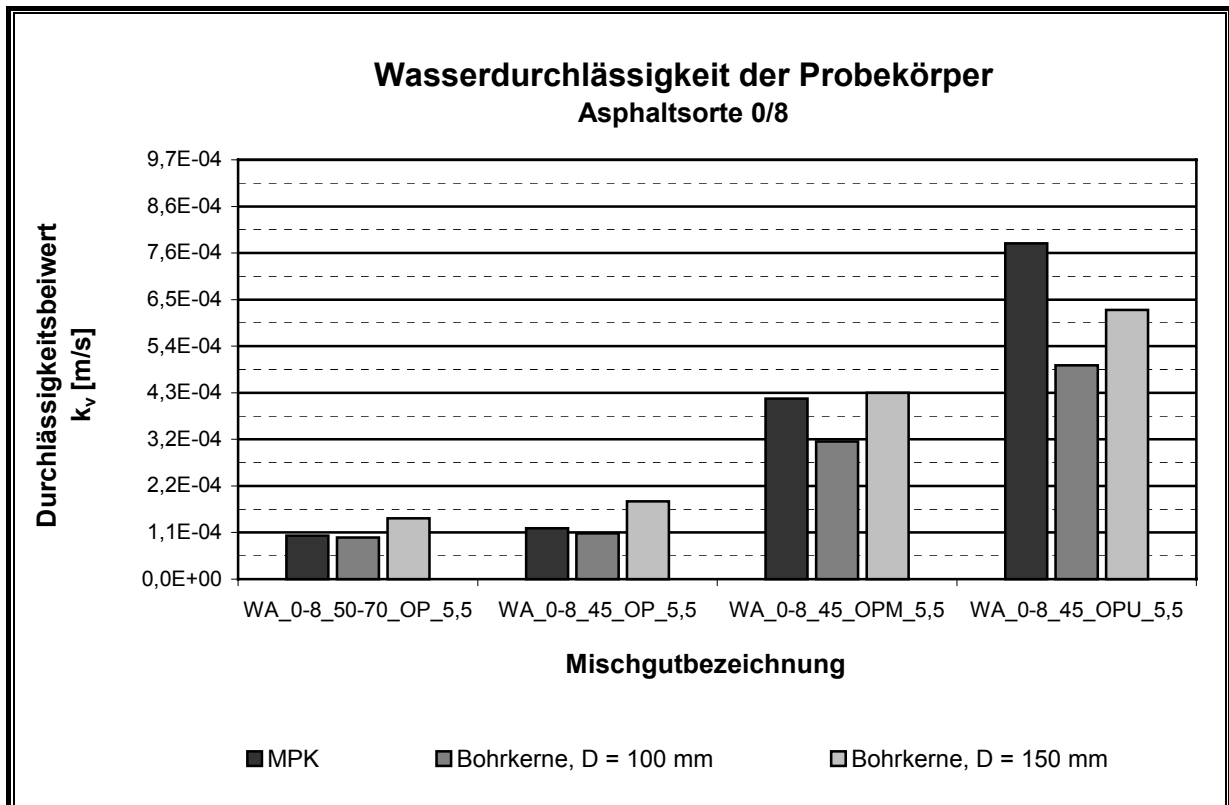


Abbildung 6.5: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/8 (ausgewählte Asphaltgemische)

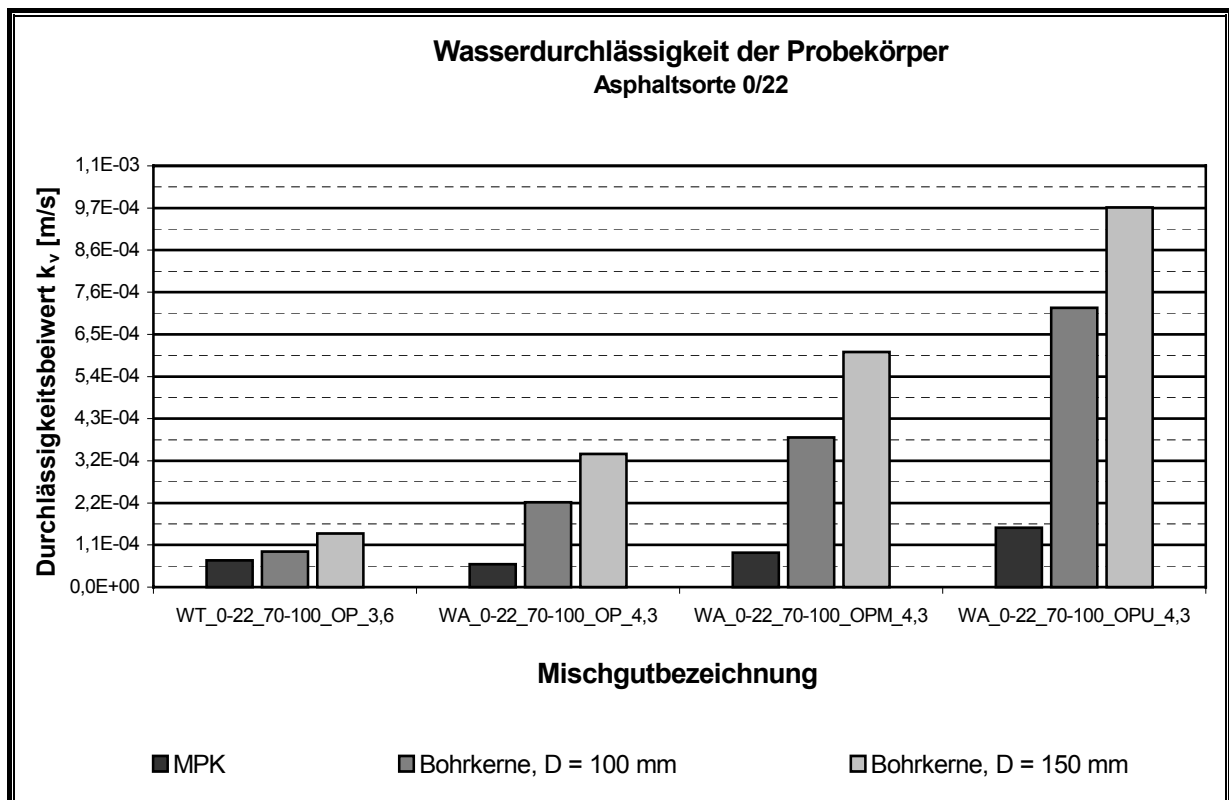


Abbildung 6.6: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/22 (ausgewählte Asphaltgemische)

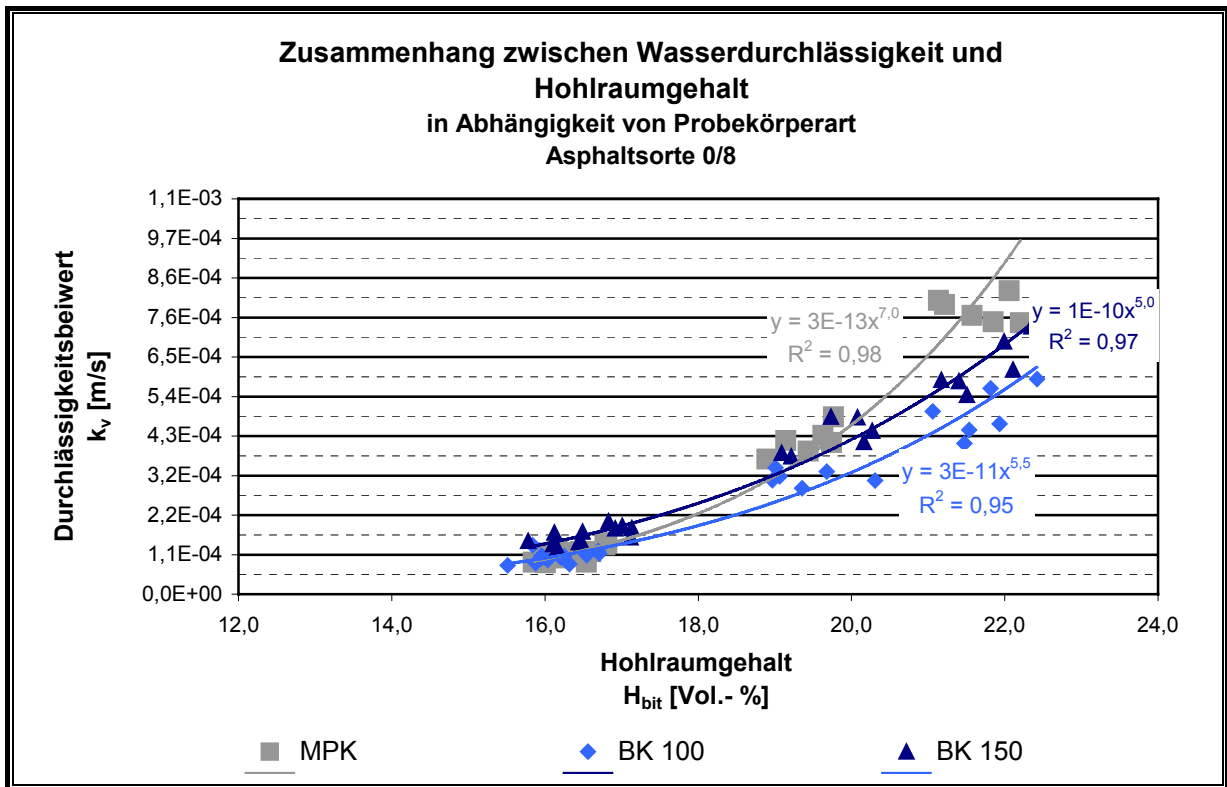


Abbildung 6.7: Zusammenhang zwischen Durchlässigkeitsbeiwert und Hohlraumgehalt beim WDA 0/8 (ausgewählte Gemische)

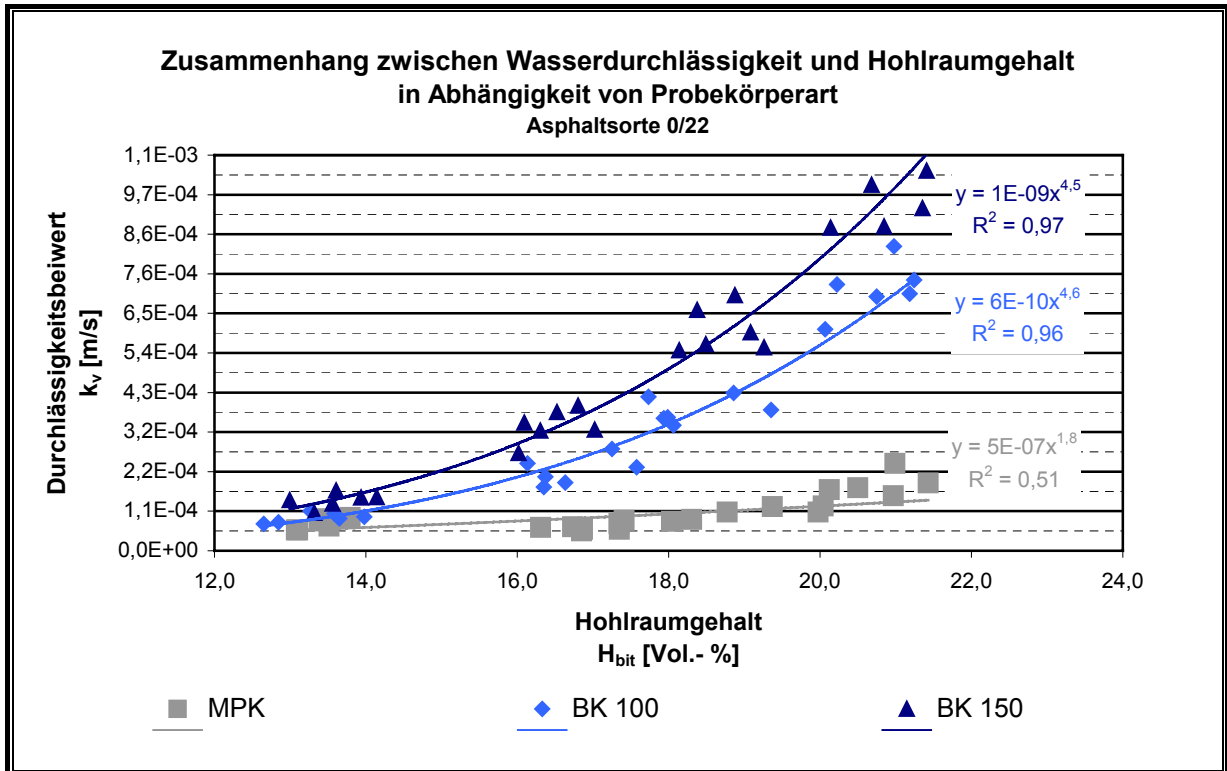


Abbildung 6.8: Zusammenhang zwischen Durchlässigkeitsbeiwert und Hohlraumgehalt beim WDA 0/22 und WAT 0/22 (ausgewählte Gemische)

Die Abbildungen 6.5 und 6.6 zeigen die Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfungen der optimierten Mischgutvarianten in Abhängigkeit von der Herstellungsart der Probekörper. Bei der Optimierung der Asphaltgemische wurde die Durchlässigkeit am Marshallprobekörper als maßgebend zugrunde gelegt. Dabei wurde die 1,5 bis 2-fache Wasserdurchlässigkeit des Mindestanforderungswertes von $5,4 \times 10^{-5}$ m/s angestrebt. Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass dieses Niveau bei den optimierten Gemischen zwar erreicht werden konnte, die Wasserdurchlässigkeit jedoch geringfügig durch die Art der Probekörperherstellung beeinflusst wird.

Die Abbildungen 6.7 und 6.8 zeigen beim WDA 0/8 und WDA 0/22 den Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit und dem Hohlraumgehalt abhängig von der Probekörperart. Bei beiden Asphaltarten (0/8 und 0/22) kann ein potenzieller Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit und dem Hohlraumgehalt festgestellt werden. Die Ergebnisse in den Abbildungen 6.7 und 6.8 zeigen, dass die Wasserdurchlässigkeit des Probekörpers nicht nur von seinem Hohlraumgehalt sondern auch von seiner Herstellungsart abhängig ist. Der Verlauf der Regressionskurve der Marshallprobekörper schneidet die beiden Kurvenverläufe der Bohrkerne und deutet somit auf eine unterschiedliche Hohlraumstruktur bei relativ gleichbleibendem Hohlraumgehalt. Der Herstellungsprozess scheint die Ausbildung der inneren Hohlraumstruktur im Probekörper im wesentlichen zu beeinflussen. Die Regressionskurven der Durchlässigkeitsbeiwerte bei den Bohrkerne weisen sowohl bei der Asphaltart 0/8 als auch bei der Sorte 0/22 einen nahezu parallelen Verlauf auf und deuten auf die ähnlichen Hohlraumstruktur.

Beim Vergleich der Untersuchungsergebnisse der beiden Asphaltarten (Abbildungen 6.7 und 6.8) kann festgestellt werden, dass bei einer feinkörnig zusammengesetzten Korngrößenverteilung die Durchlässigkeitsbeiwerte der MPK und der Bohrkerne auf vergleichbarem Niveau liegen. Mit zunehmendem Hohlraumgehalt, bedingt durch den steigenden Grobkornanteil, weichen die Durchlässigkeitsbeiwerte der MPK zunehmend ab. Beim WDA 0/8 steigt die Wasserdurchlässigkeit der MPK mit steigendem Hohlraumgehalt deutlicher an als bei den Bohrkerne. Bei der Asphaltart 0/22 bleiben die Durchlässigkeitsbeiwerte der MPK auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau und weisen sehr abweichende Ergebnisse auf. Mit der Abbildung 6.9 lässt sich eine mögliche Ursache für diesen Sachverhalt erklären.

Die Abbildung 6.9 zeigt ein Beispiel für die Ausbildung der Oberfläche eines MPK und eines Bohrkerne aus dem gleichen Asphaltmischgut des WDA 0/22. Es ist

deutlich zu erkennen, dass die beiden Probekörper eine sehr unterschiedliche Oberflächenstruktur aufweisen. Die Oberfläche des Bohrkerns ist offenerporiger und weist eine homogene, grobkörnige Beschaffenheit auf. Der MPK besitzt dagegen eine verklebte und deutlich feinkörnigere Oberflächenstruktur. Die Hohlräume an der Oberfläche sind unregelmäßig verteilt. Die geringeren Durchlässigkeitsbeiwerte der MPK beim WDA 0/22 lassen sich mit den zur Verfügung stehenden Hohlräumen an der Oberfläche des Probekörpers erklären. Durch die schlagende Verdichtung werden die feineren Gesteinskörnungen an der Oberfläche des Marshallprobekörpers aus WDA 0/22 zertrümmert. Die zertrümmerten Feinanteile verkleben und verstopfen kleinere Hohlräume im Oberflächenbereich, so dass beim WDA 0/22 der wirksame Anteil der Hohlräume an der Oberfläche des MPK im Vergleich zum Bohrkern deutlich geringer ausfällt. Durch die Walzverdichtung im Walzsektorverdichter erfährt die Probekörperoberfläche im Vergleich zum Marshallgerät eine geringere mechanische Beanspruchung. Dabei kann zwar eine Kornverfeinerung auftreten, es kommt jedoch im Vergleich zum MPK zu einer deutlich geringeren Kornzertrümmerung, so dass die Oberfläche der Walzsektorplatte eine homogenere Beschaffenheit und eine Struktur mit deutlich mehr Poren aufweist.



Abbildung 6.9: Beispiel für die Oberfläche eines MPK (links) und eines Bohrkerns (rechts) aus einem WDA 0/22

6.4 Alterung im Modelltopf

Zur Untersuchung des Alterungsverhaltens im „Modelltopf“ wurden Bohrkern aus den mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten verwendet. Die Alterungsversuche wurden jeweils an zwei Bohrkernen der jeweiligen Mischgutvariante durchgeführt. Anschließend wurde die Auswirkung der Alterung im Modelltopf auf die Eigenschaften des verwendeten Bindemittels untersucht. Bei Mischgutvarianten mit PmB 45 erfolgten die Alterungsversuche bei 50°C und bei 140°C. Bei allen übrigen Mischgutvarianten wurde die Beanspruchung im Modelltopf nur bei 140°C durchgeführt. Die festgestellten Eigenschaften des rückgewonnenen Bitumens gehen aus den Abbildungen 6.10 bis 6.13 hervor.

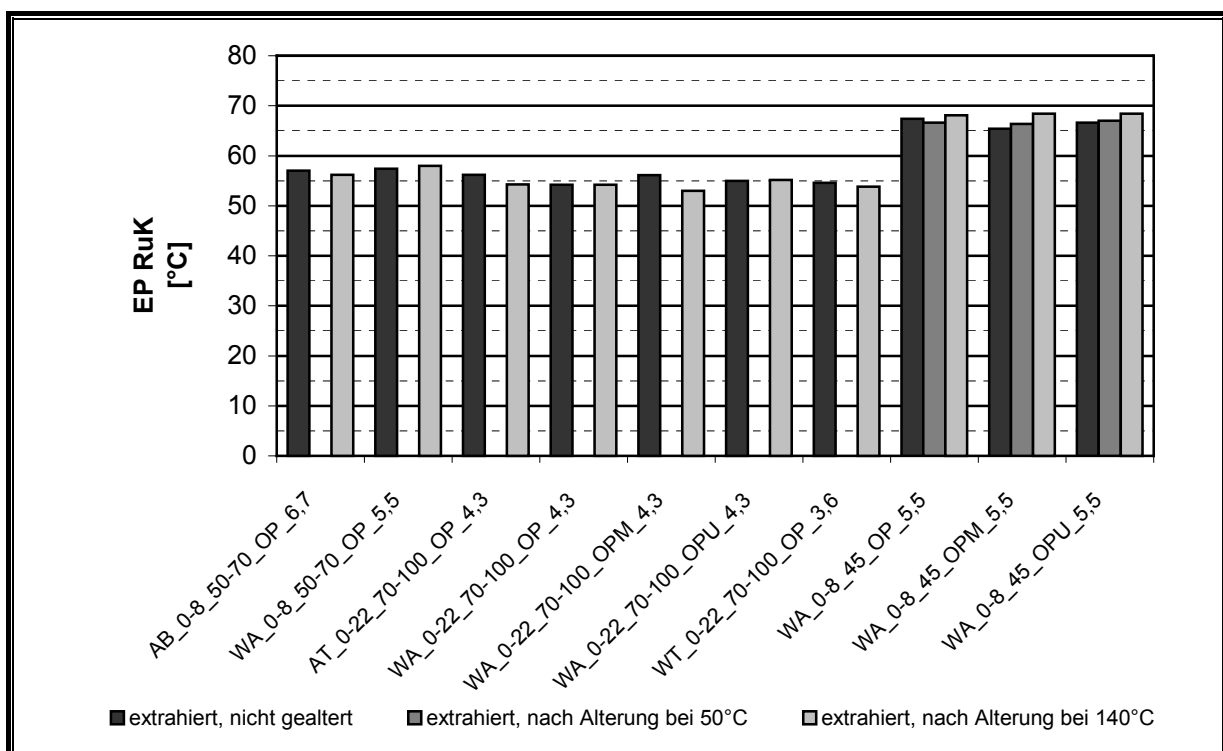


Abbildung 6.10: Erweichungspunkt Ring und Kugel von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (50/70, 70/100, PmB 45 A)

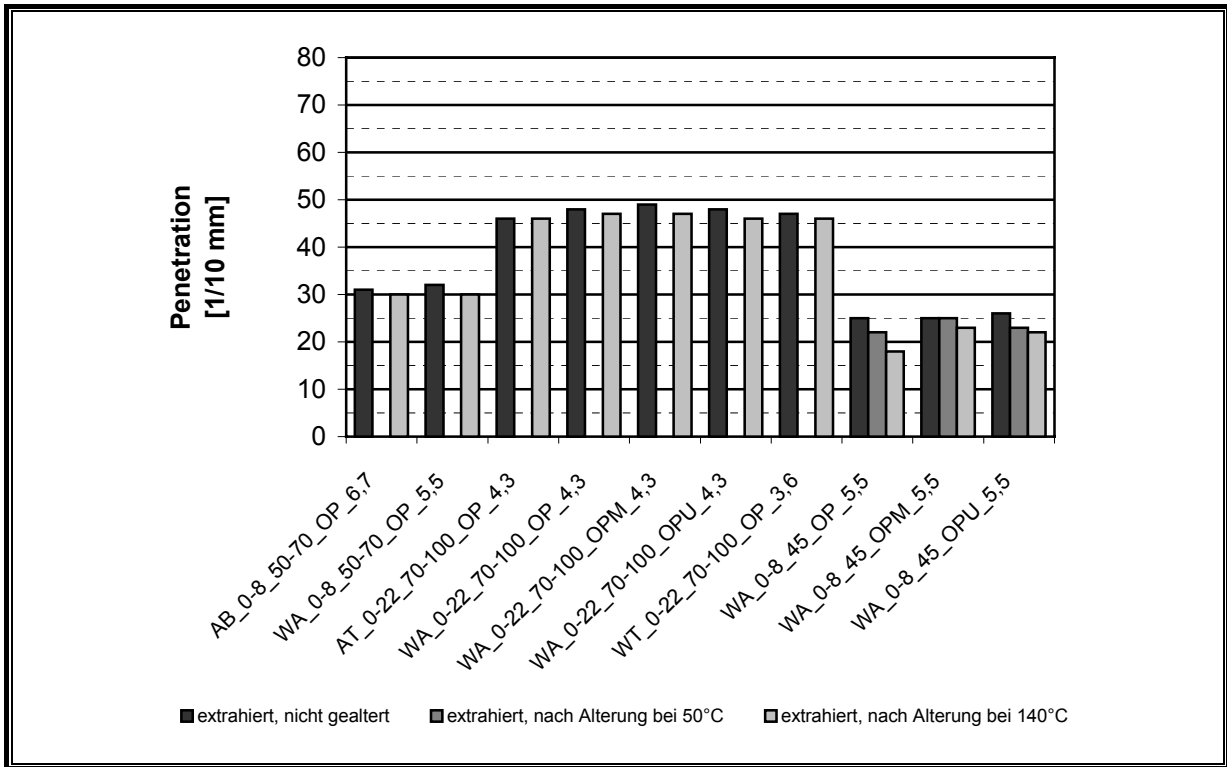


Abbildung 6.11: Nadelpenetration von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (50/70, 70/100, PmB 45 A)

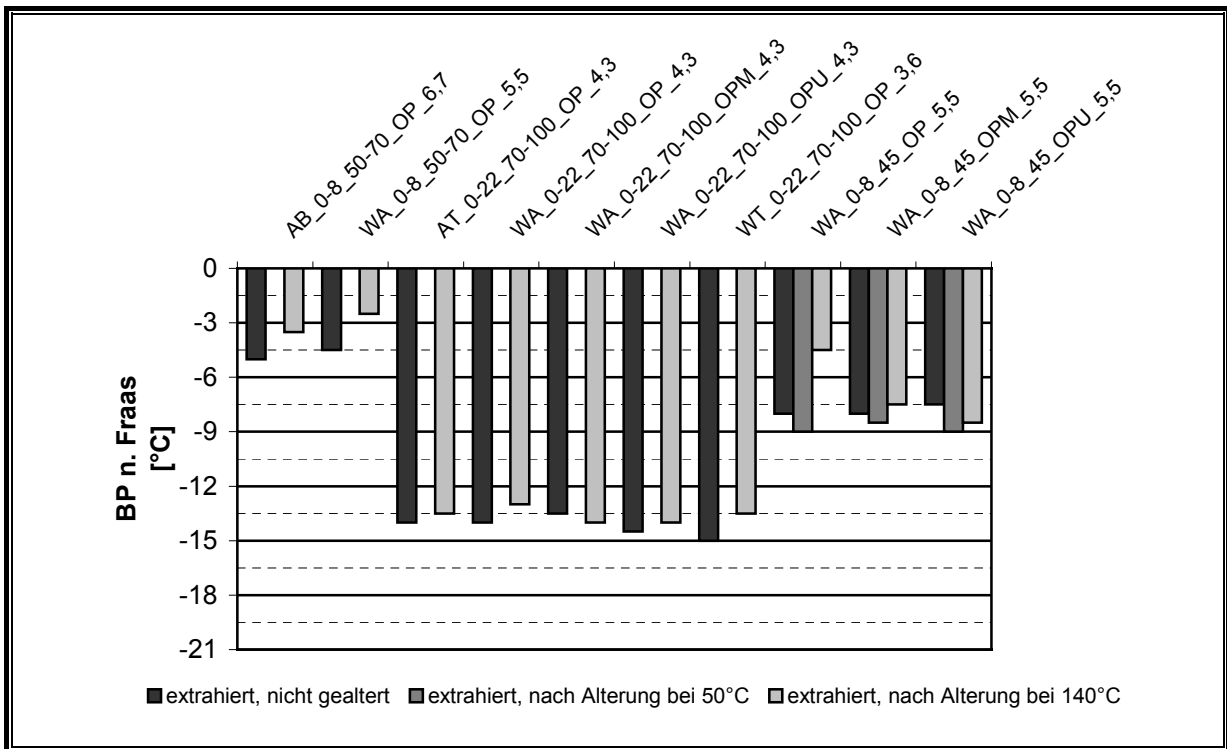


Abbildung 6.12: Brechpunkt nach Fraas von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (50/70, 70/100, PmB 45 A)

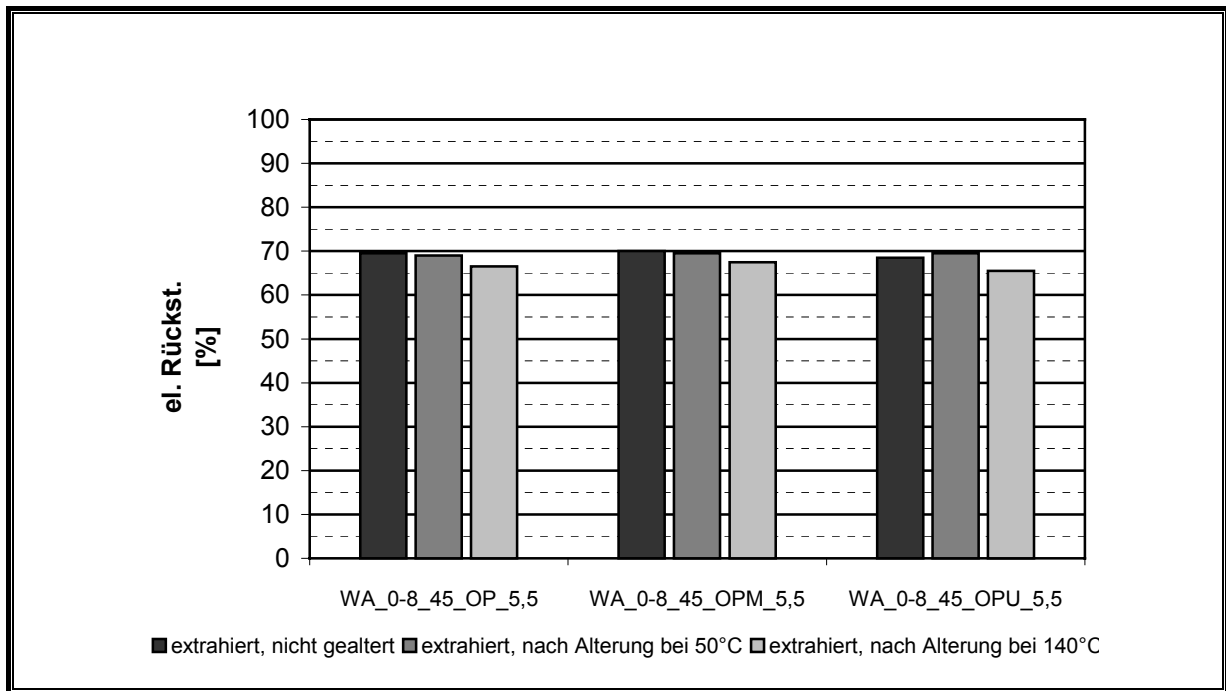


Abbildung 6.13: Elastische Rückstellung von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (PmB 45 A)

Bei Betrachtung der ermittelten Untersuchungsergebnisse der festgestellten Bindemittleigenschaften können keine signifikanten Unterschiede vor und nach der Beanspruchung im Modelltopf festgestellt werden. Die Werte des Erweichungspunktes Ring und Kugel (Abbildung 6.10) liegen beim Bitumen 70/100 und 50/70 sowohl vor als auch nach der Beanspruchung im Modelltopf auf einem vergleichbaren Niveau. Beim PmB 45 ist eine geringe Zunahme des EP RuK festzustellen, die auf eine Verhärtung des Bindemittels deutet. Anhand der Ergebnisse der Nadelpenetration (Abbildung 6.11) ist bei allen Mischgutvarianten mit Ausnahme von ATS 0/22 eine geringe Abnahme der Eindringtiefe nach der Beanspruchung im Modelltopf festzustellen. Die Ergebnisse des Brechpunktes nach Fraas zeigen sehr geringe Auswirkung der oxidativen Beanspruchung im Modelltopf auf das Bindemittel. Bei insgesamt acht von zehn untersuchten Mischgutvarianten konnte eine tendenzielle Abnahme des Brechpunktes nach Fraas festgestellt werden. Die elastische Rückstellung des untersuchten PmB 45 nimmt bei der Erhöhung der Beanspruchungstemperatur im Modeltopf tendenziell ab. Diese Abnahme ist jedoch als gering einzustufen.

6.5 Druckschwell- und Spaltzugschwellversuche

Zur Bestimmung des Verformungsverhaltens von wasserdurchlässigen Asphalten wurden aus jeder der ausgewählten Mischgutvariante 6 Marshallprobekörper hergestellt und im Druckschwellversuch gemäß TP A-StB [1999] untersucht. Auf

Grundlage der im Versuch ermittelten Merkmalgrößen wurde zur Beurteilung des Verformungsverhaltens die Dehnungsrate ϵ_w^* bestimmt. Nach statistischer Überprüfung ausreißerverdächtiger Werte sind aus den ermittelten Einzelergebnissen für jede Mischgutvariante die Mittelwerte berechnet worden. In den Abbildung 6.13 und 6.14 sind die ermittelten Dehnungsraten für jede untersuchte Mischgutvariante als Mittelwert dargestellt.

Zur Bestimmung des Rissverhaltens von wasserdurchlässigen Asphalten im Spaltzugschwellversuch wurden aus jeder ausgewählten Mischgutvariante 4 Bohrkerne mit dem Durchmesser von 150 mm verwendet. Die Ergebnisse der dynamischen Spaltzugschwellprüfung sind in den Abbildung 6.15 und 6.16 dargestellt. Die zur vergleichenden Beurteilung des Widerstandes gegen Rissbildung dargestellten Querdehnungsraten sind Mittelwerte aus den Einzelergebnissen nach Durchführung der Ausreißerprüfung.

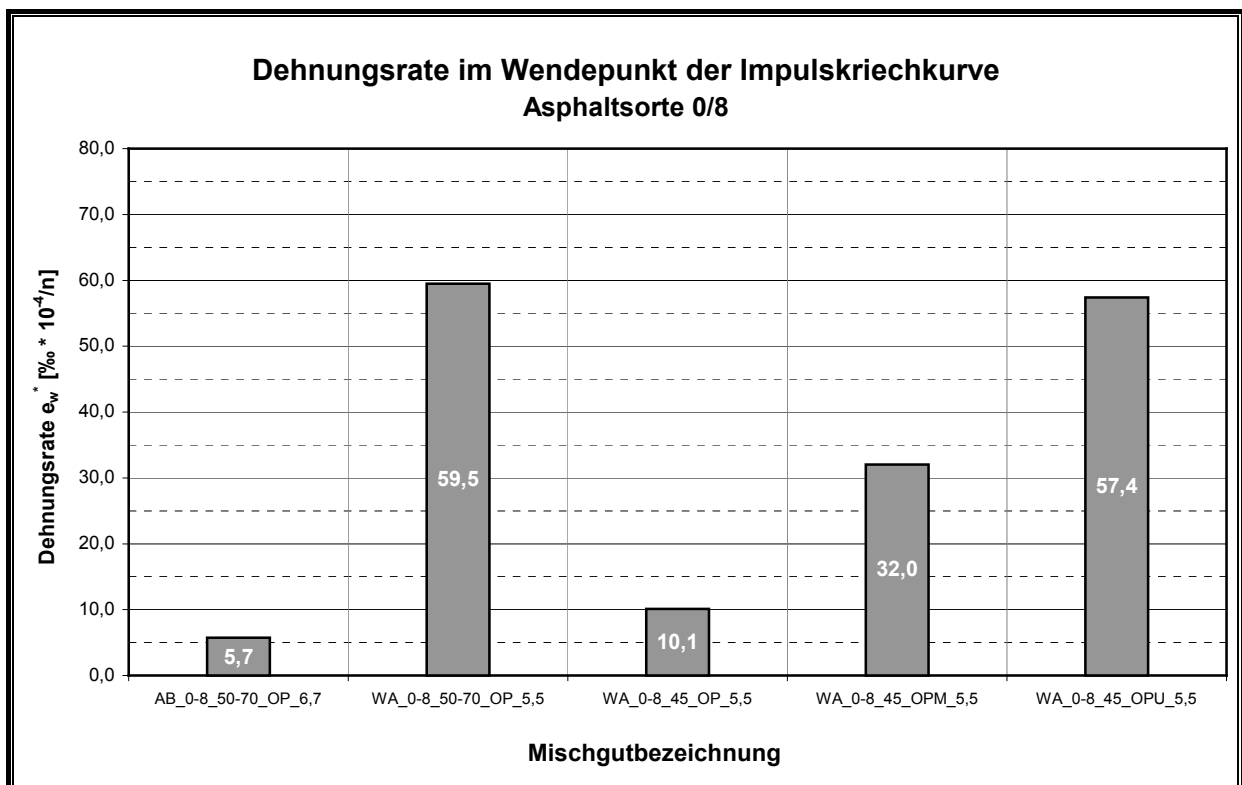


Abbildung 6.13: Dehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltsorte 0/8, ermittelt im Druckschwellversuch nach TP A-StB [1999]

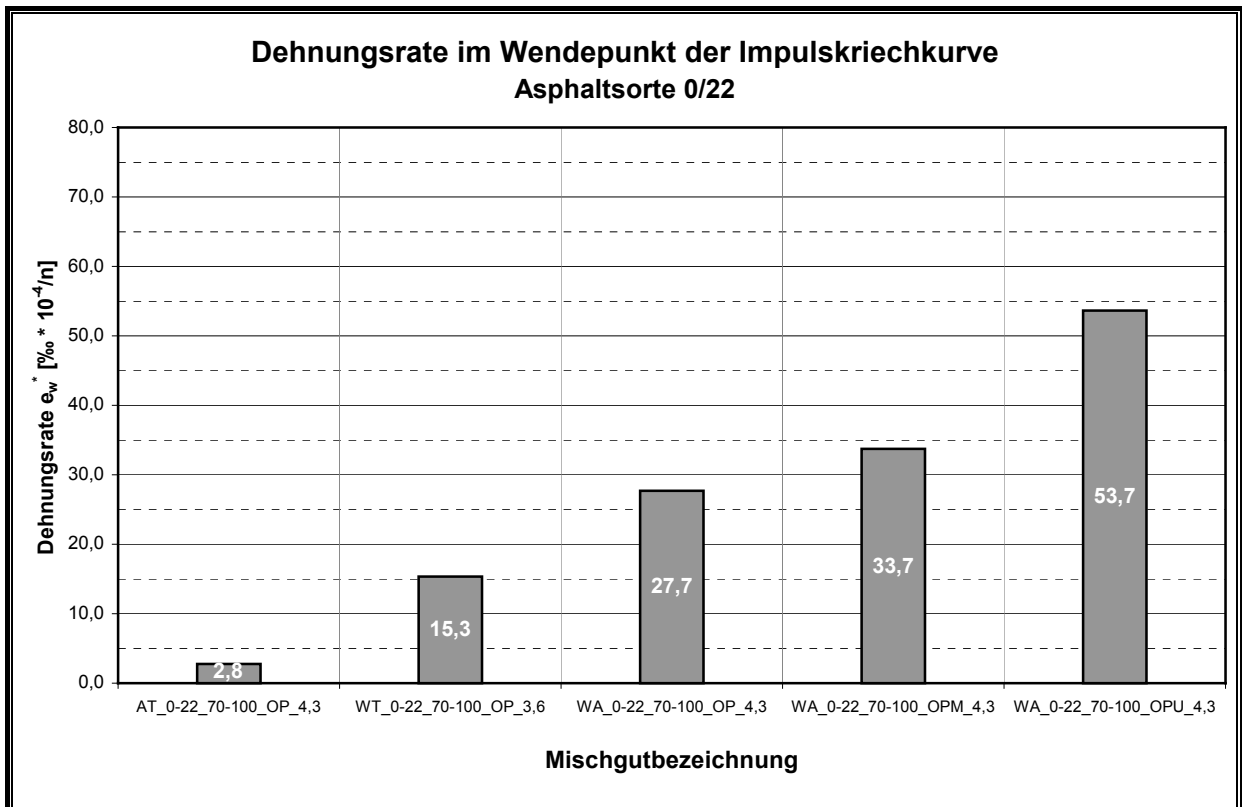


Abbildung 6.14: Dehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltsorte 0/22, ermittelt im Druckschwell-Versuch nach TP A-StB [1999]

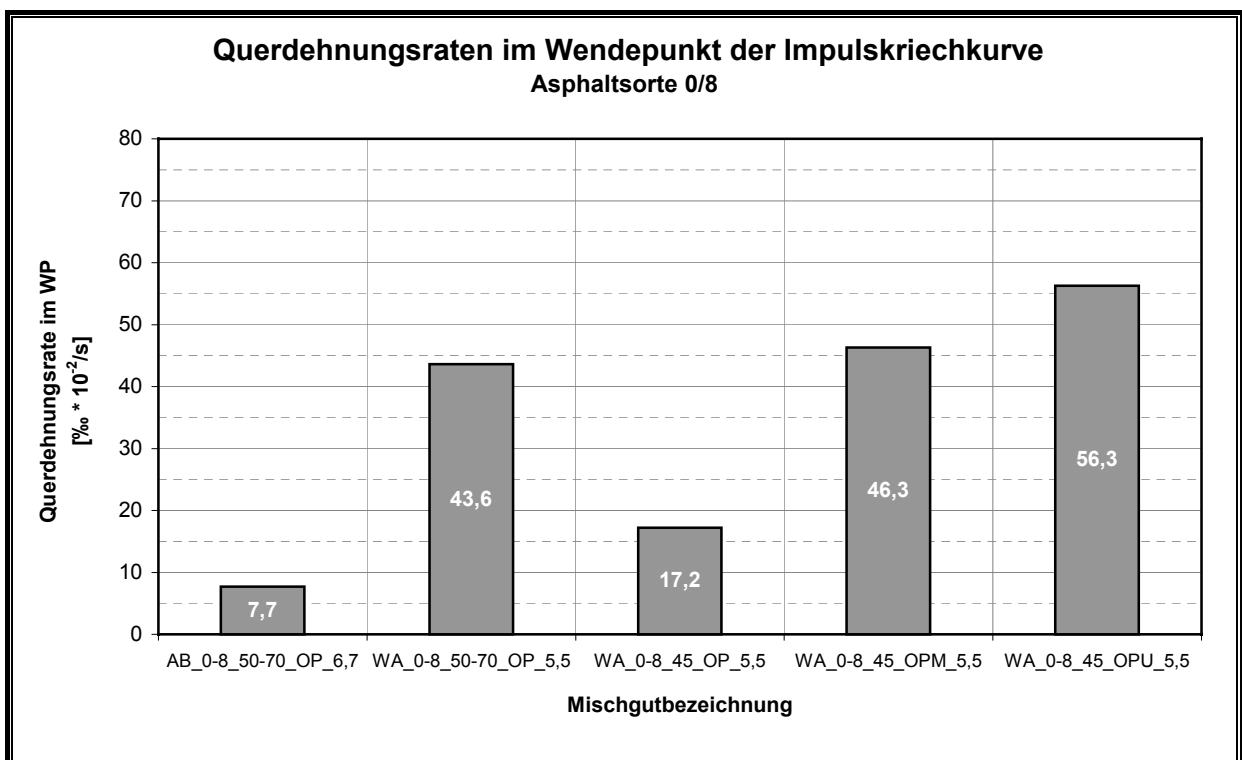


Abbildung 6.15: Querdehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltsorte 0/8

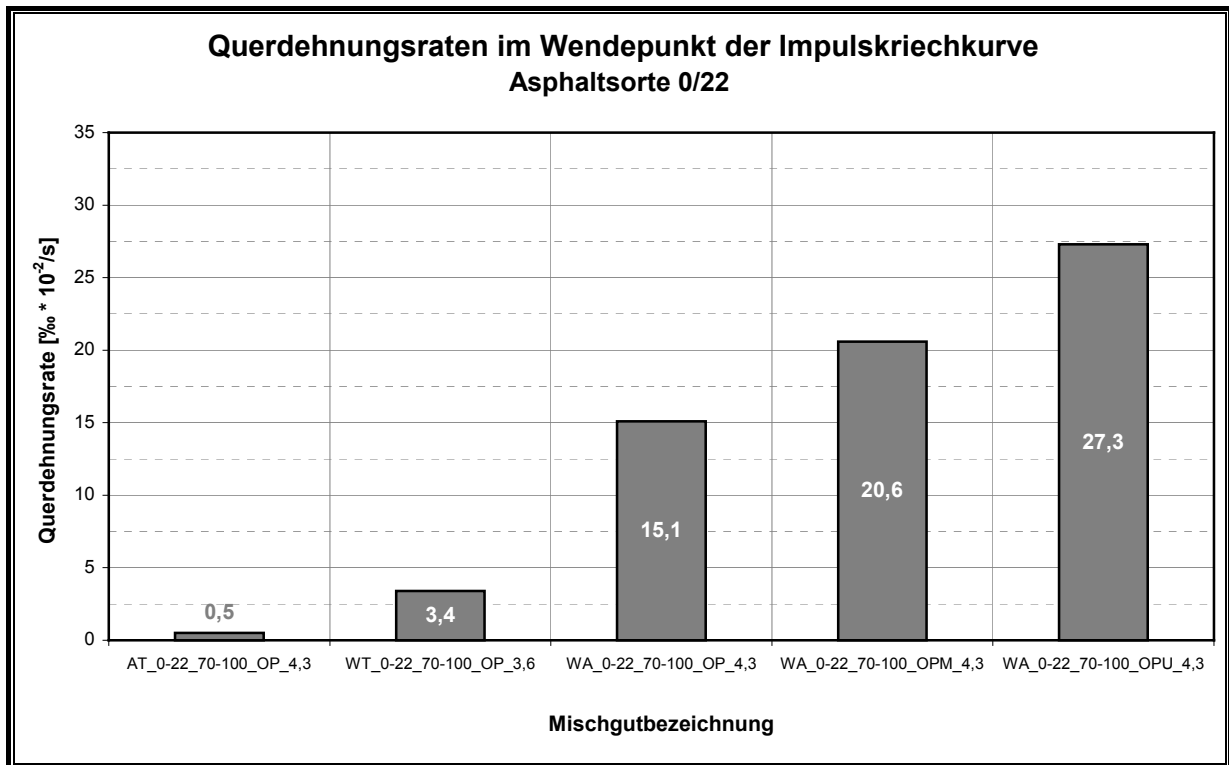


Abbildung 6.16: Querdehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltart 0/22

Die Ergebnisse in den Abbildungen 6.13 und 6.14 zeigen, dass wasserdurchlässiger Asphalt im Vergleich zum Asphaltbeton und Asphalttragschicht im dynamischen Druckschwellversuch einen geringeren Verformungswiderstand aufweist. Bei beiden Asphaltarten (0/8 und 0/22) besitzt der WDA vergleichsweise deutlich höhere Dehnungsraten.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse in der Abbildung 6.13, dass das verwendete Bindemittel beim WDA 0/8 einen deutlichen Einfluss auf das Verformungsverhalten hat. Im Vergleich zu 50/70 weist die Asphaltvariante mit dem PmB 45 beim vergleichbaren Hohlraumgehalt im Druckschwellversuch einen etwa 6-fach höheren Widerstand gegen Verformungen auf. Ein WDA 0/8 mit PmB 45 und einem Hohlraumgehalt von ca. 21,5 Vol.-% hat etwa die gleiche Dehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve wie ein WDA mit 50/70 und einem Hohlraumgehalt von ca. 16,5 Vol.-%.

In den Abbildungen 6.17 und 6.18 ist der Zusammenhang zwischen den ermittelten Dehnungsraten und den Hohlraumgehalten der untersuchten Asphaltvarianten dargestellt. Die Abbildungen zeigen die ermittelten Einzelwerte. Bei der Asphaltart 0/8 kann ein Zusammenhang zwischen dem Hohlraumgehalt und der Dehnungsrate festgestellt werden (Abbildung 6.17). Mit steigendem Hohlraumgehalt wird die Dehnungsrate bei der Asphaltart 0/8 größer. Bei einem Hohlraumgehalt oberhalb von 20 Vol.-% weisen die ermittelten Dehnungsraten vergleichsweise

höhere Streuungen auf. Dieser Sachverhalt kann mit der festgestellten, großen Kornumlagerung während der Versuchsdurchführung bei hohlraumreichen Gemischen begründet werden. An den geprüften Probekörpern wurde eine ausgeprägte horizontale Ausdehnung nach dem Ausbauen aus der Prüfvorrichtung festgestellt. Diese Ausdehnung deutet auf eine erhöhte Kornumlagerung, die offensichtlich die festgestellten hohen Dehnungsraten bewirkt hat, so dass damit auf die Verformungseigenschaften bei hohlraumreichen wasserdurchlässigen Asphalten nicht geschlossen werden kann. Der Einsatz von PmB 45 hat sich positiv auf das Verformungsverhalten beim WDA 0/8 mit vergleichsweise geringerem Hohlraumgehalt ausgewirkt, diese Feststellung ist mit der unterschiedlichen Viskosität der Bitumen zu begründen.

Anhand der Untersuchungsergebnisse in der Abbildung 6.18 kann bei der Asphaltart 0/22 kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Hohlraumgehalt und der Dehnungsrate festgestellt werden. Die Asphaltgemische mit einem Grobsplittanteil größer 30 M.- % weisen hohe Streuungen auf, so dass die festgestellten Dehnungsraten mehr von der zufälligen Verteilung der groben Gesteinskörnung im Probekörper beeinflusst werden als durch die infolge der Korngrößenverteilung eingestellten Hohlraumgehalte.

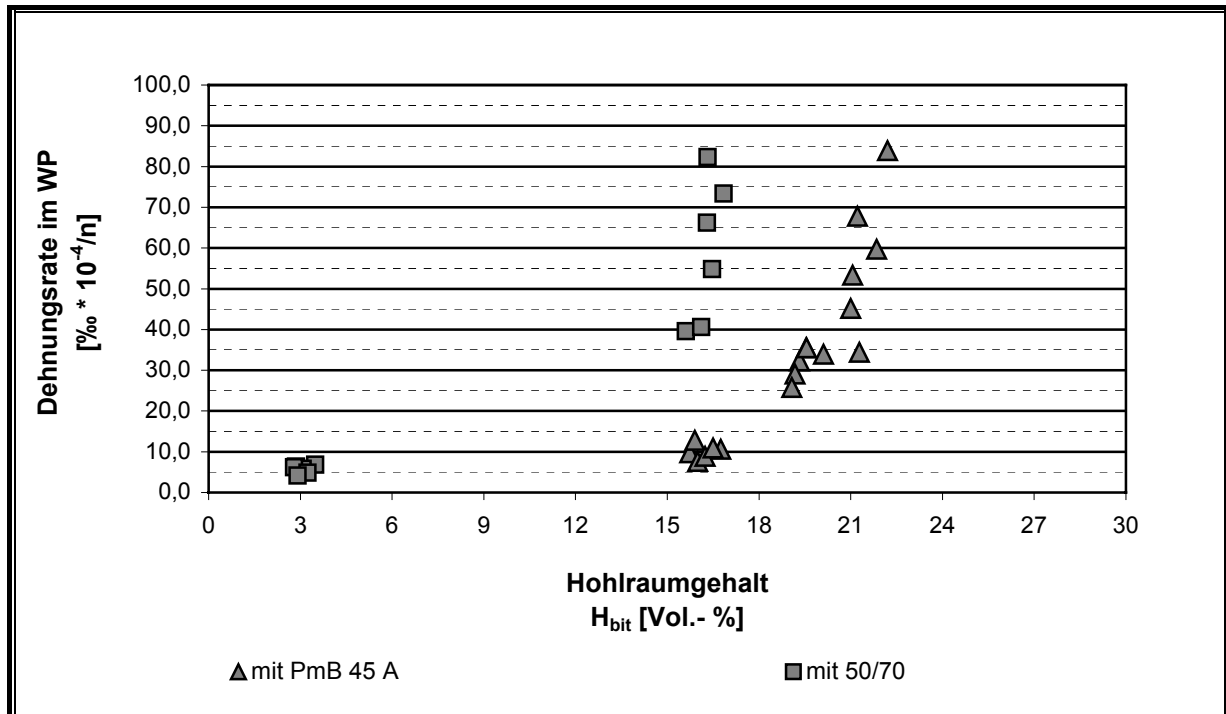


Abbildung 6.17: Zusammenhang zwischen der Dehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/8

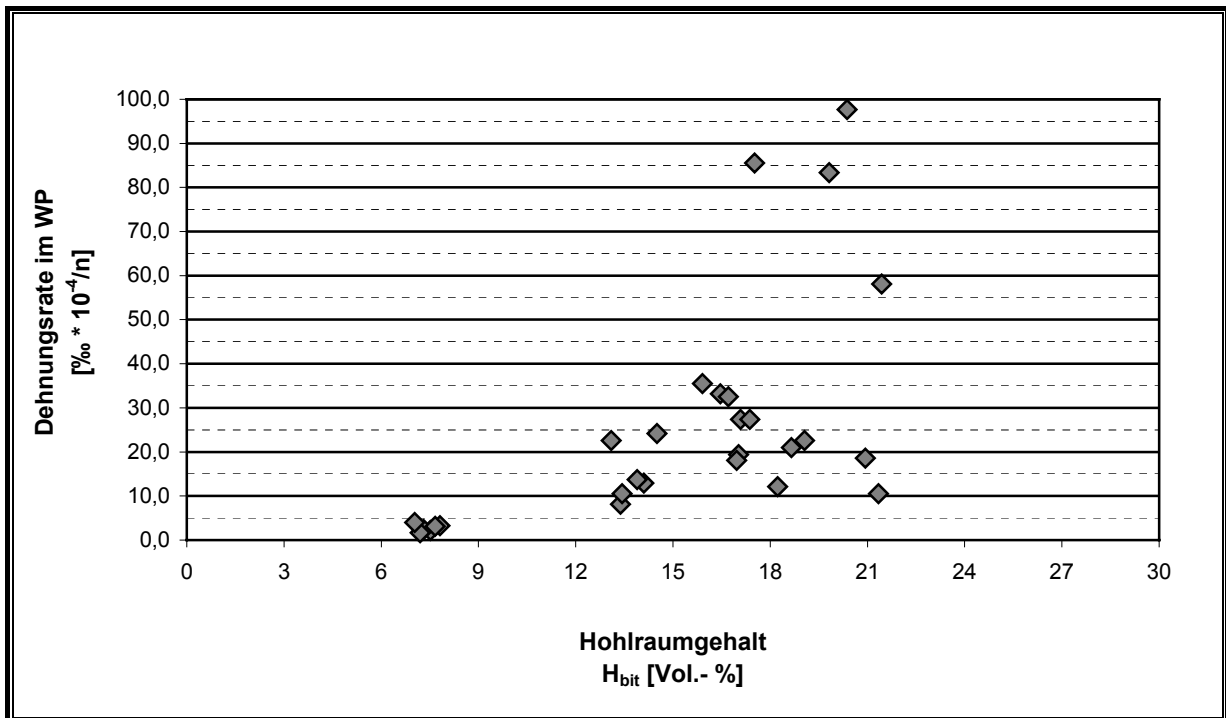


Abbildung 6.18: Zusammenhang zwischen der Dehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/22

Die Ergebnisse in den Abbildungen 6.15 und 6.16 zeigen die ermittelten Querdehnungsraten abhängig von der jeweiligen Mischgutvariante. Da für beide Asphaltarten (0/8 und 0/22) aufgrund der Rissbildung im Probekörper unter Belastung im Prüfstand unterschiedliche Oberlasten gewählt werden mussten, können die Ergebnisse miteinander vergleichend nicht beurteilt werden.

Zunächst kann festgestellt werden, dass bei allen wasserdurchlässigen Mischgutvarianten im Vergleich zu den konventionellen Mischgütern die Querdehnungsraten im Wendepunkt der Impulskriechkurve deutlich höhere Werte aufweisen. Beim WDA 0/8 ist festzustellen, dass der Einsatz von PmB 45 sich positiv auf den Risswiderstand bei vergleichbarem Hohlraumgehalt auswirkt.

Der Beginn der Bruchphase des Probekörper wird im Spaltzugschwellversuch durch die Querdehnung verursacht. Durch die Überschreitung der Zugfestigkeit wird die Rissentwicklung maßgebend beeinflusst. Die Zugfestigkeit und der Rissfortschritt ist beim Walzasphalt von den vorhandenen Hohlräumen und von der Hohlraumverteilung im Probekörper abhängig. Die wasserdurchlässigen Asphalte besitzen aufgrund ihrer hohlraumreichen Struktur im Vergleich zu den konventionellen Walzasphalten kein zusammenhängendes, geschlossenes Volumen. Die einzelnen Körner stützen sich beim WDA gegenseitig ab, so dass die Kräfte nur in den Kontaktstellen der einzelnen Gesteinskörnungen übertragen werden. Besonders bei Zugbeanspruchung sind die vorhandenen Kontaktflächen maßgebend. Die Abbildungen 6.19 und 6.20 zeigen den Zusammenhang zwischen den

Querdehnungsraten und den Hohlraumgehalten bei den untersuchten Asphaltvarianten. Es kann zunächst festgestellt werden, dass bei den untersuchten Asphaltvarianten mit steigendem Hohlraumgehalt der Widerstand gegen Rissbildung abnimmt. Der unterschiedlich hoher Hohlraumgehalt wurde beim WDA durch die Variation der Korngrößenverteilung erreicht. Beim zunehmenden Splittanteil fällt der Mörtel geringer aus, so dass an den Kontaktflächen der einzelnen Gesteinskörnungen eine vergleichsweise geringere Verklebung stattfindet und somit kleinere Zugkräfte aufgenommen werden können.

Bei der Asphaltart 0/22 nimmt die Streuung der Einzelwerte mit steigendem Größtkornanteil tendenziell zu. Dieser Einfluss kann mit der zufälligen Verteilung der groben Gesteinskörnung im Probekörper begründet werden.

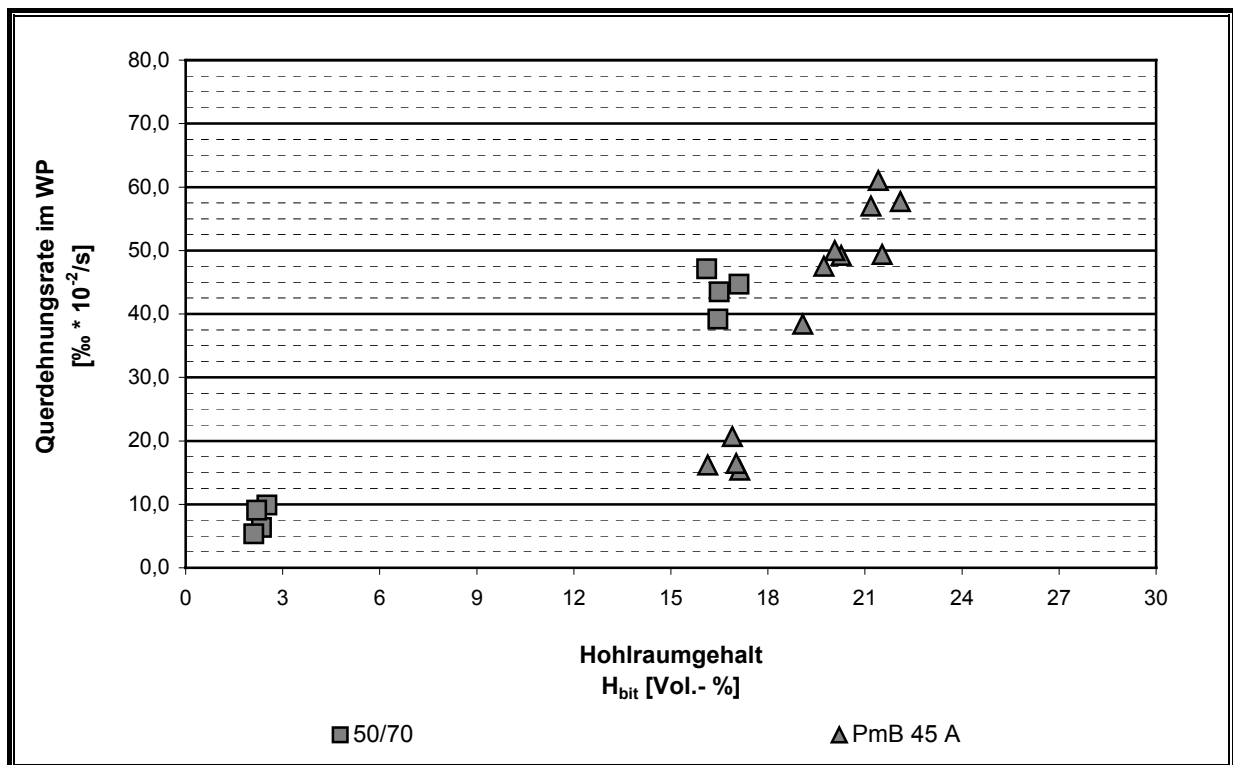


Abbildung 6.19: Zusammenhang zwischen der Querdehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/8

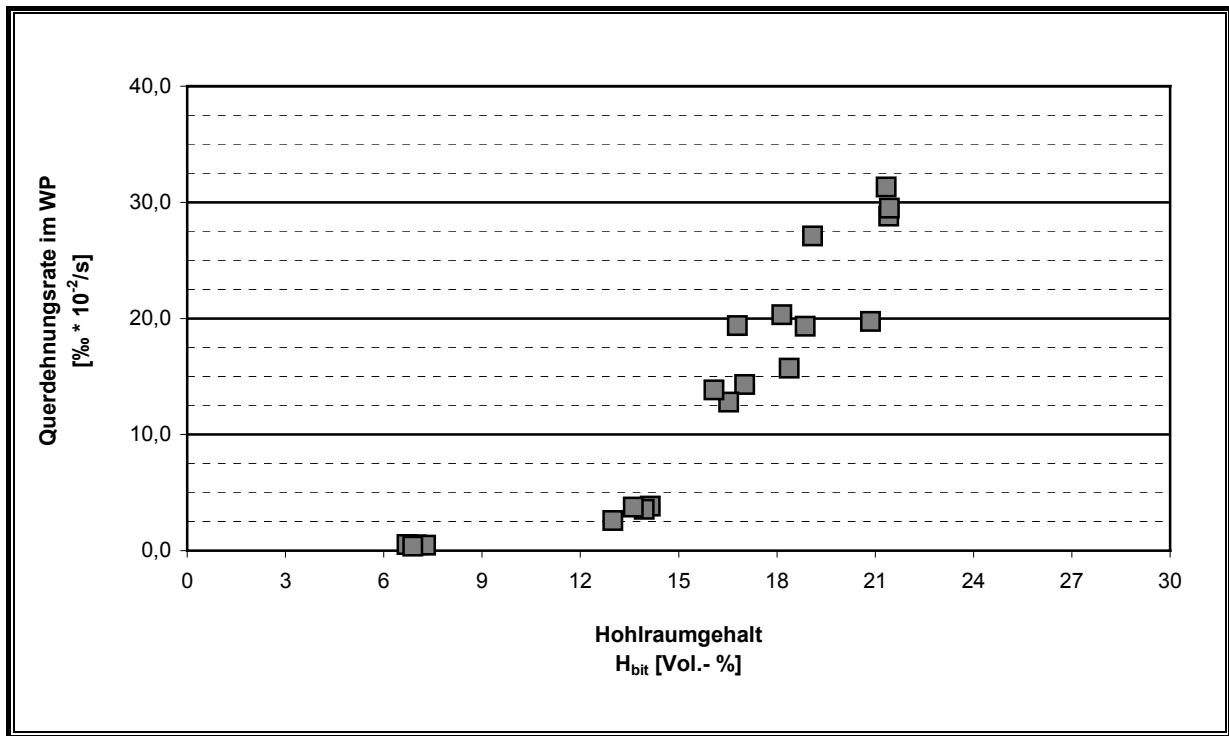


Abbildung 6.20: Zusammenhang zwischen der Querdehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/22

6.6 Spurbildungsversuche

Die Wärmestandfestigkeit im Spurbildungsversuch wurde an vier ausgewählten Mischgutvarianten des WDA 0/8 und am Referenzgemisch AB 0/8 untersucht. Die Ergebnisse des Spurbildungsversuches sind in der Abbildung 6.21 dargestellt. Die abgebildeten Diagrammbalken stellen für eine Mischgutvariante jeweils den Mittelwert aus zwei Einzelergebnissen dar. In der Tabelle 9 sind die Eigenschaften der im Spurbildungsversuch untersuchten Asphaltplatten zusammengefasst.

Mischgutvariante	Platten-Nr.	Raumdichte [g/cm ³]	Verdichtungsgrad [%]	Hohlraumgehalt H_{bit} [Vol.-%]	Hohlraumgehalt MW - H_{bit} [Vol.-%]
AB_0-8_50-70_6,7	P1	2,482	100,3	3,0	2,9
	P2	2,486	100,4	2,8	
WA_0-8_50-70_OP_5,5	P1	2,197	100,3	16,1	16,3
	P2	2,187	99,9	16,5	
WA_0-8_45_OP_5,5	P1	2,196	100,1	16,2	16,1
	P2	2,200	100,3	16,1	
WA_0-8_45_OPM_5,5	P1	2,090	99,1	20,3	20,2
	P2	2,095	99,3	20,1	
WA_0-8_45_OPU_5,5	P1	2,041	99,6	22,1	21,9
	P2	2,054	100,2	21,6	

Tabelle 9: Eigenschaften der im Spurbildungsversuch untersuchten Asphaltplatten

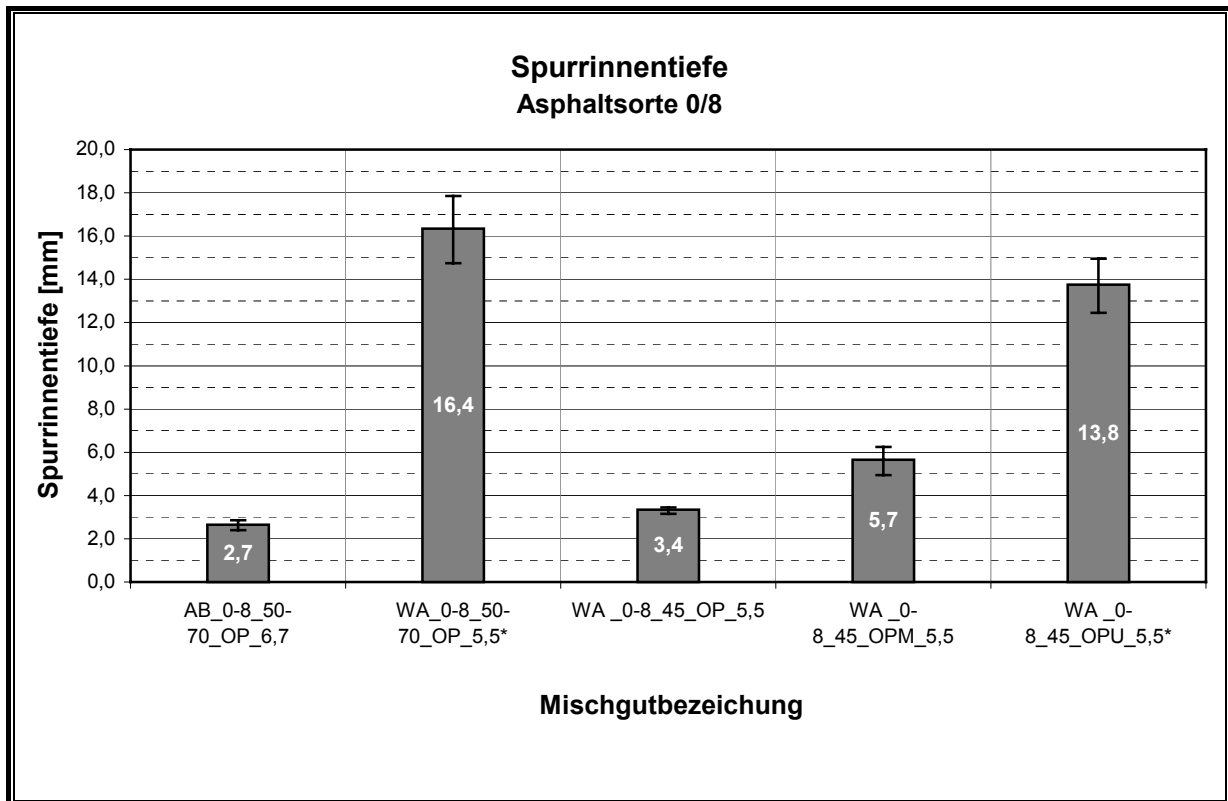


Abbildung 6.21: Ergebnisse des Spurbildungsversuches im Wasserbad bei 50°C mit Gummirad, * = vorzeitiger Abbruch des Versuches

Die Versuche mit Asphaltplatten aus den mit „*“ gekennzeichneten Mischgutvarianten mussten aufgrund der erreichten relativ hohen Spurrinntiefe abgebrochen werden. Bei Mischgutvariante WA_0-8_50-70_OP_5,5 lag die Anzahl der Überrollungen bei der angegebenen Spurrinntiefe bei 19100 und bei Mischgutvariante WA_0-8_45_OPU_5,5 – bei 13800. Aus den Untersuchungsergebnissen wird ersichtlich, dass die festgestellte Spurrinntiefe beim wasserdurchlässigen Asphalt höhere Werte aufweist und damit auf einen geringeren Verformungswiderstand deutet. Dieser Sachverhalt widerspricht zunächst den praktischen Erfahrungen. Bisher wurde über nennenswerte Verformungsprobleme von wasserdurchlässigen Asphalten in der Praxis nicht berichtet. Vielmehr werden die wasserdurchlässigen Asphaltdeckschichten durch Substanzverlust infolge schlechter Klebekraft des Bindemittels geschädigt.

Durch die Rollbewegung des Gummirades auf der Oberfläche der Asphaltplatte entsteht im Spurbildungsversuch ein Knet- und Walkeffekt. Dabei werden die einzelnen Gesteinkörnungen beim WDA seitlich verdrückt, so dass vergleichsweise hohe Materialverschiebungen während des Versuches stattfinden. Mit zunehmendem Hohlraumgehalt wird aufgrund dieser Materialverschiebungen die Spurrinntiefe größer. Das Versagen der Asphaltplatten mit dem Bindemittel 50/70 kann mit der niedrigen Bindemittelviskosität begründet werden.

6.7 Versuche zum Verdichtungsverhalten im Labor

Das Verdichtungsverhalten von wasserdurchlässigem Asphalt wurde nach Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss mit dem Marshallverfahren zusätzlich untersucht. Dazu wurden Probekörper aus WDA 0/8 mit PmB 45 und zwei unterschiedlichen Korngrößenverteilungen hergestellt. Dabei erfolgte eine Variation der Anzahl der Verdichtungsschläge. Aus jeder Mischgutvariante wurden insgesamt 5 Probekörper mit jeweils 2×25, 2×35 und 2×50 Verdichtungsschlägen hergestellt. Nach Bestimmung der Probekörpereigenschaften wurde an 3 MPK jeder Serie die Wasserdurchlässigkeit bestimmt und an den restlichen 2 MPK die Auswirkung auf Kornverfeinerung/Feinkornnachbildung untersucht. Die Eigenschaften der untersuchten Probekörper sind in Tabelle 10 zusammengestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen gehen aus den Abbildungen 6.22 und 6.23 hervor.

Mischgutvariante	MPK-Nr.	Hohlraumgehalt H_{bit} [Vol.- %]			Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s]		
		2×25	2×35	2×50	2×25	2×35	2×50
WA_0-8_45_OP_5,5	1	20,9	18,2	15,9	---	---	---
	2	20,1	18,1	16,0	---	---	---
	3	20,1	17,9	16,0	3,435E-04	2,674E-04	8,165E-05
	4	20,4	17,8	16,1	4,021E-04	2,871E-04	1,115E-04
	5	19,8	18,1	16,1	3,873E-04	2,730E-04	6,732E-05
WA_0-8_45_OPU_5,5	1	24,9	22,3	21,2	---	---	---
	2	24,6	22,2	21,0	---	---	---
	3	25,0	22,1	21,7	1,685E-03	1,211E-03	1,026E-03
	4	25,1	23,1	21,2	1,686E-03	1,244E-03	9,981E-04
	5	25,0	22,8	21,7	1,680E-03	1,192E-03	1,040E-03

Tabelle 10: Eigenschaften der mit unterschiedlicher Anzahl der Verdichtungsschläge hergestellten MPK

Aus den Untersuchungsergebnissen in der Tabelle 10 wird eine Abnahme des Hohlraumgehaltes am MPK, bedingt durch die größer werdende Verdichtungsarbeit, ersichtlich. Die Abnahme des Hohlraumgehaltes, abhängig von der Anzahl der aufgetragenen Verdichtungsschläge, bewirkt eine Verringerung des Durchlässigkeitsbeiwertes der Probekörper. Die Ergebnisse in den Abbildungen 6.22 und 6.23 zeigen, dass bei steigender Anzahl der Verdichtungsschläge eine zunehmende Kornzertrümmerung stattfindet. Diese fällt bei den feinkörnig konzipierten Gemischen geringer aus. Ein an der unteren Grenze des Sieblinienintervalls konzipiertes wasserdurchlässiges Asphaltgemisch besitzt bereits nach 2×25 Verdichtungsschlägen eine deutliche Abnahme des Splittanteils. Diese macht sich in der Zunahme des Sandanteils bemerkbar. An den Ergebnissen der beiden untersuchten Asphaltgemische (Abbildungen 6.22 und 6.23) kann festgestellt werden, dass sich die Kornverfeinerung beim WDA 0/8 überwiegend in der

Sandfraktion niederschlägt. Die Feinkornnachbildung in der Füllerfraktion bleibt bei den untersuchten Mischgutvarianten unabhängig von der Anzahl der Verdichtungsschläge auf einem vergleichbaren Niveau.

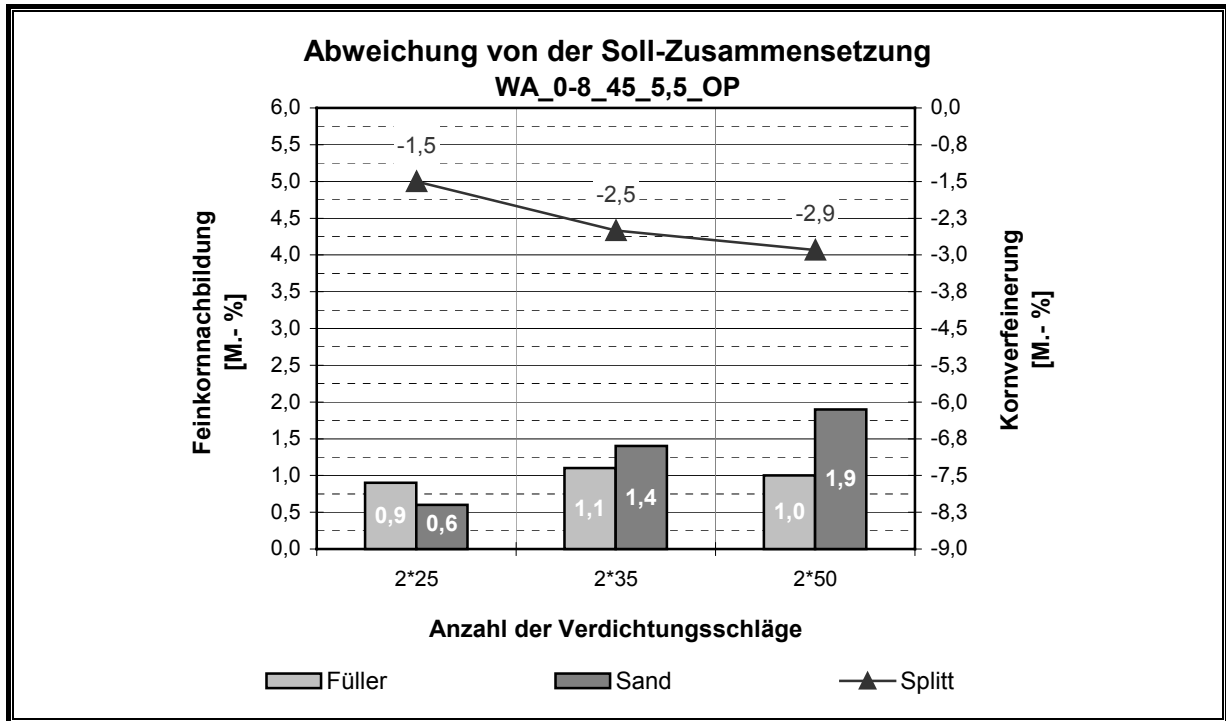


Abbildung 6.22: Einfluss der Verdichtungsarbeit auf die Kornzertrümmerung bei einem feinkörnig konzipierten WDA 0/8

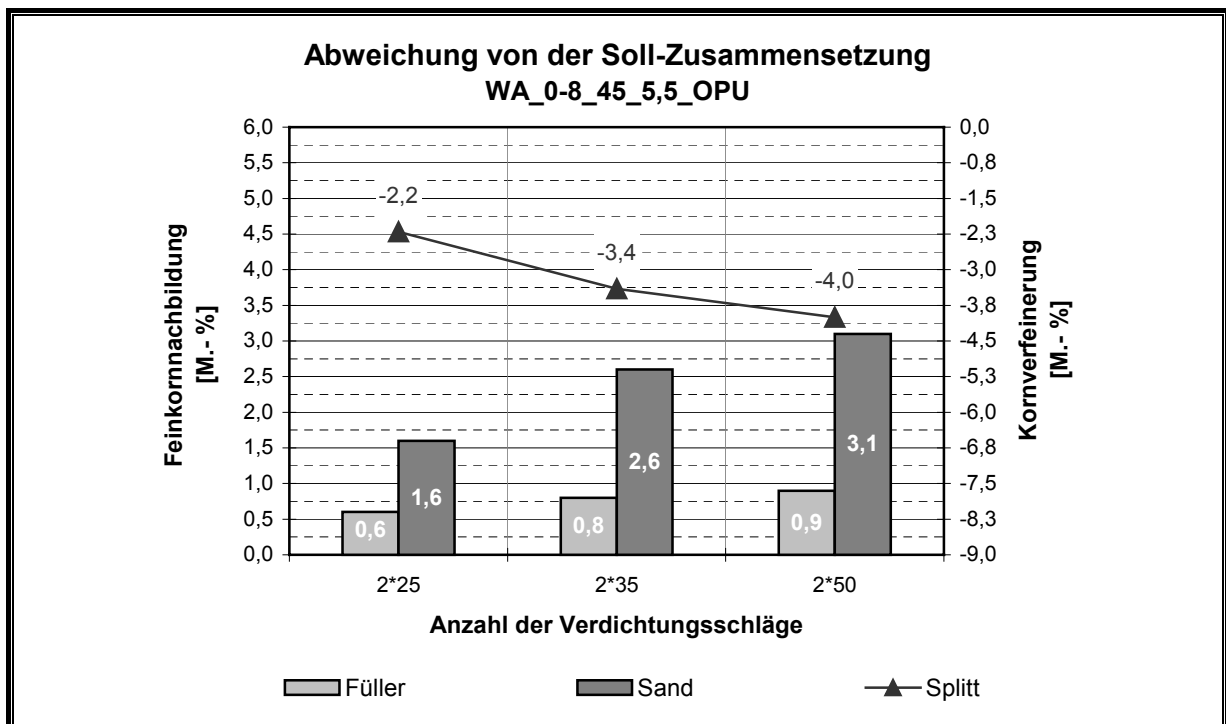


Abbildung 6.23: Einfluss der Verdichtungsarbeit auf die Kornzertrümmerung bei einem grobkörnig konzipierten WDA 0/8

6.8 Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

6.8.1 Probekörpereigenschaften

Aus jeder der ausgewählten, wasserdurchlässigen Mischgutvarianten wurden insgesamt 5 Bohrkern auf Verschmutzungsverhalten untersucht. Die Eigenschaften der hergestellten Probekörper sind in Tabelle 11 zusammengefasst. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus der jeweiligen Serie. Zusätzlich beinhaltet die Tabelle 11 die Minimal- und Maximalwerte jeder Probekörperserie.

Mischgutvariante	Serie	Verdichtungsgrad [%]	Hohlraumgehalt [Vol.- %]	
			Ist	Soll-EP
WA_0-8_45_OP	1	99,1	16,5	16,3
		99,4	17,4	
		99,8	19,9	
	2	100,0	15,8	
		100,3	16,1	
		100,6	16,4	
WA_0-8_45_OPM	1	98,6	20,1	19,5
		99,1	20,3	
		99,3	20,7	
	2	99,4	18,9	
		99,9	19,6	
		100,8	20,0	
WA_0-8_45_OPU	1	98,6	22,3	21,8
		99,2	22,5	
		99,5	22,9	
	2	99,5	21,7	
		99,8	21,9	
		100,1	22,1	
WA_0-22_70-100_OP	1	100,8	14,3	16,8
		101,8	15,3	
		103,0	16,2	
WA_0-22_70-100_OPM	1	100,4	16,8	18,6
		101,1	17,6	
		102,1	18,2	
WA_0-22_70-100_OPU	1	100,9	19,1	20,8
		101,6	19,5	
		102,1	20,1	
WT_0-22_70-100_OP	1	100,8	11,4	13,3
		101,3	12,2	
		102,2	12,7	

Tabelle 11: Eigenschaften der Probekörper für die Verschmutzungsversuche

Die Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen in der Tabelle 11 entsprechen weitgehend den Vorgaben der Eignungsprüfung. Bei einer Überverdichtung der Asphaltplatten im Walzsektorverdichter stellt sich ein geringfügig kleinerer Hohlraumgehalt der daraus entnommenen Bohrkern ein. Bei der Asphaltart 0/22 weisen die Bohrkern im Vergleich zur Sorte 0/8 innerhalb einer Serie bezüglich des Verdichtungsgrades größere Streuungen auf.

6.8.2 Verschmutzungsversuche im Labor

Vor der Beaufschlagung der Probekörper mit dem im Labor hergestellten Schmutzgemisch wurden an diesen die Durchlässigkeitsmessungen im Ausgangszustand in Anlehnung an die DIN 18035 durchgeführt. An jedem Probekörper wurden 5 Einzelmessungen im Ausgangszustand und jeweils 3 Einzelmessungen in dem jeweiligen Verschmutzungszustand durchgeführt. Die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen sind in Tabelle 12 zusammengefasst. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus jeweils 5 Einzelergebnissen.

Mischgutvariante	Menge des Schmutzgemisches in g/PK						
	0	5	10	15	20	25	35
	Durchlässigkeitsbeiwert k_f in m/s						
WA_0-8_45_OP	8,46E-04	6,85E-04	4,98E-04	3,02E-04	1,29E-04	x	x
WA_0-8_45_OPM	1,74E-03	1,51E-03	1,25E-03	9,97E-04	5,80E-04	3,10E-04	x
WA_0-8_45_OPU	3,01E-03	2,49E-03	2,04E-03	1,57E-03	1,10E-03	7,06E-04	3,18E-04
WA_0-22_70-100_OP	1,75E-03	1,49E-03	1,27E-03	1,09E-03	8,45E-04	5,84E-04	x
WA_0-22_70-100_OPM	4,67E-03	3,94E-03	3,41E-03	2,89E-03	2,39E-03	1,92E-03	1,44E-03
WA_0-22_70-100_OPU	7,70E-03	6,70E-03	6,37E-03	5,63E-03	5,44E-03	5,01E-03	4,57E-03
WT_0-22_70-100_OP	2,31E-04	1,25E-04	5,38E-05	8,48E-06	x	x	x

Tabelle 12: Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an im Labor hergestellten Probekörpern

Die mit „x“ gekennzeichneten Mischgutvarianten wiesen bei der beaufschlagten Menge des Schmutzgemisches praktisch keine Absenkung des Wasserspiegels im Standrohr auf, so dass auf die Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes in diesem Zustand verzichtet wurde.

Die Ergebnisse in den Abbildungen 6.24 und 6.25 zeigen das Verschmutzungsverhalten der Probekörper abhängig von der jeweiligen Mischgutvariante. Zunächst kann festgestellt werden, dass bei allen untersuchten Mischgutvarianten die Durchlässigkeit mit steigender Schmutzmenge abnimmt. Des Weiteren konnte ein exponentieller Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und der Durchlässigkeit der Probekörper festgestellt werden. Der überwiegend parallele Kurvenverlauf in den Abbildungen 6.24 und 6.25 deutet bei grobkörnig konzipierten Asphaltgemischen auf die Abhängigkeit des Verschmutzungsverhaltens von dem jeweiligen Hohlraumgehalt der Probekörper innerhalb einer Mischgutsorte.

Beim Vergleich der Ergebnisse innerhalb einer Mischgutsorte wird ersichtlich, dass die Wasserdurchlässigkeit der Probekörper im verschmutzten Zustand vom Hohlraumgehalt im Ausgangszustand abhängt. So besitzt beispielsweise ein

WDA 0/22 bei der aufgetragenen Schmutzmenge von 1,5 kg/m² und einem Hohlraumgehalt von ca. 15 Vol.- % im Vergleich zu einem Hohlraumgehalt von ca. 20 Vol.- % eine ca. 9-fach geringere Wasserdurchlässigkeit. Beim WDA 0/8 kann ein ähnlicher Sachverhalt festgestellt werden.

Beim Vergleich der Ergebnisse der beiden Asphaltarten (0/8 und 0/22) kann eine Abhängigkeit des Verschmutzungsverhaltens von der verwendeten Größtkörnung bereits ab einer Schmutzmenge größer 0,5 kg/m² festgestellt werden. Beim WDA 0/8 nimmt die Wasserdurchlässigkeit bei steigender Schmutzmenge im Vergleich zum WDA 0/22 schneller ab. Bei der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht (WAT 0/22) ist dieses Verhalten noch deutlicher ausgeprägt. Bereits nach drei Verschmutzungsstufen (ca. 0,85 kg/m²) weisen die Probekörper aus WAT 0/22 nahezu keine Wasserdurchlässigkeit auf. Die Ursache für dieses Verhalten scheint in der verschmutzungsanfälligen Hohlraumstruktur zu liegen. Im Vergleich zum WDA 0/22 besitzt die wasserdurchlässige Asphalttragschicht (WAT 0/22) einen höheren Anteil der feinen Gesteinkörnung und einen etwa 10 M.- % niedrigeren Anteil an Grobsplitt, so dass sich im Probekörper eine Hohlraumstruktur ausbildet, bei der der Asphalt negativ auf die Verschmutzung reagiert.

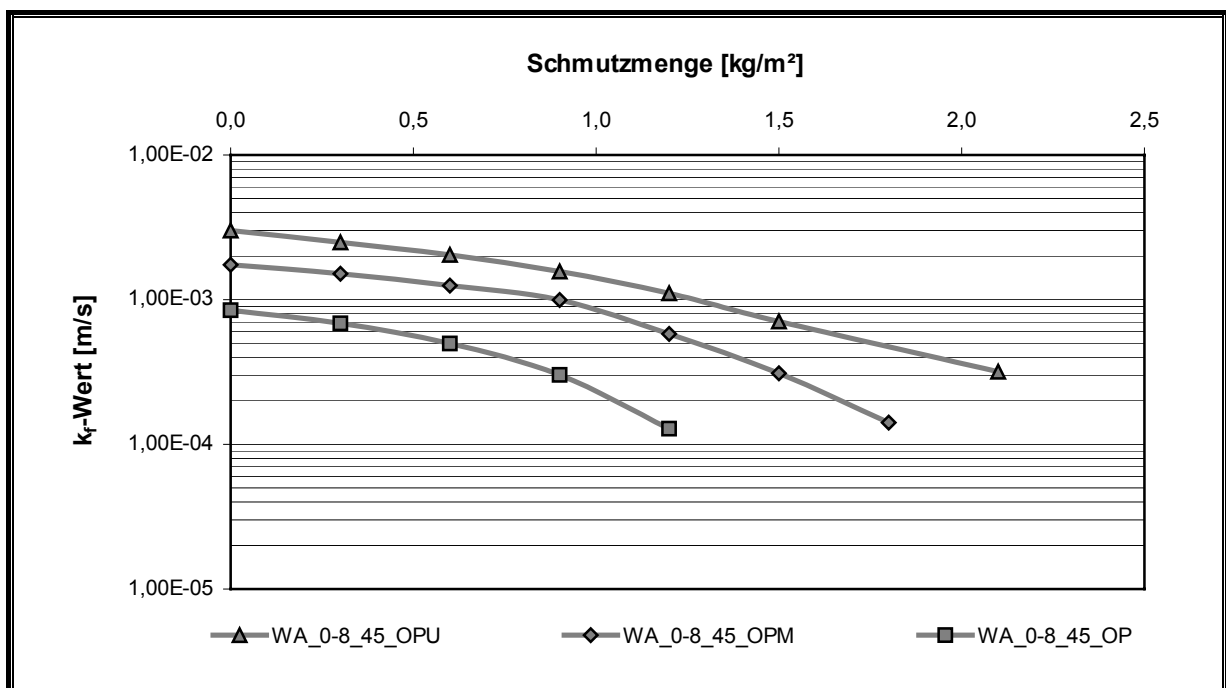


Abbildung 6.24: Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit der Probekörper und der aufgetragenen Schmutzmenge beim WDA 0/8, ermittelt mit dem Verfahren in Anlehnung an DIN 18035

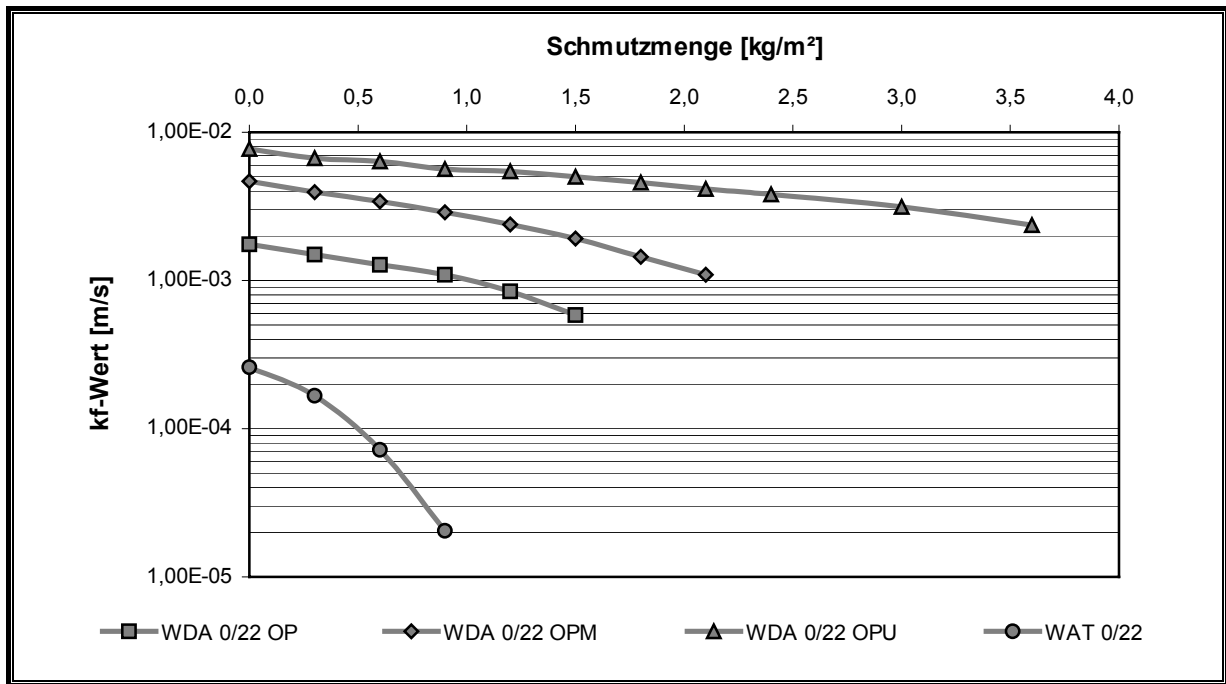


Abbildung 6.25: Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit der Probekörper und der aufgetragenen Schmutzmenge bei WDA 0/22 und WAT 0/22, ermittelt mit dem Verfahren in Anlehnung an DIN 18035

6.9 Ergebnisse der Untersuchungen im Feldversuchsstand

6.9.1 Kontrollprüfung am Mischgut

Von allen im Feldversuchsstand eingebauten Asphaltgemischen wurden Kontrollprüfungen nach ZTV Asphalt-StB und ZTV T-StB durchgeführt. Während des Asphalteinbaus sind am jeweiligen Mischgut Proben nach DIN 1996 entnommen und im Labor untersucht worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 13 zusammengefasst.

Prüfmerkmal	Einheit	Mischgutbezeichnung					
		WA_0-8_45_OPM		WA_0-22_70-100_OPU		WT_0-22_70-100_OP	
		Ist	Soll-EP	Ist	Soll-EP	Ist	Soll-EP
grobe Gesteinskörnung	M.- %	86,5	87,4	85,7	85,7	81,7	80,0
feine Gesteinskörnung	M.- %	8,5	8,6	8,2	8,8	11,6	13,9
Füller	M.- %	5,0	4,0	6,1	5,5	6,7	6,1
> 5,0	M.- %	67,8	67,4	84,9	83,7	74,3	68,0
> 8,0	M.- %	18,6	0,5	80,8	80,7	67,5	59,1
> 11,2	M.- %	---	---	73,5	76,0	57,4	50,0
> 16,0	M.- %	---	---	55,4	63,0	40,9	38,0
> 22,4	M.- %	---	---	7,8	0,7	4,8	0,4
Bindemittelgehalt	M.- %	4,8	5,5	3,6	4,3	3,5	3,6
Erweichungspunkt RuK	°C	71,8	59,6	52,8	48,6	53,6	48,6

Tabelle 13: Kontrollprüfungsergebnisse der Mischgutproben der im Feldversuchsstand eingebauten Asphaltgemische

Beim WDA 0/8 wurden zwei maßgebende Abweichungen zur Eignungsprüfung in der Zusammensetzung festgestellt. Auffällig ist der festgestellte relativ hohe Überkornanteil von 18,6 M.- % und eine erhebliche Unterschreitung des Bindemittelgehaltes. Beim WDA 0/22 und bei der WAT 0/22 wurde ebenfalls ein erhöhter Überkornanteil festgestellt, dieser liegt jedoch im Bereich der zulässigen Toleranz nach ZTV Asphalt bzw. ZTV T-StB. Der WDA 0/22 weist eine erhebliche Unterschreitung des Bindemittelgehaltes auf. Bei der Betrachtung der Massenanteile für feine und grobe Gesteinskörnung wird eine gute Übereinstimmung zur Eignungsprüfung mit geringen Abweichungen festgestellt.

6.9.2 Kontrollprüfung am Bohrkern

Zur Überprüfung der Verdichtung und Bestimmung des Hohlraumgehaltes von eingebauten Asphaltsschichten wurden im Feldversuchsstand in den beiden Versuchsfeldern jeweils 6 Bohrkernentnommen. Die Bohrkernentnahme erfolgte jedoch erst nach Abschluss der Verschmutzungsversuche, um eine dadurch bedingte Verschmutzung der Befestigung im Vorfeld nicht zu verursachen. Die Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen sind in Tabellen 14 bis 16 dargestellt.

WA_0-8_45_OPM	Entnahmestelle im Versuchsfeld	Dicke der Schicht [cm]	Raumdicke [g/cm ³]	Hohlraum [Vol.- %]	Verdichtungsgrad [%]
	B3	2,6	1,752	33,9	83,4
	B7	2,7	1,765	33,4	84,0
	E3	2,9	1,804	31,9	85,9
	E7	3,1	1,831	30,9	87,1
	H3	3,5	1,907	28,1	90,8
	H7	3,1	1,925	27,4	91,6

Tabelle 14: Untersuchungsergebnisse der im Feldversuchsstand entnommenen Bohrkern, WDA 0/8

WA_0-22_70-100_OPU	Entnahmestelle im Versuchsfeld	Dicke der Schicht [cm]	Raumdicke [g/cm ³]	Hohlraum [Vol.- %]	Verdichtungsgrad [%]
	B3	6,1	2,304	15,1	100,7
	B7	6,8	2,206	18,7	96,4
	E3	6,1	2,284	15,8	99,8
	E7	6,9	2,261	16,7	98,8
	H3	6,4	2,325	14,3	101,6
	H7	7,1	2,303	15,1	100,6

Tabelle 15: Untersuchungsergebnisse der im Feldversuchsstand entnommenen Bohrkern, WDA 0/22

WT_0-22_70-100_OP	Entnahmestelle im Versuchsfeld	Dicke der Schicht [cm]	Raumdicke [g/cm ³]	Hohlraum [Vol.- %]	Verdichtungsgrad [%]
	H3	7,4	2,428	10,4	99,7
	H7	7,1	2,426	10,5	99,6
	K3	6,7	2,435	10,2	100,0
	K7	6,4	2,445	9,8	100,4
	N3	5,2	2,387	11,9	98,0
	N7	5,8	2,396	11,6	98,4

Tabelle 16: Untersuchungsergebnisse der im Feldversuchsstand entnommenen Bohrkerne, WAT 0/22

Aufgrund der am eingebauten Mischgut und an den entnommenen Bohrkernen festgestellten Eigenschaften wurden in Abstimmung mit dem projektbegleitenden Ausschuss zusätzliche Wasserdurchlässigkeitsprüfungen an Probekörpern aus den entnommenen Mischgutproben durchgeführt. Von jeder Mischgutvariante wurden 3 Probekörper untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen sind in Tabelle 17 zusammengefasst. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus jeweils 3 Einzelergebnissen.

Mischgutvariante	Menge des Schmutzgemisches in g/PK						
	0	5	10	15	20	25	35
	Durchlässigkeitsbeiwert k_f in m/s						
WA_0-8_45_OPM	3,52E-03	1,96E-03	1,54E-03	1,30E-03	9,88E-04	8,44E-04	7,62E-04
WA_0-22_70-100_OPU	6,44E-03	5,66E-03	3,99E-03	3,44E-03	2,76E-03	2,33E-03	1,43E-03
WT_0-22_70-100_OP	3,42E-04	3,08E-04	2,00E-04	1,08E-04	5,60E-05	4,00E-05	3,00E-05

Tabelle 17: Ergebnisse der künstlichen Verschmutzung im Labor, durchgeführt an den Probekörpern aus den im Feldversuchsstand eingebauten Mischgutvarianten

Bei der Betrachtung der Untersuchungsergebnisse in der Tabelle 14 wird beim WDA 0/8 ein relativ hoher Hohlraumgehalt der fertigen Schicht festgestellt. Die Ursache dafür ist sicherlich mit dem festgestellten niedrigen Verdichtungsgrad zu begründen. Aufgrund der aufgetretenen Schwierigkeiten beim Einbau des Mischgutes im Feldversuchsstand kam keine ausreichende Verdichtung zustande.

Beim WDA 0/22 und bei der WAT 0/22 konnte mit Ausnahme einer Stelle ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % erreicht werden. An einer Stelle wurde beim WDA 0/22 der Verdichtungsgrad von 97 % geringfügig unterschritten. Auffallend sind jedoch im Vergleich zu den Laborprobekörpern die relativ niedrigen Hohlraumgehalte und die festgestellten, niedrigen Schichtdicken. Da die MPK aus den entnommenen Mischgutproben im Vergleich zu der Eignungsprüfung ebenfalls

geringere Hohlraumgehalte aufwiesen, kann eine mögliche Ursache in den Abweichungen bei der Korngrößenverteilung liegen.

Die Ergebnisse in der Abbildung 6.26 zeigen die ermittelte Wasserdurchlässigkeit und das Verschmutzungsverhalten der Probekörper aus den entnommenen Mischgutproben. Im Vergleich zum im Labor hergestellten Asphaltmischgut kann ein abweichendes Verschmutzungsverhalten der Probekörper aus den im Feldversuchsstand eingebauten Asphaltgemischen festgestellt werden. Besonders ausgeprägt ist dieses Verhalten bei der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht. Hier weisen die Probekörper trotz niedrigerem Hohlraumgehalt im unverschmutzten Zustand und bei der Beaufschlagung mit dem Schmutzgemisch ein besseres Verhalten im Bezug auf die Wasserdurchlässigkeit auf als die Probekörper aus Labormischgut. Beim WDA 0/22 kann das geringfügig schlechtere Verschmutzungsverhalten der Probekörper aus dem entnommenen Mischgut mit dem geringeren Hohlraumgehalt im Ausgangszustand begründet werden. Beim WDA 0/8 und WAT 0/22 kann dies jedoch nicht bestätigt werden.

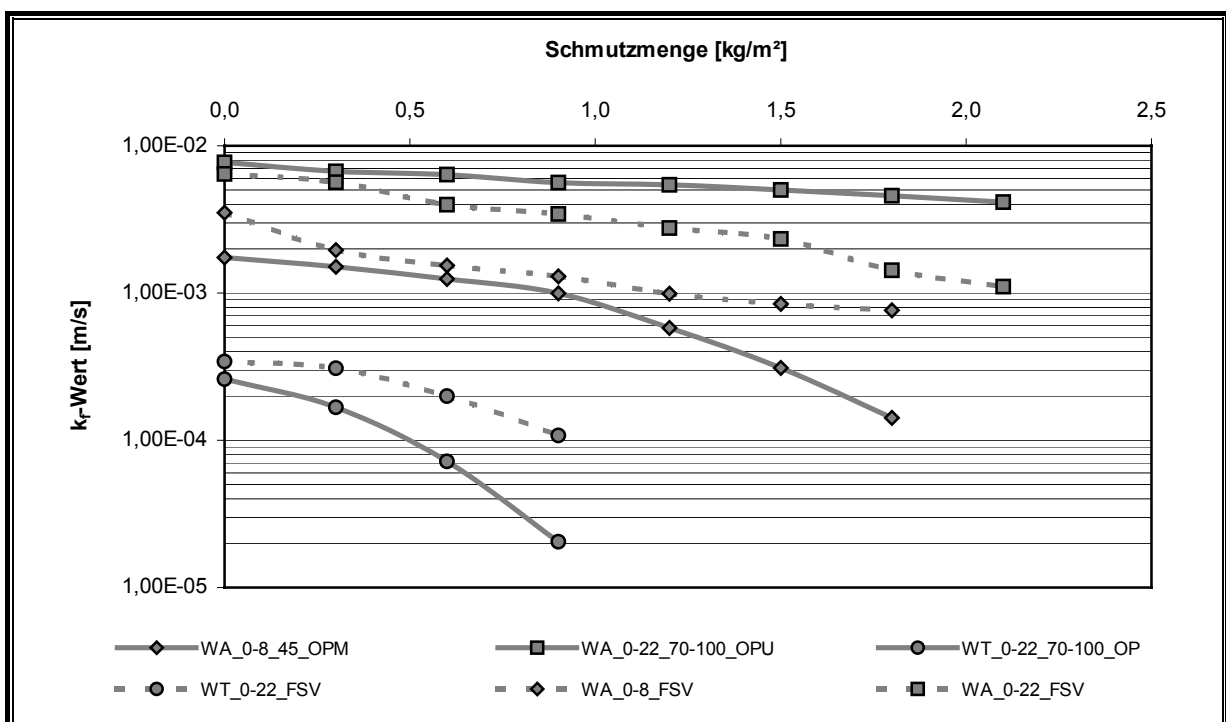


Abbildung 6.26: Vergleich der Untersuchungsergebnisse zwischen den im Labor hergestellten und im Feldversuchsstand (FSV) eingebauten Mischgutvarianten

6.9.3 Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Feldversuchsstand

Vor Durchführung der Verschmutzungsversuche wurde die Wasserdurchlässigkeit im Ausgangszustand der jeweiligen Aufbauvariante ermittelt. Dazu erfolgten auf dem zu prüfenden Planquadrat jeweils drei Einzelmessungen. Die

Untersuchungsergebnisse sind in der Tabelle 18 zusammengefasst. Die angegebenen Absinkzeiten des Wasserspiegels im Standrohr sind Mittelwerte aus jeweils drei Einzelmessungen.

Aufbau	geprüfte Schicht	Planquadrat														
		B2	B5	B8	E2	E5	E8	H2	H5	H8	K2	K5	K8	N2	N5	N8
		Absinkzeit [s]														
WDA 0/8 auf WDA 0/22	WDA 0/8	3,1	3,3	3,6	3,9	3,9	4,0	4,5	5,6	5,0	3,2	6,1	5,0	4,9	6,7	5,1
Pflaster auf WAT 0/22 mit Vlies	WAT 0/22	---	---	6,0	13,5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 18: Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung der Befestigungen im Feldversuchsstand vor der Verschmutzung

Nach Durchführung der Wasserdurchlässigkeitsprüfungen an den drei unterschiedlichen Aufbauten im Feldversuchsstand erfolgten an den Befestigungen die Untersuchungen zum Verschmutzungsverhalten. Dabei wurden die Untersuchungen auf den jeweils ausgewählten Planquadraten durchgeführt. Beim Aufbau mit WDA 0/8 auf WDA 0/22 ist die Oberfläche des WDA 0/8 verschmutzt worden. Beim Aufbau mit dem Pflaster auf WAT 0/22 erfolgte die Verschmutzung des Pflasters und der darunter liegenden Asphalttragschicht jeweils getrennt. Dabei wurde zunächst die Verschmutzung des Pflasters und anschließend der Asphalttragschicht herbeigeführt. Die Prüfungen der Wasserdurchlässigkeit erfolgten nach jeder Verschmutzungsstufe auf der jeweiligen Oberfläche. Zur Prüfung des Verschmutzungsverhaltens der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht unter dem Pflaster wurden die Bettung und das Pflaster in den ausgewählten Prüfquadraten ausgebaut. Die Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Feldversuchsstand sind in der Tabelle 19 zusammengefasst. Die mit „---“ markierten Versuche wurden aufgrund der hohen Absinkzeit des Wasserspiegels im Standrohr abgebrochen. In diesem Zustand war die Befestigung an der Stelle durch die bereits aufbrachte Schmutzmenge dicht, so dass von einer weiteren Steigerung der Beaufschlagung mit dem Schmutzgemisch abgesehen wurde. Die auf den untersuchten Befestigungsoberflächen festgestellten Einzelwerte der Wasserdurchlässigkeitsprüfung sind in den Anlagen detailliert dargestellt. Die Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung auf der Pflasteroberfläche können hier nicht bewertet werden, da aufgrund der unverfüllten Fugen und der vorhandenen Pflasterporosität keine Vergleichbarkeit der beiden Decken vorliegt.

Aufbau / geprüfte Schicht	Reihe	Prüf- Quadrat	Schmutzmenge [kg/m ²]									
			0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
			Absinkzeit [s]									
WDA 0/8 auf WDA 0/22 Oberfläche WDA 0/8	4	N2	5,0	5,7	6,1	10,5	8,7	15,3	78,9	87,8	---	---
Pflaster auf WAT 0/22 mit Vlies Oberfläche WAT 0/22	6	E8	12,8	23,2	106,2	---	---	---	---	---	---	---
Pflaster auf WAT 0/22 mit Vlies Oberfläche WAT 0/22	7	B5	13,3	172,7	---	---	---	---	---	---	---	---
Pflaster auf WAT 0/22 ohne Vlies Oberfläche WAT 0/22	9	N8	293,8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pflaster auf WAT 0/22 ohne Vlies Oberfläche WAT 0/22	10	N5	122,6	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 19: Untersuchungsergebnisse zum Verschmutzungsverhalten der Befestigungen im Feldversuchsstand

Bei Betrachtung der Untersuchungsergebnisse in der Tabelle 18 kann zunächst bei WDA 0/8 auf WDA 0/22 ein relativ gleichmäßiges Wasserschluckvermögen der einzelnen Prüfquadraten festgestellt werden.

Zur Prüfung des Wasserschluckvermögens der Oberfläche der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht WAT 0/22 wurde an den ausgewählten Planquadraten die Pflasterdecke mit der Bettung und ggf. die Vlieseinlage ausgebaut. Anschließend wurden die Durchlässigkeitsmessungen auf der Oberfläche der WAT 0/22 im Ausgangszustand (vor der Schmutzbeaufschlagung) durchgeführt. Die Ergebnisse in Tabelle 18 zeigen die gemessenen Absinkzeiten des Wasserspiegels im Standrohr auf der Oberfläche der WAT im Bereich mit der Vlieseinlage. Auffallend sind die deutlich unterschiedlich hohen Absinkzeiten. Die geprüften Stellen weisen ein Schluckvermögen auf, der sich etwa um den Faktor 2 unterscheidet. Die Ursache für diesen Sachverhalt kann mit der unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheit der WAT im Hinblick auf die Hohlraumstruktur begründet werden. Durch die gewählte Korngrößenverteilung an dem unteren Grenzbereich gemäß ZTV T-StB konnte zwar eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit in der Eignungsprüfung sichergestellt werden, das Asphaltmischgut war jedoch unter den im Feldversuchsstand gegebenen Verhältnissen schwierig einzubauen. Aufgrund dieser Extrembedingungen konnte ein gleichmäßiges Oberflächenbild bei der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht (WAT) nicht erreicht werden. Die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit ist sicherlich als maßgebende Ursache für die vorhandenen Schwankungen im Hinblick auf das festgestellte Wasserschluckvermögen innerhalb der eingebauten wasserdurchlässigen Asphalttragschicht im Ausgangszustand anzusehen.

Die Messungen des Wasserschluckvermögens der Oberfläche der WAT direkt unter der Bettung (ohne Vlieseinlage) mussten nach der ersten Prüfung abgebrochen werden, da bereits vor der Beaufschlagung mit dem Schmutzgemisch offensichtlich eine Verschmutzung des Oberflächenbereiches durch das eingebaute Bettungsmaterial aufgetreten ist. Dieser Sachverhalt wird durch die Ergebnisse in der Tabelle 19 bestätigt. Beim Vergleich der Absinkzeiten der Versuchsreihen 6 und 9 wird ersichtlich, dass das Bettungsmaterial bereit beim Einbau die Oberfläche der direkt darunter liegenden Asphalttragschicht verstopft. Die vorhandene Vlieseinlage verhindert eine Verschmutzung der Tragschichtoberfläche und wirkt sich zunächst positiv auf das Wasserschluckvermögen der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht aus.

Zum Vergleich des Verschmutzungsverhaltens der im Feldversuchsstand untersuchten Befestigungen sind die Ergebnisse in den Abbildungen 6.27 und 6.28 exemplarisch dargestellt. Es kann zunächst festgestellt werden, dass beim Aufbau WDA 0/8 auf WDA 0/22 ab einer Schmutzmenge von etwa $2,5 \text{ kg/m}^2$ eine deutliche Reduzierung des Wasserschluckvermögens auftritt. Die gemessene Absinkzeit des Wasserspiegels im Standrohr steigt innerhalb einer Schmutzstufe von etwa 15 s auf 79 s.

Die Untersuchungsergebnisse in der Abbildung 6.28 zeigen das Verschmutzungsverhalten der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht (WAT). Bereits nach der ersten Verschmutzungsstufe ($0,5 \text{ kg/m}^2$) nimmt das Wasserschluckvermögen der WAT deutlich ab. Nach der zweiten Stufe ($1,0 \text{ kg/m}^2$) weist die WAT eine nahezu dichte Oberfläche auf, so dass keine weitere Steigerung der Verschmutzung möglich war. Damit wird ersichtlich, dass die nach ZTV T-StB konzipierte Asphalttragschicht aufgrund ihrer Hohlraumstruktur besonders anfällig auf die Verschmutzung reagiert. Das eingesetzte Bettungsmaterial verursachte im vorliegenden Fall eine nahezu vollständige Abdichtung der eingebauten wasserdurchlässigen Asphalttragschicht.

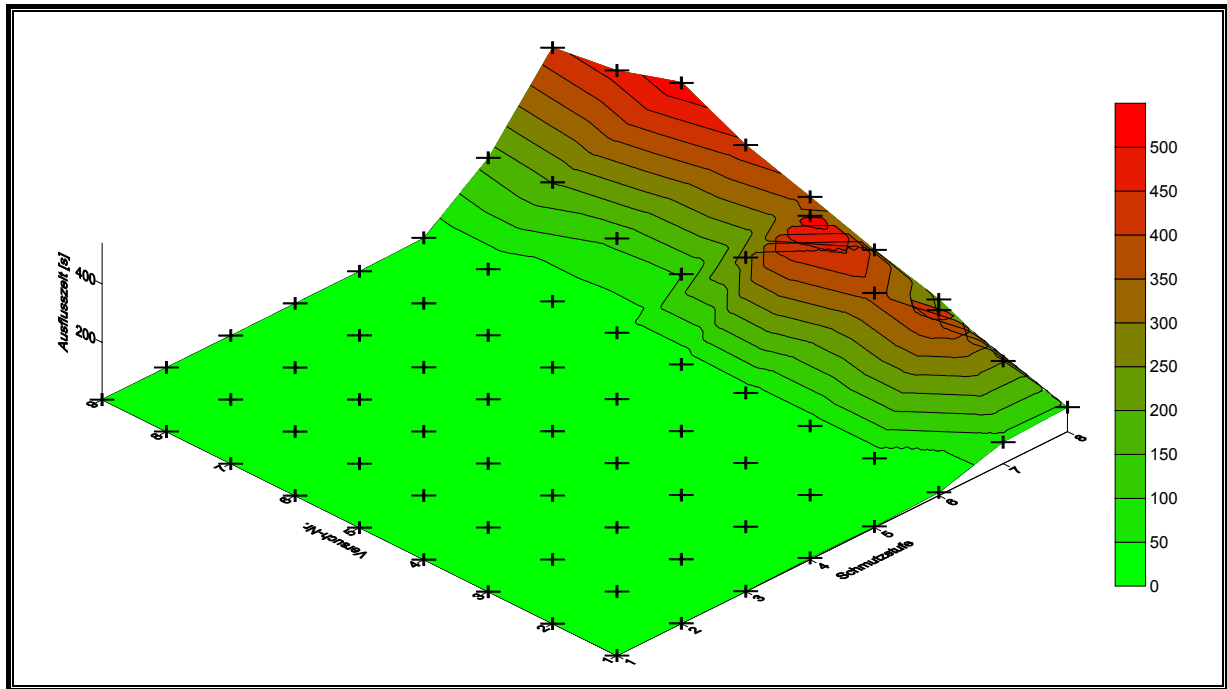


Abbildung 6.27: Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und dem Wasserschluckvermögen der Befestigung, Versuchsreihe 4 - Prüfquadrat N2 (WDA 0/8 auf WDA 0/22)

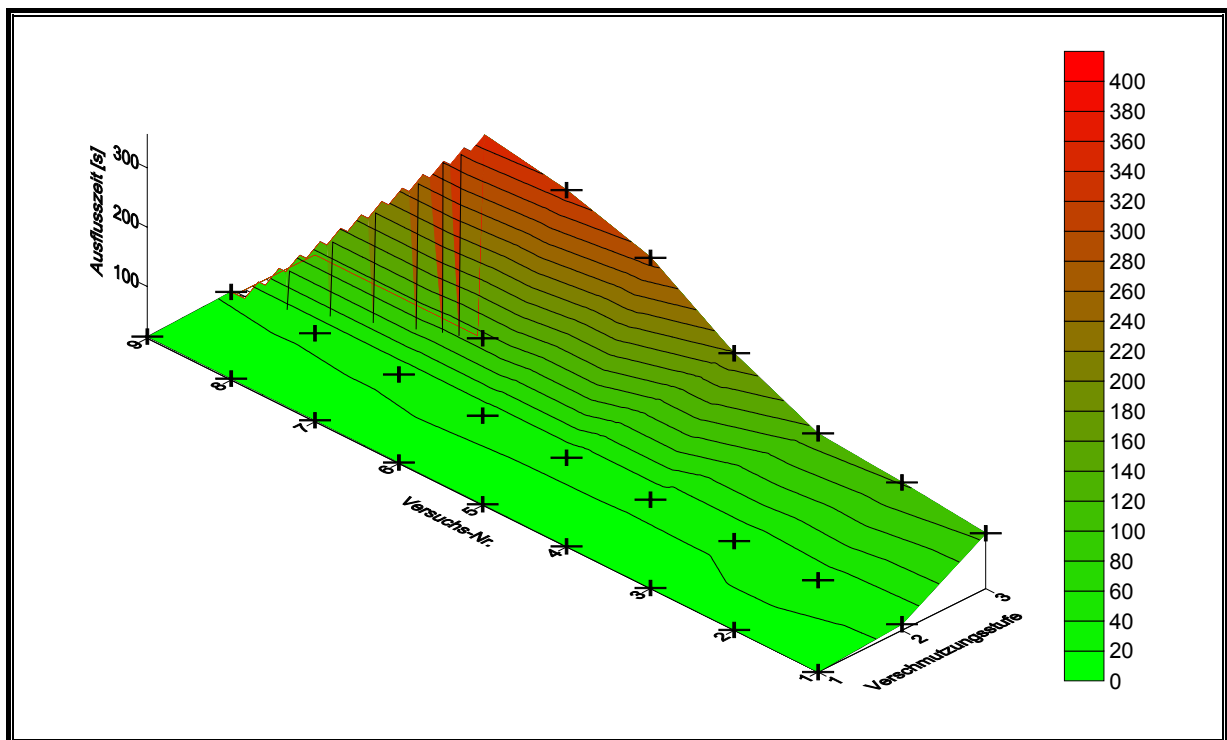


Abbildung 6.28: Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und dem Wasserschluckvermögen der Befestigung, Versuchsreihe 6 - Prüfquadrat E8 (Pflaster auf WAT 0/22, Oberfläche WAT 0/22)

7 Schlussfolgerungen für die Praxis

Wasserdurchlässige Flächenbefestigungen in Asphaltbauweise werden derzeit im „Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen“ [FGSV, 1998] behandelt. Die dort aufgeführten Angaben bezüglich Herstellung, Einbau und Prüfung wurden aber häufig als unzureichend und nicht genügend differenziert empfunden. Die vorliegende Forschungsarbeit sollte auf Grundlage der Untersuchungen Möglichkeiten bieten, die wasserdurchlässig konzipierten Asphalte genauer zu beschreiben und damit dieser Bauweise eine größere Anwendungssicherheit zu geben.

Insgesamt basieren die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit auf labortechnischen sowie unter Praxisbedingungen durchgeführten Untersuchungen, unter definierter Auswahl der verwendeten Baustoffe. Wegen der regionalen Unterschiede bezüglich der vorhandenen Baustoffe z.B. beim Gestein (Kornform, Festigkeit, mineralogische Zusammensetzung) ist die Übertragbarkeit der vorliegenden Ergebnisse im Einzelfall aufgrund eigener Erfahrungen und Untersuchungen zu bewerten.

Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass die Korngrößenverteilung einen deutlichen Einfluss auf den Hohlraumgehalt hat. Der Hohlraumgehalt ist innerhalb der jeweiligen Mischgutsorte maßgebend für die Wasserdurchlässigkeit. An den untersuchten Asphaltvarianten konnte festgestellt werden, dass die im o.g. Merkblatt aufgeführten Anforderungen bezüglich der Korngrößenverteilung nicht in allen Fällen einen Hohlraumgehalt liefern, bei dem eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit eingehalten wird. So konnte beim WDA 0/8 mit einer Korngrößenverteilung an der oberen Grenze des Sieblinienintervalls nur bei einem Mindestbindemittelgehalt von 5,2 M.-% die Anforderung an die Wasserdurchlässigkeit von $5,4 \times 10^{-5}$ m/s eingehalten werden. Ferner wurde festgestellt, dass die Wasserdurchlässigkeit zusätzlich zum Hohlraumgehalt auch vom Größtkorn und damit durch die Hohlraumstruktur beeinflusst wird. So hat der wasserdurchlässige Asphalt 0/22 bei gleichem Hohlraumgehalt im Vergleich zum WDA 0/8 eine höhere Wasserdurchlässigkeit.

Eine wasserdurchlässig konzipierte Asphalttragschicht nach ZTV T-StB kann die Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit nur dann erfüllen, wenn eine Korngrößenverteilung an der unteren Grenze im vorgeschriebenen Sieblinienintervall für die Mischgutart C beim Mindestbindemittelgehalt gewählt wird. Bei der Durchführung der Eignungsprüfung erwies sich die Verarbeitung des Mischgutes aufgrund hoher Entmischungsneigung als sehr schwierig. Deshalb erfordert die Mischgut- und Probekörperherstellung im Vergleich zu üblichem Asphalttragschicht-Mischgut eine größere Sorgfalt bei der Durchführung.

Aus den Ergebnissen ist abzuleiten, dass die Art der Verdichtung der Probekörper einen Einfluss auf die Wasserdurchlässigkeit ausübt. Dieser Einfluss nimmt bei steigendem Anteil an grober Gesteinskörnung deutlich zu. Beim WDA 0/8 wurde eine tendenziell höhere Wasserdurchlässigkeit der MPK im Vergleich zu Bohrkernen aus mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten festgestellt. Beim WDA 0/22 konnte dieser Sachverhalt jedoch nicht bestätigt werden. Aufgrund schlagender Verdichtungsarbeit tritt im Marshallgerät besonders bei grobkörnigem Mischgut wie WDA 0/22 eine Kornzertrümmerung auf. Diese beeinträchtigt stark die Hohlraumstruktur an der Oberfläche des MPK, so dass die Wasserdurchlässigkeit dadurch negativ beeinflusst wird. Die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit an MPK ist daher allgemein deutlich unsicherer als an Bohrkernen aus mit dem Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten.

Aus den Untersuchungen des mechanischen Verhaltens konnte abgeleitet werden, dass die Bindemittelviskosität einen erheblichen Einfluss auf das Verformungsverhalten und den Risswiderstand bei wasserdurchlässigem Asphalt hat. Im einaxialen Druckschwellversuch konnten zwar, abhängig vom Hohlraumgehalt, differenzierte Ergebnisse ermittelt werden, die untersuchten Mischgutvarianten weisen jedoch im Vergleich zu den Referenzgemischen (AB und ATS) höhere Verformungen auf. Aufgrund der festgestellten, hohen horizontalen Ausdehnung der geprüften Probekörper ist dieser Versuch zur Prüfung des Verformungsverhaltens von wasserdurchlässigem Asphalt als nicht geeignet anzusehen. Auch im Spurbildungsversuch wurden seitliche Kornumlagerungen und Verdrückungen festgestellt, die beim WDA im Vergleich zum Referenzgemisch eine höhere Spurrinnentiefe bewirkt haben. Da bisher dieses Verformungsbild in der Praxis nicht gefunden wurde, scheint der Spurbildungsversuch nur zur vergleichenden Beurteilung des Verformungsverhaltens von WDA innerhalb einer Mischgutsorte und bei einem Hohlraumgehalt von maximal 20 Vol.-% geeignet zu sein.

Aus den Ergebnissen des Spaltzugschwellversuches kann abgeleitet werden, dass der wasserdurchlässige Asphalt aufgrund der hohlraumreichen Struktur im Vergleich zum Referenzgemisch (AB und ATS) einen deutlich geringeren Widerstand gegen Rissbildung aufweist. Ein höherer Mörtelanteil beeinflusst die Wasserdurchlässigkeit negativ, begünstigt jedoch den Widerstand gegen Rissbildung. Durch Optimierung der Zusammensetzung können die mechanischen Eigenschaften bei wasserdurchlässigem Asphalt verbessert und an die Eigenschaften der konventionellen Asphalte angepasst werden.

Anhand der durchgeführten Bindemitteluntersuchungen konnte ein besonderer Einfluss der Alterung von wasserdurchlässigem Asphalt im Modelltopf nach Potechka nicht nachgewiesen werden. Insgesamt zeigen die Untersuchungs-

ergebnisse der festgestellten Bindemittleigenschaften, dass eine Beanspruchung im Modelltopf bei einer Temperatur von 140 °C im Vergleich zu 50 °C eine Veränderung der Eigenschaften bewirkt. Eine schnellere Alterung des wasserdurchlässigen Asphaltes im Vergleich zum konventionellen Asphalt konnte im Modelltopf nach Potschka jedoch nicht festgestellt werden.

Das Verschmutzungsverhalten von wasserdurchlässigem Asphalt kann im Labor in Anlehnung an DIN 18035 untersucht werden. Aus den erzielten Ergebnissen wird ein Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und der Durchlässigkeit der Probekörper ersichtlich. Das Verschmutzungsverhalten wird durch den Hohlraumgehalt des Probekörpers im Ausgangszustand maßgebend beeinflusst. Mischgüter mit einem Hohlraumgehalt, bei dem die Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit gerade erfüllt werden, sind sehr verschmutzungsanfällig und weisen bereits bei einer geringen Schmutzmenge hohe Durchlässigkeits-einbußen auf.

Beim Einbau von wasserdurchlässigem Asphalt, besonders in zweischichtiger Bauweise, besteht bei baustellenüblichen Bedingungen erhöhte Gefahr eine geringe Wasserdurchlässigkeit der Schicht infolge von Verschmutzungen durch Einbaugeräte zu erhalten. Die aufgetretene Verschmutzung kann nachträglich nur mit erhöhtem Aufwand beseitigt werden, so dass diese beim Einbau unbedingt vermieden werden muss. Im Falle einer Verschmutzung der Asphalttragschichtoberfläche muss diese vor dem Überbauen gereinigt werden. Aus den durchgeführten Untersuchungen im Feldversuchsstand kann abgeleitet werden, dass die Beschaffenheit der Asphaltoberfläche einen Einfluss auf das Wasserschluckvermögen der Befestigung ausübt. Deshalb muss die Schicht so hergestellt werden, dass ihre Beschaffenheit möglichst gleichmäßig ist.

Zur Untersuchung des Verschmutzungsverhaltens im Feldversuchsstand scheint eine Prüfung mit dem Doppelringinfiltrimeter nicht sinnvoll, da Rückkopplungen zwischen beiden Wasserständen aufgrund der zusammenhängenden, hohlraumreichen Struktur beobachtet werden konnten. Die im Rahmen der Untersuchungen angewandte Prüfung mit dem Standzylinder erfordert eine vollständige Abdichtung an der Unterseite. Der im Labor festgestellte Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und dem Hohlraumgehalt vor der Verschmutzung konnte bei der Bestimmung der Versickerungsleistung bestätigt werden. Die unter der Pflasterdecke eingebaute wasserdurchlässige Asphalttragschicht (WAT) erwies sich aufgrund ihrer Hohlraumstruktur als sehr verschmutzungsanfällig. Das eingesetzte Bettungsmaterial führte zu einer Verschmutzung der Oberfläche und damit zur deutlichen Reduzierung des Wasserschluckvermögens. Ein Vlies zwischen der Bettung und der Asphalttragschicht hat die Verschmutzung der Unterlage zwar

verhindern, sicherte dadurch jedoch nicht die Versickerungsleistung der Gesamtbefestigung. Da der WDA 0/22 aufgrund seiner Zusammensetzung eine deutlich gröbere Hohlraumstruktur hat und damit verschmutzungsresistenter ist, sollte er als Asphaltenschicht unter wasserdurchlässigem Pflaster statt einer WAT verwendet werden. Bei einer Verschmutzung der Oberfläche mit einer Schmutzmenge von etwa 1,0 kg/m² konnte im Feldversuchsstand bei WDA 0/8 auf WDA 0/22 keine nennenswerte Reduzierung des Wasserschluckvermögens festgestellt werden.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Kontrollprüfungen kann abgeleitet werden, dass beim Einbau der Schichten alle zusammenhängenden Arbeitsgänge aufeinander abgestimmt und zügig durchgeführt werden müssen. Um Kornzertrümmerungen zu vermeiden und eine ausreichende Verdichtungsleistung beim Einbau zu erbringen, sollten zum Verdichten Walzen ohne Vibration mit einem hohen Gewicht und in einer ausreichenden Anzahl eingesetzt werden. Bei einer Entnahme von Bohrkernen tritt durch den Bohrvorgang eine Verschmutzung der benachbarten Fläche auf, so dass in diesem Bereich eine Reduzierung der Versickerungsleistung der Befestigung zu erwarten ist. Fragen des Betriebes und der Haltbarkeit von Verkehrsflächen aus wasserdurchlässigem Asphalt waren nicht Gegenstand dieser Arbeit. Hier besteht weiterhin Forschungsbedarf.

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit geben Hinweise für die Herstellung, den Einbau sowie die Prüfung von wasserdurchlässig konzipierten Asphalten. Die Angaben im Merkblatt [FGSV, 1998] müssen aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse überarbeitet werden. Dabei sollen die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit bei der Formulierung der Anforderungen bezüglich der Zusammensetzung und dem Einbau dieser Beläge einbezogen werden.

8 Zusammenfassung

Wasserdurchlässige Asphalte wurden bislang im Zusammenhang mit versickerungsfähig ausgebildetem Oberbau im „Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen“ [FGSV, 1998] beschrieben. Die Anwendung der wasserdurchlässigen Asphalte nach diesem Merkblatt zeigte vermehrt offene Fragen bezüglich der Zusammensetzung und Eigenschaften auf. Aufgrund fehlender systematischer Untersuchungen konnten bisher keine Aussagen über das Verformungsverhalten, den Widerstand gegen Rissbildung und das Alterungsverhalten gemacht werden. Außerdem war nicht bekannt, wie die Wasserdurchlässigkeit des im Rahmen der Eignungsprüfung optimierten Asphaltgemisches von der während der Nutzungsdauer anfallenden Verschmutzung beeinflusst wird. Vor diesem Hintergrund wurde die vorliegende

Forschungsarbeit angefertigt. Ziel dieser Arbeit war es, die notwendige Zusammensetzung von wasserdurchlässigen Asphalten anhand des genannten Merkblattes [FGSV, 1998] zu überprüfen und im Hinblick auf ausreichende Wasserdurchlässigkeit zu optimieren. Des Weiteren sollten im Rahmen der Laboruntersuchungen und durch einen praxisgerechten Einbau von ausgewählten Asphaltgemischen in einem Versuchsstand das mechanische Verhalten, die Alterungsbeständigkeit und das Verschmutzungsverhalten untersucht werden. Es waren Hinweise und Empfehlungen für die Herstellung, den Einbau und die Prüfung von wasserdurchlässig konzipierten Asphalten zu erarbeiten.

Im Rahmen der durchgeführten Eignungsprüfungen wurden die Angaben des o.g. Merkblattes bezüglich der Mischgutzusammensetzung geprüft und im Hinblick auf die ausreichende Wasserdurchlässigkeit optimiert. Die Untersuchungen erfolgten an Marshallprobekörper und an Bohrkernen aus im Walzsektorverdichter hergestellten Asphaltplatten mit Durchmessern von 100 und 150 mm. Die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit wurde nach DIN EN 12697, Teil 19 durchgeführt. Dabei hat sich herausgestellt, dass bei den untersuchten Mischgutvarianten die Korngrößenverteilung den maßgebenden Einfluss auf die Wasserdurchlässigkeit ausübt. An den untersuchten Mischgutvarianten konnten bei den Probekörpern aus WDA 0/8 Unterschreitungen der im o.g. Merkblatt angegebenen Mindestanforderung an die Wasserdurchlässigkeit von $5,4 \times 10^{-5}$ m/s festgestellt werden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Wasserdurchlässigkeit zusätzlich zum Hohlraumgehalt von der Hohlraumstruktur beeinflusst wird. Bei Probekörpern aus WDA 0/22 konnte eine höhere Wasserdurchlässigkeit bei relativ gleichem Hohlraumgehalt festgestellt werden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen auch einen Einfluss der Verdichtungsart der Probekörper auf die Wasserdurchlässigkeit auf, so dass es im Vergleich zwischen Marshallprobekörper und Bohrkernen zu von einander abweichenden Ergebnissen kommen kann.

Die durchgeführten Eignungsprüfungen zeigten, dass eine nach ZTV T-StB konzipierte Asphalttragschicht die Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit nur dann erfüllen kann, wenn eine Korngrößenverteilung an der unteren Grenze im vorgeschriebenen Sieblinienintervall für die Mischgutart C beim Mindestbindemittelgehalt gewählt wird. Beim praxisgerechten Einbau einer solchen Asphalttragschicht im Feldversuchsstand neigte das Mischgut jedoch zu Entmischungen, so dass ein gleichmäßiges Oberflächenbild nicht erzeugt werden konnte.

Das mechanische Verhalten wurde an insgesamt acht wasserdurchlässigen Mischgutvarianten mit unterschiedlichem Größtkorn und Hohlraumgehalt untersucht. Dabei zeigte sich beim wasserdurchlässig konzipierten Asphalt im Vergleich zu den Referenzgemischen (AB 0/8 und ATS 0/22) erwartungsgemäß ein

schlechteres mechanisches Verhalten. Durch Optimierung der Zusammensetzung konnten aber mechanische Eigenschaften erreicht werden, die an diejenigen der Referenzgemische heranreichen. Bei der oxidativen Beanspruchung der Probekörper im Modelltopf nach Potschka konnte eine schnellere Alterung der wasserdurchlässig konzipierten Asphalte im Vergleich zu den Referenzgemischen nicht nachgewiesen werden.

Das Verschmutzungsverhalten von WDA und der wasserdurchlässigen Asphalttragschicht wurde in Anlehnung an die DIN 18035 im Labor untersucht. Dabei wurden Bohrkerne (D=150 mm) verwendet, die aus walzsektorverdichteten Platten entnommen wurden. Insgesamt wurden sieben verschiedene Mischgutvarianten mit unterschiedlichen Hohlraumgehalten untersucht. Das Schmutzgemisch wurde im Labor mit einer praxisorientierten Korngrößenverteilung aus überwiegend feinen Gesteinskörnungen zusammengesetzt. Die Untersuchungsergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und der Durchlässigkeit der Probekörper. Es konnte festgestellt werden, dass Asphaltgemische, die in der Eignungsprüfung im Bereich der Mindestanforderung an die Wasserdurchlässigkeit liegen, bei einer relativ geringen Schmutzmenge ein vergleichsweise schlechtes Verschmutzungsverhalten aufweisen. Deshalb sind die Asphaltgemische im Rahmen der Eignungsprüfung mit einem höheren Vorhaltemaß an Hohlraumgehalt zu konzipieren.

Um festzustellen, wie sich im Labor optimiertes und untersuchtes Mischgut bei Herstellung und Einbau verhält und wie sich dabei die Wasserdurchlässigkeit der Befestigung infolge der praxisnahen Verschmutzung ändert, wurden in einem Feldversuchsstand Befestigungen mit WDA 0/8 auf WDA 0/22 und Pflaster auf WAT 0/22 mit den ausgewählten Gemischen hergestellt. Anhand der durchgeführten Untersuchungen konnte das bereits an den Probekörpern im Labor festgestellte Verschmutzungsverhalten bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass eine nach ZTV T-StB wasserdurchlässig konzipierte Asphalttragschicht deutlich verschmutzungsanfälliger ist, als ein WDA. Das unter Pflaster eingebaute Bettungsmaterial führte bereits zur deutlichen Reduzierung des Wasserschluckvermögens. Bei einer Verschmutzung der Oberfläche des eingebauten WDA 0/8 konnte im vorliegenden Fall bis zu einer Schmutzmenge von etwa 1,0 kg/m² keine nennenswerte Reduzierung des Wasserschluckvermögens festgestellt werden.

Aus den erzielten Ergebnissen konnten Hinweise für die Herstellung, den Einbau und die Prüfung abgeleitet werden (Abschnitt 7). Aufgrund dieser neuer Erkenntnisse über die wasserdurchlässig konzipierten Asphalte ist das bestehende Merkblattes zu überarbeiten, damit die in den Schlussfolgerungen für die Praxis aufgeführten Hinweise berücksichtigt werden können.

Literaturverzeichnis

ARAND, W.

GEDANKEN ZUR ERMÜDUNG VON VERKEHRSFLÄCHENBEFESTIGUNGEN AUS ASPHALT BEI KÄLTE
FESTSCHRIFT ALEXANDER GERLACH, MITTEILUNGEN AUS DEM FACHGEBIET KONSTRUKTIVER STRAßENBAU IM INSTITUT FÜR VERKEHRSWIRTSCHAFT DER UNIVERSITÄT HANNOVER, HEFT 15 / 1993

ARBEITSANLEITUNG ZUR PRÜFUNG VON ASPHALT
TEIL: HERSTELLUNG VON ASPHALTPROBEPLATTEN IM LABORATORIUM MIT DEM WALZSEKTOR-VERDICHUNGSGERÄT (WSV)

ALP A-STB, TEIL 11
FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 2003

BIGOS, S.

VERSCHMUTZUNG VON STRAßENBEFESTIGUNGEN AUS OFFENPORIGEM ASPHALT
DIPLOMARBEIT, TU DRESDEN, 2003 (UNVERÖFFENTLICHT)

BORGWARDT, S., GERLACH A., KÖHLER M.

VERSICKERUNGSFÄHIG AUSGEBILDETE VERKEHRSFLÄCHEN
SPRINGER – VERLAG, BERLIN, 2000

BORGWARDT, S.

VERSICKERUNGSFÄHIG AUSGEBILDETE VERKEHRSFLÄCHEN
TIS, HEFT 5/2001

BÖHM, S., ROOT, V.

WASSERDURCHLÄSSIGER ASPHALT
ASPHALT, HEFT 6/2004

DIN 18035

TEIL 6
SPORTPLÄTZE, KUNSTSTOFFPLÄTZE
BEUTH, AUSGABE 1992

DIN 18130

TEIL 1 LABORVERSUCHE
BESTIMMUNG DES WASSERDURCHLÄSSIGKEITSBEIWERTES
BEUTH, AUSGABE 1998

EUROPÄISCHE NORM

DIN EN 12591
ANFORDERUNGEN AN STRAßENBAUBITUMEN
BEUTH, AUSGABE 2000

EUROPÄISCHE NORM

DIN EN 12697-19
PRÜFVERFAHREN FÜR HEIßASPHALT-DURCHLÄSSIGKEIT VON PROBEKÖRPERN
BEUTH, AUSGABE 2003/2004

GAUER, P., HÄUSINGER,

OPTIMIERUNG DER PRÜFBEDINGUNGEN DES SPURBILDUNGSVERSUCHES
FORSCHUNGS-AUFTRAG NR.: 7.180/1997 IM AUFTRAG DES
BUNDES-MINISTERIUMS FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN,
OKTOBER 2001

GRÄTZ, B.

WIDERSTAND VON ASPHALT GEGEN RISSBILDUNG – PRÜFTECHNISCHE
ANSPRACHE MIT DEM SPALTZUGSCHWELLVERSUCH
SCHRIFTENREIHE DES LEHRSTUHL'S STRAßENBAU DER TU DRESDEN
HEFT 7 / 1998

LIN, S.-J.

STEUERUNG DES HOHLRAUMGEHALTES VON DRÄNASPHALT IM HINBLICK AUF DIE
OPTIMIERUNG SEINER BAUTECHNISCHEN EIGENSCHAFTEN
DISSERTATION AM INSTITUT FÜR STRAßEN- UND EISENBAHNWESEN DER
UNIVERSITÄT KARLSRUHE, 1993

MARMIER, F.

WASSERSPEICHERNDE FAHRBAHNBESTÄTIGUNG, LITERATURREFERAT
BITUMEN, HEFT 1/2000

MENTLEIN, H., OSNABRÜGGE, S. I.

WASSERDURCHLÄSSIGKEIT VON ASPHALT
ASPHALT, HEFT 1/1999

MERKBLATT FÜR EIGNUNGSPRÜFUNGEN AN ASPHALT

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 1998

MERKBLATT FÜR DEN BAU OFFENPORIGER ASPHALTDECKSCHICHTEN

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSAUSSCHUSS KOMMUNALER STRAßENBAU, AUSGABE 1998

MERKBLATT FÜR WASSERDURCHLÄSSIGE BEFESTIGUNGEN VON VERKEHRSFLÄCHEN

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 1998

PARTL, M. N., TAKAHASHI, S.

ERWEITERTE MISCHGUTOPTIMIERUNG VON DRÄNASPHALT
BITUMEN, HEFT 1/2000

POTSCHKA, V., TAPPERT, A.

VERÄNDERUNG DER BINDEMITTELEIGENSCHAFTEN WÄHREND DER HERSTELLUNG,
VERARBEITUNG UND LIEGEZEIT VON ASPHALT
EINFLUSS DER SILIERUNG VON HEIßMISCHGUT AUF DIE MISCHGUT-
ZUSAMMENSETZUNG UND DIE BINDEMITTELEIGENSCHAFTEN
FORSCHUNG STRAßENBAU UND STRAßENVERKEHRSTECHNIK, HEFT 512/1987

RADENBERG, M., LOUIS, H., P.

VERÄNDERUNG VON BINDEMITTELEIGENSCHAFTEN WÄHREND LÄNGERER
LIEGEZEITEN VON ASPHALTEN
FORSCHUNG STRAßENBAU UND STRAßENVERKEHRSTECHNIK, HEFT 774/1999

RADENBERG, M.

WASSERDURCHLÄSSIGE ASPHALTBEFESTIGUNGEN, AUFBAU,
EIGNUNGSPRÜFUNGEN, AUSFÜHRUNG
TAGUNGSBAND ASPHALTSEMINAR WILLINGEN

RENKEN, P.

OPTIMIERUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG OFFENPORIGER
ASPHALTDECKSCHICHTEN
FORSCHUNG STRAßENBAU UND STRAßENVERKEHRSTECHNIK, HEFT 765/1999

ROOT, V.

UNTERSUCHUNGEN DER WASSERDURCHLÄSSIGKEIT AN IM LABORATORIUM
DYNAMISCH VERDICHTETEN ASPHALTPROBEKÖRPERN
VERTIEFERARBEIT, TU DARMSTADT, 2002 (UNVERÖFFENTLICHT)

TECHNISCHE LIEFERBEDINGUNGEN FÜR GEBRAUCHSFERTIGE POLYMERMODIFIZIERTE
BITUMEN

TL PMB
FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 2001

TECHNISCHE PRÜFVORSCHRIFTEN FÜR ASPHALT IM STRAßENBAU
TEIL: EINAXIALER DRUCKSCHWELLVERSUCH – BESTIMMUNG DES VERFORMUNGS-
VERHALTENS VON WALZASPHALTEN BEI WÄRME

TP A-StB

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 1999

TECHNISCHE PRÜFVORSCHRIFTEN FÜR ASPHALT IM STRAßENBAU
TEIL: SPURBILDUNGSVERSUCH-BESTIMMUNG DER SPURRINNENTIEFE IM WASSERBAD

TP A-StB

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 1997

TECHNISCHE PRÜFVORSCHRIFTEN FÜR ASPHALT IM STRAßENBAU
TEIL: SPURBILDUNGSVERSUCH-BESTIMMUNG DER SPURRINNENTIEFE IM WASSERBAD

TP A-StB

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 1997

WARMBOLD, R.

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE BEI DER WIEDERVERWENDUNG
VON AUSBAUASPHALT ZUR HERSTELLUNG VON ASPHALTDECKEN.
MITTEILUNG AUS DEM FACHGEBIET KONSTRUKTIVER STRAßENBAU DER
UNIVERSITÄT HANNOVER
HANNOVER, 1996

ZUSÄTZLICHE TECHNISCHE VERTRAGSBEDINGUNGEN UND RICHTLINIEN FÜR DEN BAU VON
FAHRBAHNDECKEN AUS ASPHALT

ZTV ASPHALT – STB 01

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRAßEN, AUSGABE 2001

ZUSÄTZLICHE TECHNISCHE VERTRAGSBEDINGUNGEN UND RICHTLINIEN FÜR DEN BAU VON
PFLASTERDECKEN UND PFLASTERBELÄGEN

ZTVP – StB 95

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE MINERALSTOFFE IM STRAßENBAU, AUSGABE 2000

ZUSÄTZLICHE TECHNISCHE VERTRAGSBEDINGUNGEN UND RICHTLINIEN FÜR
TRAGSCHICHTEN IM STRAßENBAU

ZTVT – StB 95

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE SONDERAUFGABEN, AUSGABE 1995 / FASSUNG 2002

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1	Schematische Darstellung unterschiedlicher Hohlraumarten.....	11
Abbildung 3.2	Eintrag von Schmutzstoffen über das Niederschlagswasser [BORGWARDT, 2000].....	13
Abbildung 3.3	Versuchsaufbau zur Bestimmung des Wasserschluckwertes mit veränderlichem hydraulischem Gefälle nach DIN 18035-6, [1992].	15
Abbildung 3.4:	Prinzipskizze der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12696, Teil 19 [BEUTH, 2004]	16
Abbildung 3.5 :	Prinzipskizze „Modelltopf“	20
Abbildung 4.1:	Schematische Darstellung des Untersuchungsumfangs	21
Abbildung 5.1:	Beispiel für einen Marshall-Probekörper mit abgebohrter Mantelfläche (rechts - mit einer abgebohrten Mantelfläche)	30
Abbildung 5.2:	Versuchsapparatur für die Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697, Teil 19, rechts: Druckzelle im Betriebszustand, links: eingespannter Probekörper vor der Beanspruchung mit Wassersäule.....	31
Abbildung 5.5:	Schematische Darstellung des Feldversuchsstandes der TU Dresden.....	39
Abbildung 6.1:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/8 (Voruntersuchungen)	44
Abbildung 6.2:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/22 (Voruntersuchungen)	45
Abbildung 6.3:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/8 (ermittelt am MPK, BK100, BK150)	45
Abbildung 6.4:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/22 (ermittelt am MPK, BK100, BK150)	46
Abbildung 6.5:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/8 (ausgewählte Asphaltgemische).....	48
Abbildung 6.6:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung nach DIN EN 12697-19, WDA 0/22 (ausgewählte Asphaltgemische).....	48
Abbildung 6.7:	Zusammenhang zwischen Durchlässigkeitsbeiwert und Hohlraumgehalt beim WDA 0/8 (ausgewählte Gemische).....	49

Abbildung 6.8: Zusammenhang zwischen Durchlässigkeitsbeiwert und Hohlraumgehalt beim WDA 0/22 und WAT 0/22 (ausgewählte Gemische)	49
Abbildung 6.9: Beispiel für die Oberfläche eines MPK (links) und eines Bohrkerns (rechts) aus einem WDA 0/22	51
Abbildung 6.10: Erweichungspunkt Ring und Kugel von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (50/70, 70/100, PmB 45 A)	52
Abbildung 6.11: Nadelpenetration von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (50/70, 70/100, PmB 45 A).....	53
Abbildung 6.12: Brechpunkt nach Fraas von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (50/70, 70/100, PmB 45 A)	53
Abbildung 6.13: Elastische Rückstellung von nicht beanspruchten und im „Modelltopf“ beanspruchten Bindemitteln (PmB 45 A).....	54
Abbildung 6.13: Dehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltart 0/8, ermittelt im Druckschwellversuch nach TP A-StB [1999].....	55
Abbildung 6.14: Dehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltart 0/22, ermittelt im Druckschwell-Versuch nach TP A-StB [1999].....	56
Abbildung 6.15: Querdehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltart 0/8	56
Abbildung 6.16: Querdehnungsrate im Wendepunkt der Impulskriechkurve bei der untersuchten Asphaltart 0/22	57
Abbildung 6.17: Zusammenhang zwischen der Dehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/8	58
Abbildung 6.18: Zusammenhang zwischen der Dehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/22	59
Abbildung 6.19: Zusammenhang zwischen der Querdehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/8	60
Abbildung 6.20: Zusammenhang zwischen der Querdehnungsrate und dem Hohlraumgehalt bei der Asphaltart 0/22	61

Abbildung 6.21: Ergebnisse des Spurbildungsversuches im Wasserbad bei 50°C mit Gummirad, * = vorzeitiger Abbruch des Versuches	62
Abbildung 6.22: Einfluss der Verdichtungsarbeit auf die Kornzertrümmerung bei einem feinkörnig konzipierten WDA 0/8	64
Abbildung 6.23: Einfluss der Verdichtungsarbeit auf die Kornzertrümmerung bei einem grobkörnig konzipierten WDA 0/8	64
Abbildung 6.24: Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit der Probekörper und der aufgetragenen Schmutzmenge beim WDA 0/8, ermittelt mit dem Verfahren in Anlehnung an DIN 18035	67
Abbildung 6.25: Zusammenhang zwischen der Wasserdurchlässigkeit der Probekörper und der aufgetragenen Schmutzmenge bei WDA 0/22 und WAT 0/22, ermittelt mit dem Verfahren in Anlehnung an DIN 18035	68
Abbildung 6.26: Vergleich der Untersuchungsergebnisse zwischen den im Labor hergestellten und im Feldversuchsstand (FSV) eingebauten Mischgutvarianten	71
Abbildung 6.27: Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und dem Wasserschluckvermögen der Befestigung, Versuchsreihe 4 - Prüfquadrat N2 (WDA 0/8 auf WDA 0/22)	75
Abbildung 6.28: Zusammenhang zwischen der aufgetragenen Schmutzmenge und dem Wasserschluckvermögen der Befestigung, Versuchsreihe 6 - Prüfquadrat E8 (Pflaster auf WAT 0/22, Oberfläche WAT 0/22)....	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verwendete Mischgutkomponenten.....	25
Tabelle 2:	Eigenschaften der verwendeten Bitumen.....	26
Tabelle 3:	Mischguteigenschaften der Referenzmischungen gemäß durchgeführter Eignungsprüfungen.....	27
Tabelle 4:	Erläuterung der Mischgutbezeichnung	29
Tabelle 5:	Eigenschaften der ausgewählten Asphaltvarianten.....	29
Tabelle 6:	Beschreibung der durchgeführten Versuchsreihen im Feldversuchsstand.....	42
Tabelle 7:	Eigenschaften von WDA 0/8 und WDA 0/22 aus Voruntersuchungen ...	44
Tabelle 8:	Eigenschaften der ausgewählten Asphaltvarianten.....	46
Tabelle 9:	Eigenschaften der im Spurbildungsversuch untersuchten Asphaltplatten	61
Tabelle 10:	Eigenschaften der mit unterschiedlicher Anzahl der Verdichtungs schläge hergestellten MPK.....	63
Tabelle 11:	Eigenschaften der Probekörper für die Verschmutzungsversuche	65
Tabelle 12:	Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an im Labor hergestellten Probekörpern	66
Tabelle 13:	Kontrollprüfungsergebnisse der Mischgutproben der im Feldversuchsstand eingebauten Asphaltgemische	68
Tabelle 14:	Untersuchungsergebnisse der im Feldversuchsstand entnommenen Bohrkerne, WDA 0/8.....	69
Tabelle 15:	Untersuchungsergebnisse der im Feldversuchsstand entnommenen Bohrkerne, WDA 0/22.....	69
Tabelle 16:	Untersuchungsergebnisse der im Feldversuchsstand entnommenen Bohrkerne, WAT 0/22	70
Tabelle 17:	Ergebnisse der künstlichen Verschmutzung im Labor, durchgeführt an den Probekörpern aus den im Feldversuchsstand eingebauten Mischgutvarianten	70
Tabelle 18:	Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsprüfung der Befestigungen im Feldversuchsstand vor der Verschmutzung	72
Tabelle 19:	Untersuchungsergebnisse zum Verschmutzungsverhalten der Befestigungen im Feldversuchsstand.....	73

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / AB_0-8_50-70

Mischgutart: Asphaltbeton 0/8 (AB 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: ZTV Asphalt-StB, FGSV 2001

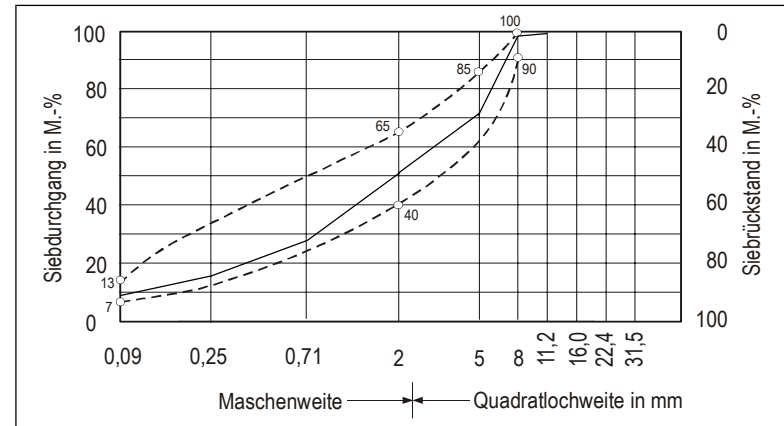
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitsteinfüller	< 0,09 mm	10,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	40,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	20,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	30,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	8,8	---	8,8	Füller
0,09 mm	5,7	8,8	41,2	Sand
0,25 mm	12,4	14,5		
0,71 mm	23,1	26,9		
2,0 mm	20,0	50,0	50,0	Splitt
5,0 mm	29,8	70,0		
8,0 mm	0,2	99,8		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		50/70		
Bindemittelgehalt	M.-%	6,4	6,7	7,0
Bindemittelgehalt	M.-T	6,84	7,18	7,53
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	49,2		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	---		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,869		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,571	2,558	2,546
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,466	2,479	2,486
Hohlraumgehalt (H _{lit})	Vol.-%	4,1	3,1	2,4
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	19,6	19,4	19,4
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	10,4	10,1	9,5
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	2,9	3,6	4,1
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	15,5	16,3	17,1
Ausfüllungsgrad (HA)	%	79,1	84,0	87,9
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / AT_0-22_70-100

Mischgutart: Asphalttragschicht 0/22 CS (ATS 0/22 C)

Bauvorhaben:

Grundlagen: ZTVT-StB , FGSV 1995/2002

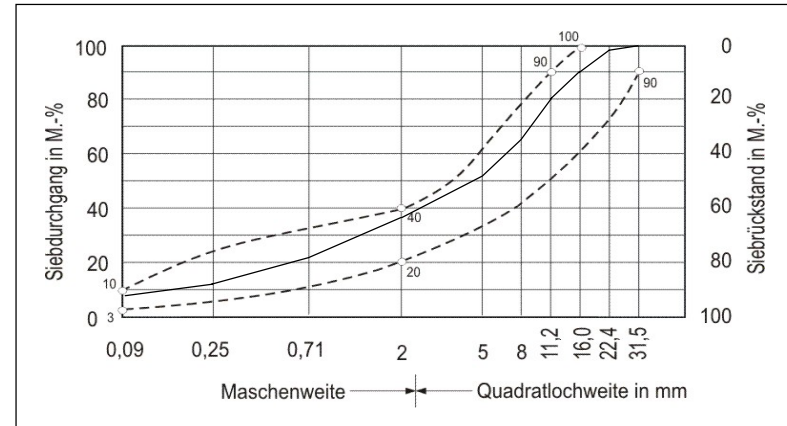
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitsteinfüller	< 0,09 mm	8,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	29,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	15,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	14,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	14,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	10,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	10,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	7,1	---	7,1	Füller
0,09 mm	4,2	7,1	29,9	Sand
0,25 mm	9,0	11,3		
0,71 mm	16,7	20,3	63,0	Splitt
2,0 mm	15,0	37,0		
5,0 mm	13,9	52,0		
8,0 mm	14,1	65,9		
11,2 mm	10,0	80,0		
16,0 mm	9,9	90,0		
22,4 mm	0,1	99,9		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,6
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,82
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	---		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,882		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,686	2,672	2,659
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,422	2,467	2,482
Hohlraumgehalt (H _{lit})	Vol.-%	9,8	7,7	6,6
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	19,3	18,1	17,8
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	8,7	9,1	8,9
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	3,2	3,8	4,1
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	9,5	10,4	11,2
Ausfüllungsgrad (HA)	%	49,1	57,5	62,7
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_50-70_O

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

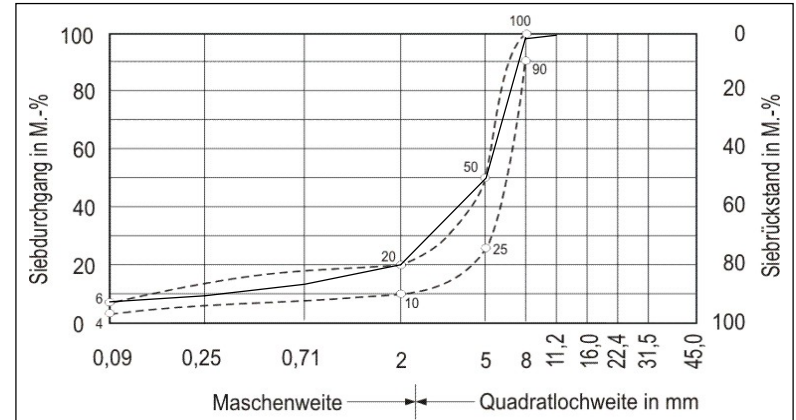
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitsteinfüller	< 0,09 mm	6,5	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	13,2	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	30,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	50,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	6,0	---	6,0	Füller
0,09 mm	2,3	6,0	14,0	Sand
0,25 mm	4,1	8,3		
0,71 mm	7,6	12,4		
2,0 mm	30,0	20,0	80,0	Splitt
5,0 mm	49,6	50,0		
8,0 mm	0,4	99,6		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		50/70		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	49,2		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,884		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,634	2,621	2,608
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,211	2,221	2,223
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	16,1	15,2	14,7
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	27,3	27,2	27,4
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	5,1	4,6	4,2
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	2,8	3,3	2,7
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	11,3	12,0	12,6
Ausfüllungsgrad (HA)	%	41,2	44,0	46,2
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	8,03E-05	5,94E-05	5,13E-05
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_50-70_M

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

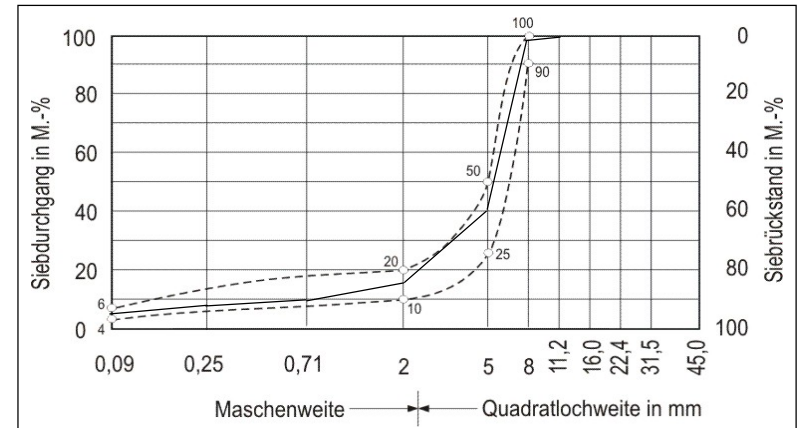
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomiteinfüller	< 0,09 mm	5,4	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	9,3	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	25,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	60,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	5,0	---	5,0	Füller
0,09 mm	1,8	5,0	10,0	Sand
0,25 mm	2,9	6,8		
0,71 mm	5,4	9,6		
2,0 mm	25,0	15,0	85,0	Splitt
5,0 mm	59,5	40,0		
8,0 mm	0,5	99,5		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		50/70		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	49,2		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,884		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,633	2,620	2,607
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,116	2,132	2,135
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	19,7	18,6	18,1
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	30,4	30,1	30,3
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	3,3	3,9	3,8
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	3,1	3,1	2,9
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	10,8	11,5	12,1
Ausfüllungsgrad (HA)	%	35,4	38,2	40,1
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	3,38E-04	2,39E-04	2,46E-04
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_50-70_U

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

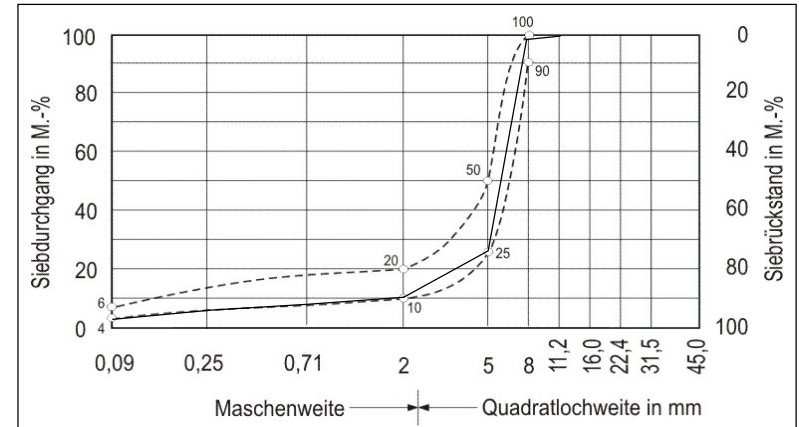
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitmsteinfüller	< 0,09 mm	4,2	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	6,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	15,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	74,4	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,0	---	4,0	Füller
0,09 mm	1,2	4,0	6,6	Sand
0,25 mm	1,9	5,3		
0,71 mm	3,5	7,1		
2,0 mm	15,0	10,6	89,4	Splitt
5,0 mm	73,8	25,6		
8,0 mm	0,6	99,4		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		50/70		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	49,2		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,4		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,881		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,633	2,620	2,607
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,028	2,034	2,039
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	23,0	22,4	21,8
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	33,3	33,3	33,4
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	2,3	2,6	2,8
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	2,7	3,3	3,3
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	10,3	11,0	11,6
Ausfüllungsgrad (HA)	%	31,0	32,9	34,7
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	1,00E-03	9,82E-04	9,02E-04
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_45_O

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

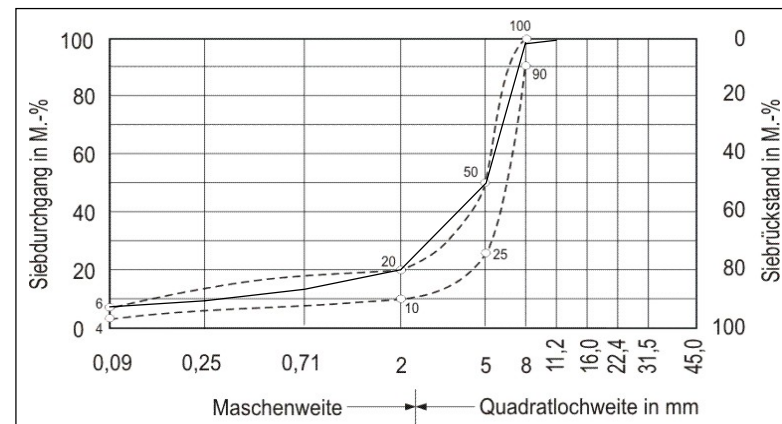
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitsteinfüller	< 0,09 mm	6,5	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	13,2	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	30,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	50,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	6,0	---	6,0	Füller
0,09 mm	2,3	6,0	14,0	Sand
0,25 mm	4,1	8,3		
0,71 mm	7,6	12,4		
2,0 mm	30,0	20,0	80,0	Splitt
5,0 mm	49,6	50,0		
8,0 mm	0,4	99,6		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		PmB 45		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	59,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,884		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,635	2,622	2,609
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,225	2,231	2,237
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	15,6	14,9	14,3
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	26,9	26,9	27,0
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	6,6	6,4	6,0
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	4,2	3,4	3,5
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	11,3	12,0	12,7
Ausfüllungsgrad (HA)	%	42,2	44,7	47,1
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	7,51E-05	4,38E-05	3,35E-05
Verdichtungstemperatur	°C	145		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_45_M

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

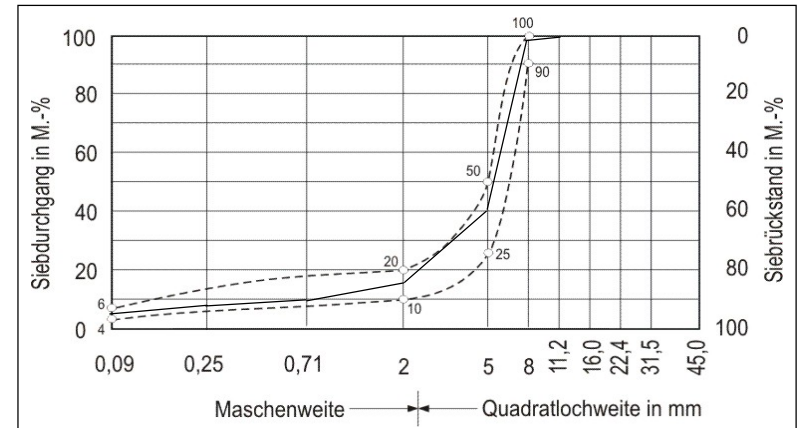
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomiteinfüller	< 0,09 mm	5,4	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	9,3	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	25,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	60,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	5,0	---	5,0	Füller
0,09 mm	1,8	5,0	10,0	Sand
0,25 mm	2,9	6,8		
0,71 mm	5,4	9,6		
2,0 mm	25,0	15,0	85,0	Splitt
5,0 mm	59,5	40,0		
8,0 mm	0,5	99,5		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		PmB 45		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	59,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,884		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,635	2,622	2,609
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,131	2,138	2,141
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	19,1	18,5	17,9
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	30,0	30,0	30,1
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	5,1	4,7	4,5
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	3,8	3,1	3,4
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	10,9	11,5	12,2
Ausfüllungsgrad (HA)	%	36,2	38,5	40,4
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	3,61E-04	2,96E-04	2,43E-04
Verdichtungstemperatur	°C	145		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_45_U

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

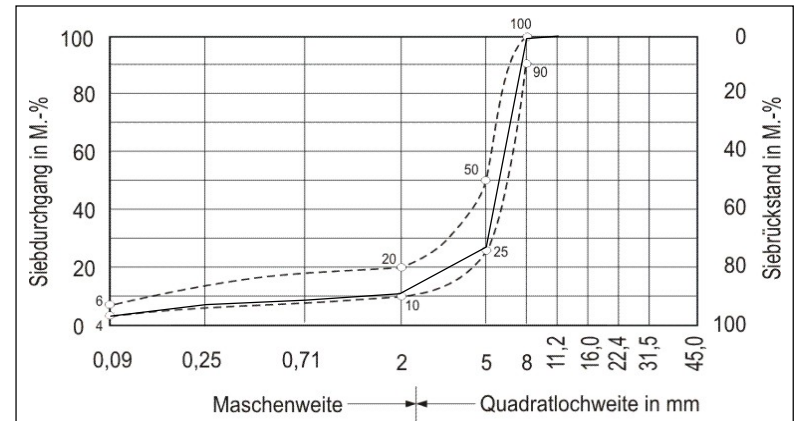
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	4,2	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	6,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	15,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	74,4	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,0	---	4,0	Füller
0,09 mm	1,2	4,0	6,6	Sand
0,25 mm	1,9	5,3		
0,71 mm	3,5	7,1		
2,0 mm	15,0	10,6	89,4	Splitt
5,0 mm	73,8	25,6		
8,0 mm	0,6	99,4		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		PmB 45		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	59,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,4		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,881		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,633	2,620	2,607
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,037	2,054	2,056
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	22,7	21,6	21,1
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	33,0	32,7	32,8
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	3,1	3,9	3,6
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	2,8	3,1	3,3
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	10,4	11,1	11,7
Ausfüllungsgrad (HA)	%	31,4	33,9	35,6
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	9,93E-04	8,58E-04	7,59E-04
Verdichtungstemperatur	°C	145		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-22_70-100_O

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 (WDA 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

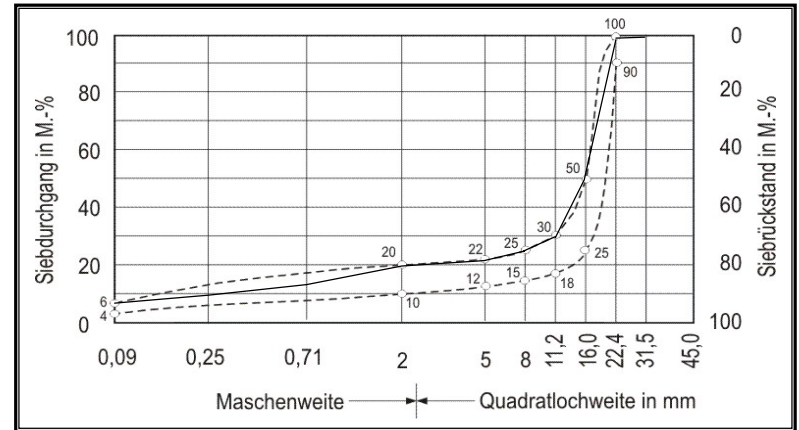
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	6,5	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	13,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	2,2	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	3,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	5,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	20,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	50,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	6,0	---	6,0	Füller
0,09 mm	2,3	6,0	13,8	Sand
0,25 mm	4,0	8,3		
0,71 mm	7,5	12,3	80,2	Splitt
2,0 mm	2,2	19,8		
5,0 mm	3,0	22,0		
8,0 mm	5,0	25,0		
11,2 mm	20,0	30,0		
16,0 mm	49,5	50,0		
22,4 mm	0,5	99,5		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,6
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,82
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,896		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,698	2,684	2,670
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³	2,255	2,264	2,268
Hohlraumgehalt (H _{lit})	Vol.-%	16,4	15,7	15,1
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	25,3	25,2	25,3
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	5,1	5,6	5,5
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	3,2	3,7	3,9
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	8,8	9,5	10,2
Ausfüllungsgrad (HA)	%	35,0	37,9	40,4
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	9,05E-05	6,79E-05	4,61E-05
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-22_70-100_M

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 (WDA 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

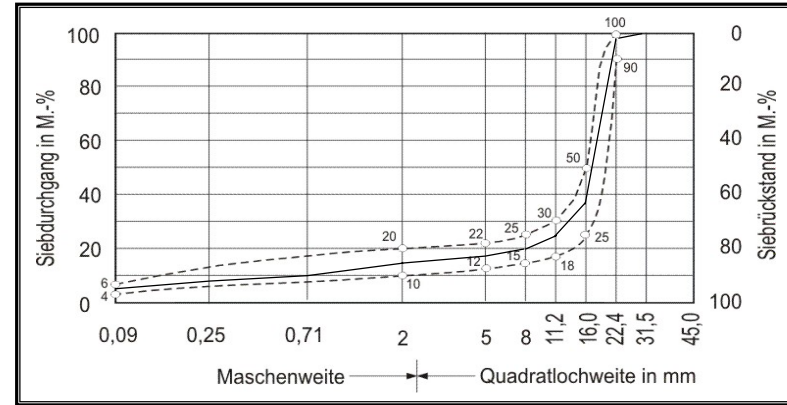
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	6,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	8,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	2,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	3,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	4,7	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	13,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	63,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	5,5	---	5,5	Füller
0,09 mm	1,7	5,5	8,8	Sand
0,25 mm	2,5	7,2		
0,71 mm	4,6	9,7	85,7	Splitt
2,0 mm	2,0	14,3		
5,0 mm	3,0	16,3		
8,0 mm	4,7	19,3		
11,2 mm	13,0	24,0		
16,0 mm	62,3	37,0		
22,4 mm	0,7	99,3		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,6
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,82
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,904		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,704	2,690	2,677
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³	2,113	2,130	2,132
Hohlraumgehalt (H _{lit})	Vol.-%	21,9	20,8	20,4
Hohlraumgehalt (H _{M,bit})	Vol.-%	30,1	29,8	30,0
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	3,1	4,6	4,1
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	3,4	3,3	3,7
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	8,3	9,0	9,6
Ausfüllungsgrad (HA)	%	27,5	30,1	32,1
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	2,20E-04	1,53E-04	1,63E-04
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-22_70-100_U

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 (WDA 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

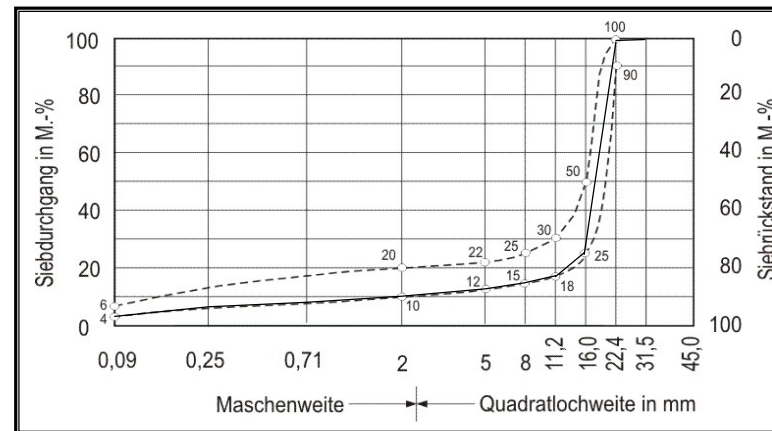
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	4,3	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	5,4	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	2,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	3,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	3,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	7,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	75,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,0	---	4,0	Füller
0,09 mm	1,2	4,0	6,0	Sand
0,25 mm	1,7	5,2		
0,71 mm	3,1	6,9		
2,0 mm	2,0	10,0	90,0	Splitt
5,0 mm	3,0	12,0		
8,0 mm	3,0	15,0		
11,2 mm	7,0	18,0		
16,0 mm	74,2	25,0		
22,4 mm	0,8	99,2		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,6
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,82
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,910		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,709	2,695	2,681
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³	1,971	1,997	2,006
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%	27,2	25,9	25,2
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	35,0	34,3	34,2
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	1,9	2,8	2,3
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	2,4	2,6	3,4
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	7,7	8,4	9,0
Ausfüllungsgrad (HA)	%	22,1	24,5	26,4
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s	1,84E-03	1,17E-03	1,13E-03
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_50-70_OP

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

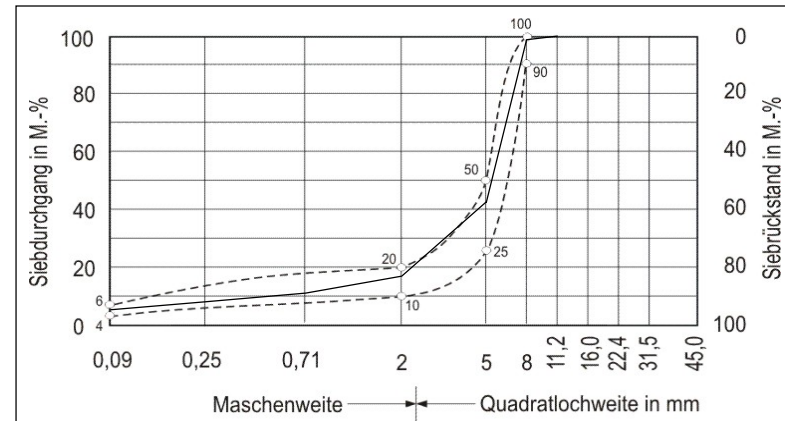
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphalte"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	5,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	13,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	24,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	57,7	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,7	---	4,7	Füller
0,09 mm	2,1	4,7	13,6	Sand
0,25 mm	4,0	6,8		
0,71 mm	7,5	10,8		
2,0 mm	24,0	18,3	81,7	Splitt
5,0 mm	57,2	42,3		
8,0 mm	0,5	99,5		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		50-70		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	49,2		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,882		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,619	
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³		2,190	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		16,4	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		28,2	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		11,8	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		41,9	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		1,0E-04	
Verdichtungstemperatur	°C		135	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_45_OP

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

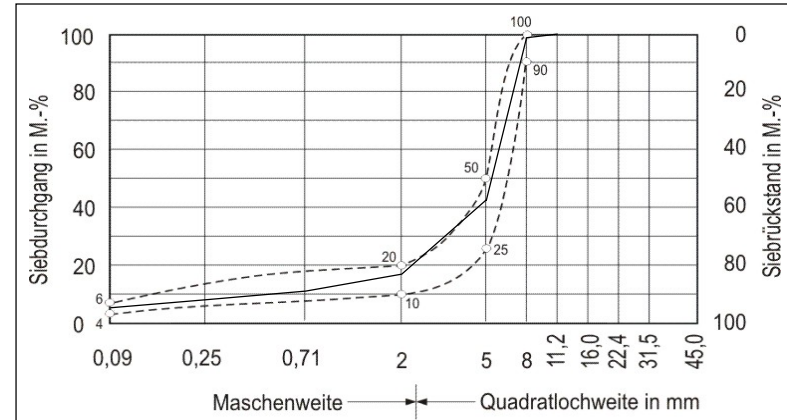
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphalte"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	5,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	13,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	24,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	57,7	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,7	---	4,7	Füller
0,09 mm	2,1	4,7	13,6	Sand
0,25 mm	4,0	6,8		
0,71 mm	7,5	10,8		
2,0 mm	24,0	18,3	81,7	Splitt
5,0 mm	57,2	42,3		
8,0 mm	0,5	99,5		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		PmB 45 A		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	59,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,882		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,621	
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³		2,193	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		16,3	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		28,1	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		11,8	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		42,0	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		1,2E-04	
Verdichtungstemperatur	°C		145	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_45_OPM

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

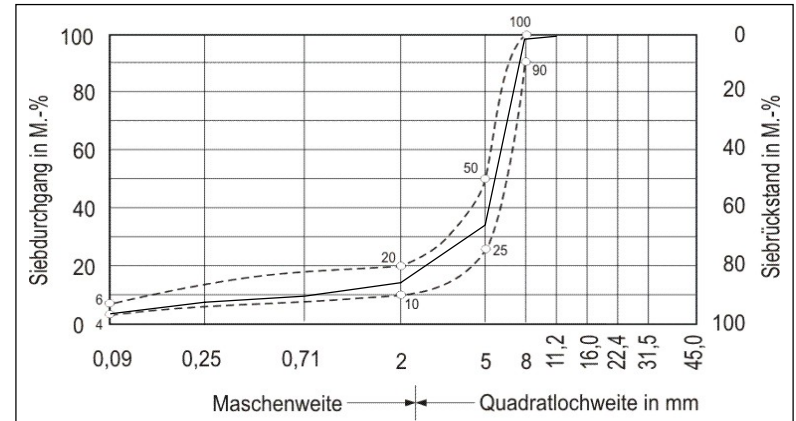
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	4,3	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	8,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	20,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	67,4	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,0	---	4,0	Füller
0,09 mm	1,5	4,0	8,6	Sand
0,25 mm	2,5	5,5		
0,71 mm	4,6	8,0	87,4	Splitt
2,0 mm	20,0	12,6		
5,0 mm	66,9	32,6		
8,0 mm	0,5	99,5		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		PmB 45 A		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	59,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,882		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,621	
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³		2,109	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		19,5	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		30,9	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		11,4	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		36,8	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		4,4E-04	
Verdichtungstemperatur	°C		145	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-8_45_OPU

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/8 (WDA 0/8)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

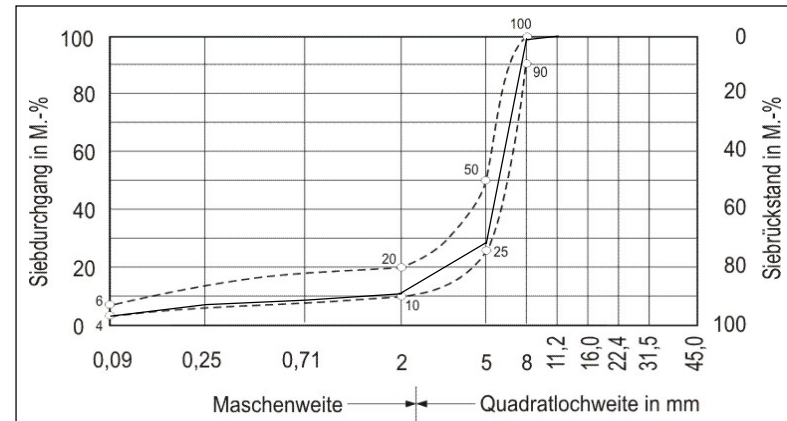
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	4,3	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	6,3	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	16,1	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	73,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	Hartsteinwerk Seifersdorf

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,0	---	4,0	Füller
0,09 mm	1,3	4,0	6,9	Sand
0,25 mm	2,0	5,3		
0,71 mm	3,6	7,3		
2,0 mm	16,1	10,9	89,1	Splitt
5,0 mm	72,4	27,0		
8,0 mm	0,6	99,4		
11,2 mm	0,0	100,0		
16,0 mm	0,0	100,0		
22,4 mm	0,0	100,0		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		PmB 45 A		
Bindemittelgehalt	M.-%	5,2	5,5	5,8
Bindemittelgehalt	M.-T	5,49	5,82	6,16
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	59,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,881		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,620	
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³		2,050	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		21,8	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		32,8	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		11,1	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		33,7	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		7,6E-04	
Verdichtungstemperatur	°C		145	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-22_70-100_OP

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 (WDA 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

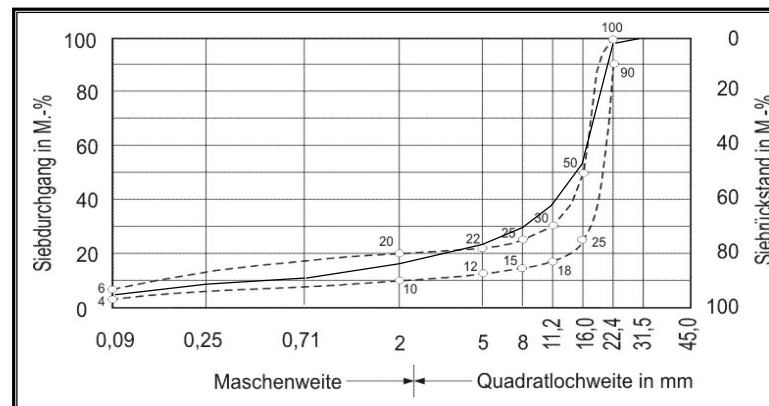
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	5,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	12,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	6,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	6,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	8,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	15,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	47,7	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	4,7	---	4,7	Füller
0,09 mm	2,0	4,7	12,6	Sand
0,25 mm	3,7	6,7		
0,71 mm	6,9	10,4	82,7	Splitt
2,0 mm	6,0	17,3		
5,0 mm	6,0	23,3		
8,0 mm	8,0	29,3		
11,2 mm	15,0	37,3		
16,0 mm	47,2	52,3		
22,4 mm	0,5	99,5		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,5
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,71
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,899		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,686	
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³		2,234	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		16,8	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		26,3	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		9,4	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		35,9	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		5,90E-05	
Verdichtungstemperatur	°C		135	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-22_70-100_OPM

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 (WDA 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

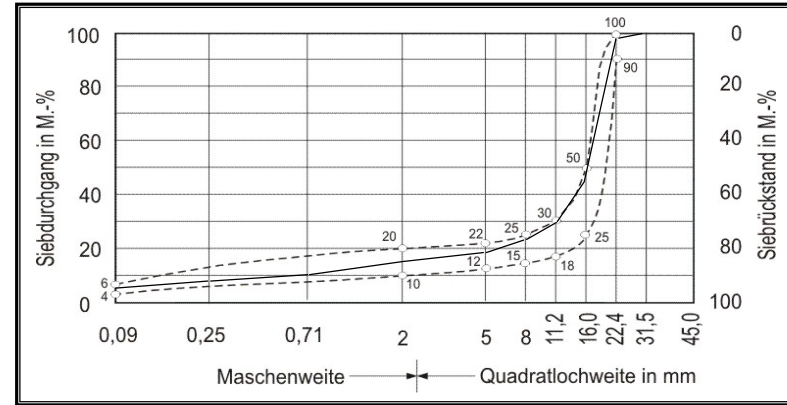
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	6,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	8,7	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	4,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	4,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	6,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	16,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	55,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	5,5	---	5,5	Füller
0,09 mm	1,8	5,5	9,5	Sand
0,25 mm	2,7	7,3		
0,71 mm	5,0	10,0	85,0	Splitt
2,0 mm	4,0	15,0		
5,0 mm	4,0	19,0		
8,0 mm	6,0	23,0		
11,2 mm	16,0	29,0		
16,0 mm	54,4	45,0		
22,4 mm	0,6	99,4		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,5
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,71
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,902		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,688	
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³		2,190	
Hohlraumgehalt (H _{lit})	Vol.-%		18,6	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		27,8	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		9,2	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		33,2	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		8,84E-05	
Verdichtungstemperatur	°C		135	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WA_0-22_70-100_OPU

Mischgutart: wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 (WDA 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998, prEN 12697-19, April 2003

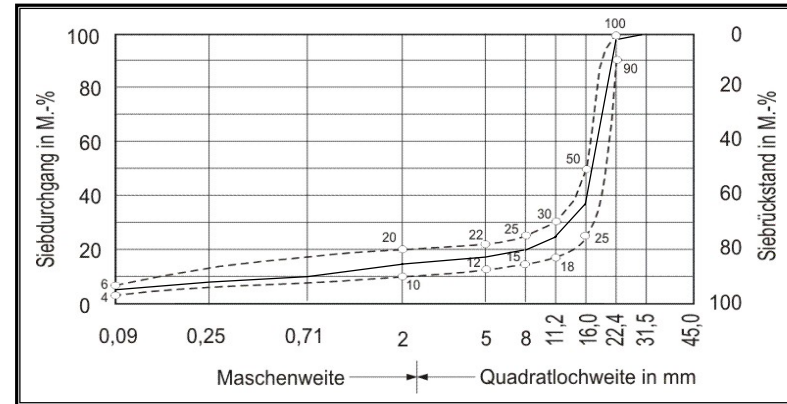
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	6,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	8,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	2,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	3,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	4,7	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	13,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	63,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	5,5	---	5,5	Füller
0,09 mm	1,7	5,5	8,8	Sand
0,25 mm	2,5	7,2		
0,71 mm	4,6	9,7	85,7	Splitt
2,0 mm	2,0	14,3		
5,0 mm	3,0	16,3		
8,0 mm	4,7	19,3		
11,2 mm	13,0	24,0		
16,0 mm	62,3	37,0		
22,4 mm	0,7	99,3		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	4,0	4,3	4,5
Bindemittelgehalt	M.-T	4,17	4,49	4,71
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	0,3		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,904		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,690	
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³		2,130	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		20,8	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		29,8	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN			
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm			
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		9,0	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		30,1	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		1,53E-04	
Verdichtungstemperatur	°C		135	

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WT_0-22_70-100_U

Mischgutart: wasserdurchlässige Asphalttragschicht 0/22 (WAT 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: ZTV T-StB 01, FGSV 1995 / Fassung 2002, Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

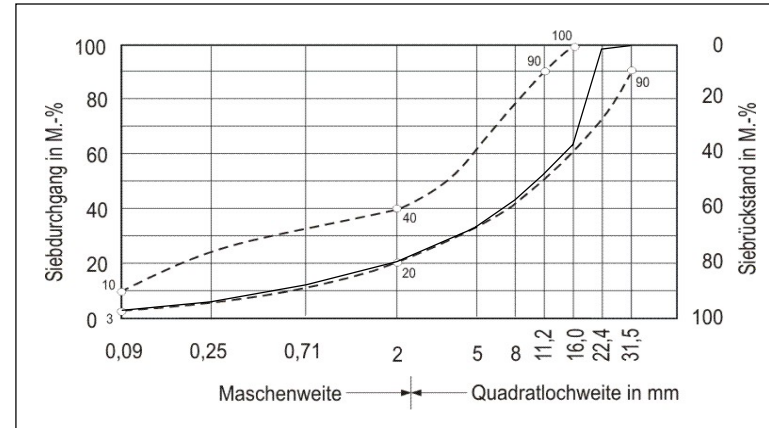
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	3,5	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	16,5	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	12,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	11,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	8,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	11,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	38,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	3,1	---	3,1	Füller
0,09 mm	2,3	3,1	16,9	Sand
0,25 mm	5,1	5,4		
0,71 mm	9,5	10,5		
2,0 mm	12,0	20,0	80,0	Splitt
5,0 mm	10,9	32,0		
8,0 mm	8,1	42,9		
11,2 mm	11,0	51,0		
16,0 mm	37,6	62,0		
22,4 mm	0,4	99,6		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	3,3	3,6	3,9
Bindemittelgehalt	M.-T	3,41	3,73	4,06
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	---		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,896		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³	2,730	2,716	2,702
Raumdichte (Marshallprobekörper)	g/cm³	2,270	2,287	2,295
Hohlraumgehalt (H _{lit})	Vol.-%	16,9	15,8	15,1
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%	24,2	23,9	23,8
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN	6,0	6,7	6,8
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm	3,2	3,9	4,1
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%	7,3	8,1	8,8
Ausfüllungsgrad (HA)	%	30,4	33,8	36,8
Verdichtungstemperatur	°C	135		

EIGNUNGSPRÜFUNG

13616 BG / WT_0-22_70-100_OP

Mischgutart: wasserdurchlässige Asphalttragschicht 0/22 (WAT 0/22)

Bauvorhaben:

Grundlagen: ZTV T-StB 01, FGSV 1995 / Fassung 2002, Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, FGSV 1998

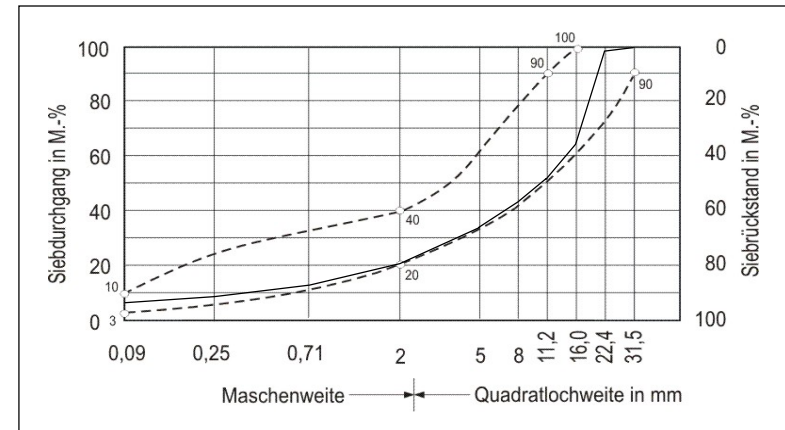
Verwendungszweck: AiF-Forschungsvorhaben "Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen"

MINERALSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

		M.-%	Lieferwerk
1 Dolomitfüller	< 0,09 mm	7,0	Ostrauer Kalkwerke
2 Diabasedelbrechsand	0/2 mm	13,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
3 Diabasedelsplitt	2/5 mm	12,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
4 Diabasedelsplitt	5/8 mm	9,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
5 Diabasedelsplitt	8/11 mm	9,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
6 Diabasedelsplitt	11/16 mm	12,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
7 Diabasedelsplitt	16/22 mm	38,0	Hartsteinwerk Seifersdorf
8 Diabasedelsplitt	22/32 mm	0,0	

SIEBANALYSE DES MINERALSTOFFGEMISCHES

Prüfsieb	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%	Anteil M.-%	
<0,09	6,1	---	6,1	Füller
0,09 mm	2,4	6,1	13,9	Sand
0,25 mm	4,0	8,5		
0,71 mm	7,5	12,5		
2,0 mm	12,0	20,0	80,0	Splitt
5,0 mm	8,9	32,0		
8,0 mm	9,1	40,9		
11,2 mm	12,0	50,0		
16,0 mm	37,6	62,0		
22,4 mm	0,4	99,6		
31,5 mm	0,0	100,0		
Brechsand / Natursand:			1 / 0	



EIGENSCHAFTEN DES ASPHALTMISCHGUTES:

Mischung Nr.:		I	II	III
Bindemittelart		70/100		
Bindemittelgehalt	M.-%	3,3	3,6	3,9
Bindemittelgehalt	M.-T	3,41	3,73	4,06
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	48,6		
stab. Zusatzstoffgehalt (Technocel)	M.-%	---		
Rohdichte Mineralstoffgemisch	g/cm³	2,897		
Rohdichte Asphaltgemisch	g/cm³		2,717	
Raumdichte (MPK, Ausmessverfahren)	g/cm³		2,355	
Hohlraumgehalt (H _{bit})	Vol.-%		13,3	
Hohlraumgehalt (H _{M bit})	Vol.-%		21,6	
Marshall-Stabilität bei 60°C	kN		7,1	
Marshall-Fließwert bei 60°C	mm		4,1	
Bindemittelvolumen (HB)	Vol.-%		8,3	
Ausfüllungsgrad (HA)	%		38,4	
Wasserdurchlässigkeit (k _v) MPK	m/s		6,88E-05	
Verdichtungstemperatur	°C		135	

Mischgutart	Platten-Nr. P=Platte M=MPK	Raum- Dichte [g/cm³]	Mittelwert Raumdichte [g/cm³]	Hbit [Vol.-%]	Hbit MW [Vol.-%]	Hbit StAbw [Vol.-%]	vertikale Durchl. kv [m/s]	mittlere Durchl. kv [m/s]	Durchl. kv StAbw [m/s]
WA_0-8_50-70_OP_5,5	M1	2,196	2,191	16,1	16,4	0,2	9,84E-05	1,01E-04	1,34E-05
	M2	2,188		16,5			1,16E-04		
	M3	2,186		16,5			8,76E-05		
	M4	2,200		16,0			8,56E-05		
	M5	2,190		16,4			1,04E-04		
	M6	2,184		16,6			1,16E-04		
WA_0-8_45_OP_5,5	M1	2,202	2,193	16,0	16,3	0,4	1,13E-04	1,18E-04	1,88E-05
	M2	2,197		16,2			1,21E-04		
	M3	2,180		16,8			1,41E-04		
	M4	2,192		16,4			1,14E-04		
	M5	2,206		15,8			8,73E-05		
	M6	2,181		16,8			1,34E-04		
WA_0-8_45_OPM_5,5	M1	2,104	2,112	19,7	19,4	0,4	4,14E-04	4,19E-04	3,97E-05
	M2	2,103		19,8			4,85E-04		
	M3	2,119		19,1			4,20E-04		
	M4	2,126		18,9			3,69E-04		
	M5	2,112		19,4			3,91E-04		
	M6	2,107		19,6			4,33E-04		
WA_0-8_45_OPU_5,5	M1	2,064	2,052	21,2	21,7	0,4	7,91E-04	7,79E-04	3,49E-05
	M2	2,038		22,2			7,42E-04		
	M3	2,048		21,8			7,44E-04		
	M4	2,066		21,1			8,03E-04		
	M5	2,055		21,6			7,62E-04		
	M6	2,042		22,1			8,29E-04		
WT_0-22_70-100_OP_3,6	M1	2,353	2,353	13,4	13,4	0,3	8,15E-05	7,35E-05	1,51E-05
	M2	2,350		13,5			6,77E-05		
	M3	2,362		13,1			5,72E-05		
	M4	2,352		13,4			8,78E-05		
	M5	2,342		13,8			9,05E-05		
	M6	2,361		13,1			5,65E-05		
WA_0-22_70-100_OP_4,3	M1	2,248	2,232	16,3	16,9	0,4	6,39E-05	6,40E-05	1,02E-05
	M2	2,220		17,3			5,90E-05		
	M3	2,233		16,9			5,40E-05		
	M4	2,233		16,9			5,86E-05		
	M5	2,218		17,4			8,31E-05		
	M6	2,237		16,7			6,56E-05		
WA_0-22_70-100_OPM_4,3	M1	2,196	2,187	18,3	18,6	0,9	8,53E-05	9,54E-05	1,81E-05
	M2	2,151		20,0			1,06E-04		
	M3	2,222		17,3			7,42E-05		
	M4	2,203		18,0			8,05E-05		
	M5	2,167		19,4			1,21E-04		
	M6	2,183		18,8			1,06E-04		
WA_0-22_70-100_OPU_4,3	M1	2,151	2,134	20,0	20,7	0,5	1,22E-04	1,73E-04	3,88E-05
	M2	2,114		21,4			1,85E-04		
	M3	2,126		21,0			1,50E-04		
	M4	2,149		20,1			1,67E-04		
	M5	2,125		21,0			2,38E-04		
	M6	2,139		20,5			1,72E-04		

Anlage 3.1:

Eigenschaften der Marshallprobekörper aus ausgewählten Asphaltgemischen

Mischgutart	Platten-Nr. P=Platte M=MPK	Raum- Dichte [g/cm³]	Mittelwert Raumdichte [g/cm³]	Hbit [Vol.-%]	Hbit MW [Vol.-%]	Hbit StAbw [Vol.-%]	vertikale Durchl. kv [m/s]	mittlere Durchl. kv [m/s]	Durchl. kv StAbw [m/s]
WA_0-8_50-70_OP_5,5	BK1 (D=100)	2,195	2,193	16,2	16,3	0,3	1,00E-04	9,66E-05	1,16E-05
	BK2 (D=100)	2,181		16,7			1,11E-04		
	BK3 (D=100)	2,203		15,9			8,51E-05		
	BK4 (D=100)	2,199		16,0			9,39E-05		
	BK5 (D=100)	2,192		16,3			8,22E-05		
	BK6 (D=100)	2,186		16,5			1,07E-04		
WA_0-8_45_OP_5,5	BK1 (D=100)	2,214	2,201	15,5	16,0	0,4	7,84E-05	1,06E-04	1,85E-05
	BK2 (D=100)	2,206		15,8			1,33E-04		
	BK3 (D=100)	2,203		16,0			1,05E-04		
	BK4 (D=100)	2,203		16,0			9,83E-05		
	BK5 (D=100)	2,183		16,7			1,18E-04		
	BK6 (D=100)	2,195		16,2			1,04E-04		
WA_0-8_45_OPM_5,5	BK1 (D=100)	2,121	2,113	19,1	19,4	0,5	3,22E-04	3,19E-04	1,97E-05
	BK2 (D=100)	2,124		19,0			3,12E-04		
	BK3 (D=100)	2,123		19,0			3,45E-04		
	BK4 (D=100)	2,105		19,7			3,35E-04		
	BK5 (D=100)	2,114		19,4			2,89E-04		
	BK6 (D=100)	2,089		20,3			3,11E-04		
WA_0-8_45_OPU_5,5	BK1 (D=100)	2,057	2,051	21,5	21,7	0,5	4,12E-04	4,96E-04	6,81E-05
	BK2 (D=100)	2,048		21,8			5,62E-04		
	BK3 (D=100)	2,068		21,1			4,99E-04		
	BK4 (D=100)	2,045		21,9			4,65E-04		
	BK5 (D=100)	2,056		21,5			4,49E-04		
	BK6 (D=100)	2,033		22,4			5,88E-04		
WA_0-8_50-70_OP_5,5	BK1 (D=150)	2,171	2,191	17,1	16,3	0,5	1,54E-04	1,41E-04	9,58E-06
	BK2 (D=150)	2,188		16,4			1,41E-04		
	BK3 (D=150)	2,197		16,1			1,36E-04		
	BK4 (D=150)	2,187		16,5			1,42E-04		
	BK5 (D=150)	2,206		16,5			1,45E-04		
	BK6 (D=150)	2,196		16,2			1,26E-04		
WA_0-8_45_OP_5,5	BK1 (D=150)	2,172	2,182	17,1	16,8	0,4	1,80E-04	1,81E-04	1,09E-05
	BK2 (D=150)	2,178		16,9			1,79E-04		
	BK3 (D=150)	2,198		16,1			1,68E-04		
	BK4 (D=150)	2,175		17,0			1,86E-04		
	BK5 (D=150)	2,189		16,5			1,71E-04		
	BK6 (D=150)	2,180		16,8			1,98E-04		
WA_0-8_45_OPM_5,5	BK1 (D=150)	2,090	2,103	20,3	19,8	0,5	4,46E-04	4,32E-04	4,69E-05
	BK2 (D=150)	2,095		20,1			4,82E-04		
	BK3 (D=150)	2,121		19,1			3,86E-04		
	BK4 (D=150)	2,104		19,7			4,84E-04		
	BK5 (D=150)	2,117		19,2			3,76E-04		
	BK6 (D=150)	2,093		20,2			4,15E-04		
WA_0-8_45_OPU_5,5	BK1 (D=150)	2,056	2,050	21,5	21,8	0,5	5,44E-04	6,24E-04	7,15E-05
	BK2 (D=150)	2,059		21,4			5,82E-04		
	BK3 (D=150)	2,065		21,2			5,85E-04		
	BK4 (D=150)	2,041		22,1			6,13E-04		
	BK5 (D=150)	2,044		22,0			6,90E-04		
	BK6 (D=150)	2,035		22,3			7,31E-04		
WT_0-22_70-100_OP_3,6	BK1 (D=100)	2,337	2,355	14,0	13,3	0,5	9,30E-05	9,05E-05	1,34E-05
	BK2 (D=100)	2,368		12,8			7,79E-05		
	BK3 (D=100)	2,348		13,6			1,02E-04		
	BK4 (D=100)	2,373		12,7			7,37E-05		
	BK5 (D=100)	2,346		13,6			8,84E-05		
	BK6 (D=100)	2,357		13,3			1,08E-04		
WA_0-22_70-100_OP_4,3	BK1 (D=100)	2,214	2,237	17,6	16,7	0,6	2,28E-04	2,18E-04	3,84E-05
	BK2 (D=100)	2,247		16,4			1,74E-04		
	BK3 (D=100)	2,223		17,3			2,78E-04		
	BK4 (D=100)	2,246		16,4			2,02E-04		
	BK5 (D=100)	2,253		16,1			2,38E-04		
	BK6 (D=100)	2,239		16,6			1,86E-04		
WA_0-22_70-100_OPM_4,3	BK1 (D=100)	2,203	2,196	18,1	18,3	0,6	3,43E-04	3,84E-04	3,48E-05
	BK2 (D=100)	2,168		19,4			3,84E-04		
	BK3 (D=100)	2,206		17,9			3,62E-04		
	BK4 (D=100)	2,181		18,9			4,31E-04		
	BK5 (D=100)	2,211		17,7			4,20E-04		
	BK6 (D=100)	2,204		18,0			3,65E-04		
WA_0-22_70-100_OPU_4,3	BK1 (D=100)	2,120	2,132	21,2	20,7	0,5	7,02E-04	7,16E-04	7,35E-05
	BK2 (D=100)	2,132		20,7			6,94E-04		
	BK3 (D=100)	2,146		20,2			7,27E-04		
	BK4 (D=100)	2,150		20,1			6,06E-04		
	BK5 (D=100)	2,119		21,2			7,39E-04		
	BK6 (D=100)	2,126		21,0			8,31E-04		
WA_0-22_70-100_OP_3,6	BK1 (D=150)	2,333	2,348	14,1	13,6	0,4	1,46E-04	1,38E-04	2,07E-05
	BK2 (D=150)	2,338		13,9			1,45E-04		
	BK3 (D=150)	2,347		13,6			1,64E-04		
	BK4 (D=150)	2,364		13,0			1,38E-04		
	BK5 (D=150)	2,355		13,3			1,03E-04		
	BK6 (D=150)	2,349		13,6			1,28E-04		
WA_0-22_70-100_OP_4,3	BK1 (D=150)	2,229	2,244	17,0	16,5	0,4	3,31E-04	3,41E-04	4,54E-05
	BK2 (D=150)	2,242		16,5			3,78E-04		
	BK3 (D=150)	2,254		16,1			3,49E-04		
	BK4 (D=150)	2,235		16,8			3,96E-04		
	BK5 (D=150)	2,256		16,0			2,67E-04		
	BK6 (D=150)	2,248		16,3			3,28E-04		
WA_0-22_70-100_OPM_4,3	BK1 (D=150)	2,181	2,185	18,9	18,7	0,4	6,97E-04	6,03E-04	6,12E-05
	BK2 (D=150)	2,194		18,4			6,57E-04		
	BK3 (D=150)	2,175		19,1			5,96E-04		
	BK4 (D=150)	2,200		18,1			5,47E-04		
	BK5 (D=150)	2,191		18,5			5,64E-04		
	BK6 (D=150)	2,170		19,3			5,55E-04		
WA_0-22_70-100_OPU_4,3	BK1 (D=150)	2,114	2,127	21,4	20,9	0,5	1,04E-03	9,73E-04	8,83E-05
	BK2 (D=150)	2,134		20,7			9,99E-04		
	BK3 (D=150)	2,116		21,4			9,35E-04		
	BK4 (D=150)	2,129		20,8			8,85E-04		
	BK5 (D=150)	2,148		20,1			8,82E-04		
	BK6 (D=150)	2,119		21,2			1,10E-03		

Anlage 3.2:

Eigenschaften der Bohrkern aus ausgewählten Asphaltgemischen

Bezeichnung des Probekörpers	Hohlraumgehalt	Dehnung im Wendepunkt e_w [%]	Dehnung im Wendepunkt e_w [%]	Dehnungsrate im Wendepunkt e_w [%*10 ⁻⁴ /n]	Dehnungsrate im Wendepunkt e_w [%*10 ⁻⁴ /n]	DehnRat StAbw [%*10 ⁻⁴ /n]	Anzahl Lastwechseln bei Abbruch
AB 0-8 50-70 OP 6,7 1	2,9	17,9	18,0	6,4	5,7	1,0	10000
AB 0-8 50-70 OP 6,7 2	3,5	18,1		6,8			10000
AB 0-8 50-70 OP 6,7 3	3,1	20,6		5,8			10000
AB 0-8 50-70 OP 6,7 4	2,8	17,4		6,2			10000
AB 0-8 50-70 OP 6,7 5	3,2	16,9		4,9			10000
AB 0-8 50-70 OP 6,7 6	2,9	17,2		4,2			10000
AT 0-22 70-100 OP 4,0 1	7,5	12,0	10,7	2,2	2,8	0,8	10000
AT 0-22 70-100 OP 4,0 2	7,8	10,4		3,3			10000
AT 0-22 70-100 OP 4,0 3	7,3	10,7		2,4			10000
AT 0-22 70-100 OP 4,0 4	7,2	9,8		1,7			10000
AT 0-22 70-100 OP 4,0 5	7,7	10,5		3,1			10000
AT 0-22 70-100 OP 4,0 6	7,0	10,8		4,0			10000
WA 0-8 50-70 OP 5,5 1	16,3	18,6	17,6	82,3	59,5	17,5	2350
WA 0-8 50-70 OP 5,5 2	16,8	15,9		73,4			2550
WA 0-8 50-70 OP 5,5 3	16,5	14,0		54,8			3800
WA 0-8 50-70 OP 5,5 4	15,6	15,6		39,6			4500
WA 0-8 50-70 OP 5,5 5	16,1	18,9		40,6			6150
WA 0-8 50-70 OP 5,5 6	16,3	22,5		66,2			2150
WA 0-8 45 OP 5,5 1	15,7	18,3	17,7	9,8	10,1	1,8	10000
WA 0-8 45 OP 5,5 2	16,7	19,3		10,6			10000
WA 0-8 45 OP 5,5 3	15,9	17,7		12,8			10000
WA 0-8 45 OP 5,5 4	16,0	18,6		7,6			10000
WA 0-8 45 OP 5,5 5	16,2	15,1		8,9			10000
WA 0-8 45 OP 5,5 6	16,5	17,2		10,9			10000
WA 0-8 45 OPM 5,5 1	19,5	18,6	19,8	35,5	32,0	3,9	4450
WA 0-8 45 OPM 5,5 2	19,3	19,0		32,3			4850
WA 0-8 45 OPM 5,5 3	20,1	21,8		33,9			4850
WA 0-8 45 OPM 5,5 4	19,2	20,1		29,1			4950
WA 0-8 45 OPM 5,5 5	19,6	17,4		35,5			4750
WA 0-8 45 OPM 5,5 6	19,1	22,1		25,8			5650
WA 0-8 45 OPU 5,5 1	21,2	22,2	20,4	67,8	57,4	17,4	2900
WA 0-8 45 OPU 5,5 2	22,2	21,6		83,9			2650
WA 0-8 45 OPU 5,5 3	21,8	22,0		59,7			3100
WA 0-8 45 OPU 5,5 4	21,1	19,5		53,3			3450
WA 0-8 45 OPU 5,5 5	21,0	19,5		45,2			4350
WA 0-8 45 OPU 5,5 6	21,3	17,5		34,4			6550
WA 0-22 70-100 OP 4,3 1	17,1	28,8	18,3	27,4	27,7	7,4	5300
WA 0-22 70-100 OP 4,3 2	17,0	18,8		19,4			9950
WA 0-22 70-100 OP 4,3 3	15,9	15,1		35,5			3600
WA 0-22 70-100 OP 4,3 4	17,0	12,5		18,1			8800
WA 0-22 70-100 OP 4,3 5	16,5	16,9		33,2			7250
WA 0-22 70-100 OP 4,3 6	16,7	17,5		32,5			8600
WA 0-22 70-100 OPM 4,3 1	17,5	18,8	19,1	85,6	33,7	29,5	2100
WA 0-22 70-100 OPM 4,3 2	18,2	16,9		12,1			6500
WA 0-22 70-100 OPM 4,3 3	19,1	18,0		22,6			5800
WA 0-22 70-100 OPM 4,3 4	17,9	13,4		17,9			8150
WA 0-22 70-100 OPM 4,3 5	17,4	26,1		27,4			1750
WA 0-22 70-100 OPM 4,3 6	18,7	21,4		21,0			7850
WA 0-22 70-100 OPU 4,3 1	20,9	18,3	20,6	18,6	53,7	38,5	9500
WA 0-22 70-100 OPU 4,3 2	20,4	22,2		97,7			3220
WA 0-22 70-100 OPU 4,3 3	21,3	19,5		10,5			10000
WA 0-22 70-100 OPU 4,3 4	20,6						---
WA 0-22 70-100 OPU 4,3 5	19,8	19,7		83,4			2500
WA 0-22 70-100 OPU 4,3 6	21,4	23,4		58,1			3700
WT 0-22 70-100 OP 3,6 1	14,1	15,1	15,1	12,9	15,3	6,6	10000
WT 0-22 70-100 OP 3,6 2	13,9	16,4		13,8			9100
WT 0-22 70-100 OP 3,6 3	13,4	13,5		8,1			10000
WT 0-22 70-100 OP 3,6 4	13,4	14,6		10,5			10000
WT 0-22 70-100 OP 3,6 5	14,5	15,5		24,2			8250
WT 0-22 70-100 OP 3,6 6	13,1	15,4		22,6			7800

Anlage 3.3:	Ergebnisse des Druckschwellversuches
--------------------	---

Bezeichnung des Probekörpers	Hohlraumgehalt	Querdehnung im Wendepunkt e_w [‰]	Querdehnung im Wendepunkt e_w [‰]	Querdehnungsrate im Wendepunkt e_w [‰ *10 ⁻⁴ /n]	Querdehnungsrate im Wendepunkt e_w [‰ *10 ⁻⁴ /n]	QuerdehnRat StAbw [‰ *10 ⁻⁴ /n]
AB_0-8_50-70_OP_6,7_1	2,3	8,6	7,3	6,34	7,7	2,2
AB_0-8_50-70_OP_6,7_2	2,1	7,6		5,33		
AB_0-8_50-70_OP_6,7_3	2,5	7,6		9,87		
AB_0-8_50-70_OP_6,7_4	2,2	5,5		9,07		
AT_0-22_70-100_OP_4,0_1	7,0	7,1	7,7	0,50	0,5	0,1
AT_0-22_70-100_OP_4,0_2	7,3	7,9		0,48		
AT_0-22_70-100_OP_4,0_3	6,7	9,6		0,51		
AT_0-22_70-100_OP_4,0_4	6,9	6,0		0,39		
WA_0-8_50-70_OP_5,5_1	17,1	7,3	7,0	44,68	43,6	3,3
WA_0-8_50-70_OP_5,5_2	16,5	6,0		39,17		
WA_0-8_50-70_OP_5,5_3	16,1	7,0		47,10		
WA_0-8_50-70_OP_5,5_4	16,5	7,6		43,48		
WA_0-8_45_OP_5,5_1	17,1	7,1	6,5	15,40	17,2	2,4
WA_0-8_45_OP_5,5_2	16,9	7,0		20,68		
WA_0-8_45_OP_5,5_3	16,1	5,9		16,20		
WA_0-8_45_OP_5,5_4	17,0	5,8		16,42		
WA_0-8_45_OPM_5,5_1	20,3	6,1	6,5	49,22	46,3	5,4
WA_0-8_45_OPM_5,5_2	20,1	6,2		50,01		
WA_0-8_45_OPM_5,5_3	19,1	6,7		38,41		
WA_0-8_45_OPM_5,5_4	19,7	6,9		47,52		
WA_0-8_45_OPU_5,5_1	21,5	8,4	9,3	49,37	56,3	4,9
WA_0-8_45_OPU_5,5_2	21,4	9,8		61,01		
WA_0-8_45_OPU_5,5_3	21,2	9,0		57,02		
WA_0-8_45_OPU_5,5_4	22,1	10,1		57,70		
WA_0-22_70-100_OP_4,3_1	17,0	16,0	18,3	14,30	15,1	2,9
WA_0-22_70-100_OP_4,3_2	16,5	19,7		12,80		
WA_0-22_70-100_OP_4,3_3	16,1	17,9		13,83		
WA_0-22_70-100_OP_4,3_4	16,8	19,4		19,37		
WA_0-22_70-100_OPM_4,3_1	18,9	16,5	17,1	19,33	20,6	4,8
WA_0-22_70-100_OPM_4,3_2	18,4	17,4		15,70		
WA_0-22_70-100_OPM_4,3_3	19,1	16,2		27,09		
WA_0-22_70-100_OPM_4,3_4	18,2	18,2		20,31		
WA_0-22_70-100_OPU_4,3_1	21,4	18,4	16,6	28,82	27,3	5,2
WA_0-22_70-100_OPU_4,3_2	21,4	16,2		29,49		
WA_0-22_70-100_OPU_4,3_3	21,3	16,4		31,31		
WA_0-22_70-100_OPU_4,3_4	20,9	15,4		19,74		
WT_0-22_70-100_OP_3,6_1	14,1	12,0	9,2	3,84	3,4	0,6
WT_0-22_70-100_OP_3,6_2	13,9	8,9		3,55		
WT_0-22_70-100_OP_3,6_3	13,6	7,7		3,76		
WT_0-22_70-100_OP_3,6_4	13,0	8,2		2,58		

Anlage 3.4:	Ergebnisse des Spaltzugschwellversuches
-------------	---

Anlage 3.5:

Ergebnisse der Alterungsversuche im Modelltopf, festgestellte Bindemittelleigenschaften

Bezeichnung des Probekörpers	Bitumenkennwerte nach Extraktion vor Alterung				Bitumenkennwerte nach Extraktion Alterung 50 °C				Bitumenkennwerte nach Extraktion Alterung 140 °C			
	EPRuK [°C]	Penetr. [1/10 mm]	Bp.Fraas [°C]	El.RüSt. [%]	EPRuK [°C]	Penetr. [1/10 mm]	Bp.Fraas [°C]	El.RüSt. [%]	EPRuK [°C]	Penetr. [1/10 mm]	Bp.Fraas [°C]	El.RüSt. [%]
AB_0-8_50-70_OP_6,7_1	56,6	31	-5						56,2	31	-4	
AB_0-8_50-70_OP_6,7_2	57,3	30	-5						56,4	29	-3	
	57,0	31	-5						56,3	30,0	-3,5	
AT_0-22_70-100_OP_4,0_1	56,3	45	-14						54,2	45	-13	
AT_0-22_70-100_OP_4,0_2	56,1	46	-14						54,4	46	-14	
	56,2	46	-14						54,3	45,5	-13,5	
WA_0-8_50-70_OP_5,5_1	57,2	31	-4						58,2	30	-3	
WA_0-8_50-70_OP_5,5_2	57,6	32	-5						57,9	29	-2	
	57,4	32	-4,5						58,1	29,5	-2,5	
WA_0-8_45_OP_5,5_1	67,1	25	-8,5	69,0	66,7	22	-9	69	68,0	18	-4	67
WA_0-8_45_OP_5,5_2	67,6	25	-7,5	70,0	66,5	23	-9	69	68,2	17	-5	66
	67,4	25	-8	69,5	66,6	22	-9	69	68,1	17,5	-4,5	66,5
WA_0-8_45_OP_5,8_1	65,8	28	-8	70,0	66,6	22	-8	70	67,6	17	-7	68
WA_0-8_45_OP_5,8_2	65,7	27	-8	70,0	66,6	22	-10	70	68,0	15	-6	67
	65,8	28	-8	70,0	66,6	22	-9	70	67,8	16,0	-6,5	67,5
WA_0-8_45_OPM_5,5_1	65,5	25	-8	70,0	66,2	25	-8	69	68,5	23	-7	66
WA_0-8_45_OPM_5,5_2	65,2	25	-8	70,0	66,6	25	-9	70	68,2	23	-8	65
	65,4	25	-8	70,0	66,4	26	-8,5	69,5	68,4	23,0	-7,5	65,5
WA_0-8_45_OPU_5,5_1	66,5	26	-7	69,0	66,8	24	-9	70	68,4	22	-8	65
WA_0-8_45_OPU_5,5_2	66,8	27	-8	68,0	67,2	23	-9	69	68,3	21	-9	66
	66,7	27	-7,5	68,5	67	23	-9	69,5	68,4	21,5	-8,5	65,5
WA_0-22_70-100_OP_4,3_1	54,1	45	-14						54,2	46	-14	
WA_0-22_70-100_OP_4,3_2	54,4	46	-14						54,2	47	-12	
	54,3	46	-14						54,2	46,5	-13	
WA_0-22_70-100_OPM_4,3_1	56,2	50	-13						53,1	48	-14	
WA_0-22_70-100_OPM_4,3_2	55,9	49	-14						52,9	47	-14	
	56,1	50	-13,5						53,0	47,5	-14	
WA_0-22_70-100_OPU_4,3_1	54,7	48	-15						55,1	47	-14	
WA_0-22_70-100_OPU_4,3_2	55,1	49	-14						55,3	46	-14	
	54,9	49	-14,5						55,2	46,5	-14	
WT_0-22_70-100_OP_3,6_1	54,7	48	-15						53,9	47	-13	
WT_0-22_70-100_OP_3,6_2	54,5	47	-15						53,7	46	-14	
	54,6	48	-15						53,8	46,5	-13,5	

Mischgutbezeichnung:
Eignungsprüfung:

WDA 0/8, Mischgut aus Feldversuchsstand
13616 BG / WA_0-8_45_OPM

Verschmutzungs- stufe	Absinkzeit (Einzelwert)	Absinkzeit (Mittelwert)	Wasser- temperatur	k _f -Wert	Temperatur- korrektur	k _f -Wert (korr.)
	t _A	t _A	T	k _f	α	k ₁₀
	[s]	[s]	[° C]	[m/s]	[-]	[m/s]
0	2,33	2,31	15,3	4,05E-03	0,87	3,52E-03
0	2,28					
0	2,31					
1	4,12	4,13	15,4	2,26E-03	0,86	1,96E-03
1	4,10					
1	4,18					
2	5,30	5,25	15,4	1,78E-03	0,86	1,54E-03
2	5,22					
2	5,24					
3	6,34	6,27	15,1	1,49E-03	0,87	1,30E-03
3	6,21					
3	6,27					
4	7,99	8,25	15,1	1,13E-03	0,87	9,88E-04
4	8,38					
4	8,38					
5	9,32	9,63	15,2	9,71E-04	0,87	8,44E-04
5	9,42					
5	10,16					
6	10,04	10,53	15,7	8,88E-04	0,86	7,62E-04
6	10,34					
6	11,22					
7	18,26	18,76	16,1	4,98E-04	0,85	4,24E-04
7	18,59					
7	19,42					

Anlage 4.1:

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern, WDA 0/8

Mischgutbezeichnung:
Eignungsprüfung:

WDA 0/22, Mischgut aus Feldversuchsstand
13616 BG / WA_0-22_70-100_OPU

Verschmutzungs- stufe	Absinkzeit (Einzelwert)	Absinkzeit (Mittelwert)	Wasser- temperatur	k _f -Wert	Temperatur- korrektur	k _f -Wert (korr.)
	t _A	t _A	T	k _f	α	k ₁₀
	[s]	[s]	[° C]	[m/s]	[-]	[m/s]
0	2,98	2,99	17,8	7,91E-03	0,81	6,44E-03
0	2,99					
0	2,99					
1	3,28	3,37	18,1	7,00E-03	0,81	5,66E-03
1	3,37					
1	3,46					
2	4,74	4,81	17,8	4,90E-03	0,81	3,99E-03
2	4,73					
2	4,97					
3	5,69	5,67	17,2	4,16E-03	0,83	3,44E-03
3	5,75					
3	5,57					
4	7,13	7,69	13,9	3,07E-03	0,90	2,76E-03
4	7,70					
4	8,23					
5	8,97	8,93	14,6	2,64E-03	0,88	2,33E-03
5	8,88					
5	8,93					
6	12,91	14,57	14,7	1,62E-03	0,88	1,43E-03
6	15,34					
6	15,46					
7	17,69	18,71	14,8	1,26E-03	0,88	1,11E-03
7	18,27					
7	20,18					

Anlage 4.2:

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern, WDA 0/22

Mischgutbezeichnung:
Eignungsprüfung:

WAT 0/22, Mischgut aus Feldversuchsstand
13616 BG / WT_0-22_70-100_OP

Verschmutzungs- stufe	Absinkzeit (Einzelwert)	Absinkzeit (Mittelwert)	Wasser- temperatur	k _f -Wert	Temperatur- korrektur	k _f -Wert (korr.)
	t _A	t _A	T	k _f	α	k ₁₀
	[s]	[s]	[° C]	[m/s]	[-]	[m/s]
0	61,47	61,49	14,2	3,83E-04	0,89	3,42E-04
0	61,50					
0	61,49					
1	65,71	67,62	14,5	3,48E-04	0,89	3,08E-04
1	68,17					
1	68,99					
2	97,16	102,64	15,1	2,29E-04	0,87	2,00E-04
2	102,18					
2	108,59					
3	170,92	184,13	16,2	1,28E-04	0,85	1,08E-04
3	186,77					
3	194,70					
4	290,46	326,63	19,4	7,20E-05	0,78	5,60E-05
4	340,72					
4	348,71					
5	425,55	444,44	21,0	5,30E-05	0,75	4,00E-05
5	443,00					
5	464,77					
6	485,25	599,26	20,1	3,90E-05	0,77	3,00E-05
6	593,44					
6	719,10					
7	1387,21	1742,49	20,5	1,40E-05	0,76	1,00E-05
7	1806,15					
7	2034,11					

Anlage 4.3:

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern, WAT 0/22

Versuchsreihe 1

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten				Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 3 [s]	
1	B2	WDA 0/8	0	3,06	3,07	3,21	3,11	
1	B5	WDA 0/8	0	3,12	3,27	3,37	3,25	
1	B8	WDA 0/8	0	3,48	3,57	3,68	3,58	
1	E2	WDA 0/8	0	3,71	3,76	4,11	3,86	
1	E5	WDA 0/8	0	3,60	3,94	4,06	3,87	
1	E8	WDA 0/8	0	3,89	4,18	4,03	4,03	
1	H2	WDA 0/8	0	4,50	4,53	4,39	4,47	
1	H5	WDA 0/8	0	5,43	5,59	5,84	5,62	
1	H8	WDA 0/8	0	4,96	5,04	5,07	5,02	
1	K2	WDA 0/8	0	3,11	3,12	3,28	3,17	
1	K5	WDA 0/8	0	5,98	6,07	6,37	6,14	
1	K8	WDA 0/8	0	4,90	5,03	5,15	5,03	
1	N2	WDA 0/8	0	4,45	5,00	5,19	4,88	
1	N5	WDA 0/8	0	6,50	7,07	7,00	6,86	
1	N8	WDA 0/8	0	4,98	5,15	5,29	5,14	

Versuchsreihe 2

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten				Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 3 [s]	
2	B2	WDA 0/8	0	2,56	2,54	2,50	2,53	
2	B5	WDA 0/8	0	2,05	2,22	2,21	2,16	
2	B8	WDA 0/8	0	2,46	2,53	2,57	2,52	
2	E2	WDA 0/8	0	2,61	2,78	2,97	2,79	
2	E5	WDA 0/8	0	1,39	1,62	1,84	1,62	
2	E8	WDA 0/8	0	1,53	1,85	1,78	1,72	
2	H2	WDA 0/8	0	2,53	2,87	2,49	2,63	
2	H5	WDA 0/8	0	2,15	2,39	2,18	2,24	
2	H8	WDA 0/8	0	3,02	3,18	3,15	3,12	
2	K2	WDA 0/8	0	2,68	2,89	2,77	2,78	
2	K5	WDA 0/8	0	1,52	1,58	1,53	1,54	
2	K8	WDA 0/8	0	1,80	1,93	1,93	1,89	
2	N2	WDA 0/8	0	1,73	1,79	1,80	1,77	
2	N5	WDA 0/8	0	2,77	2,93	2,75	2,82	
2	N8	WDA 0/8	0	1,89	1,90	1,88	1,89	

Versuchsreihe 3

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 4 [s]	Messung 5 [s]	Messung 6 [s]	Messung 7 [s]	Messung 8 [s]	Messung 9 [s]	
2	B8	WAT 0/22	0	5,62	6,00	6,44	5,89	5,84	5,90	5,87	6,04	6,09	5,97
2	E8	WAT 0/22	0	12,84	13,63	13,89	13,87	14,43	14,63	15,24	15,31	15,72	14,40
2	N8	WAT 0/22	0	293,78	973,82	-	-	-	-	-	-	-	633,80

Versuchsreihe 4

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 4 [s]	Messung 5 [s]	Messung 6 [s]	Messung 7 [s]	Messung 8 [s]	Messung 9 [s]	
1	N2	WDA 0/8	0	5,04	4,81	4,66	4,62	4,57	4,53	4,75	4,91	4,62	4,72
1	N2	WDA 0/8	500	5,65	5,04	4,85	4,84	4,88	4,78	4,75	4,72	4,72	4,91
1	N2	WDA 0/8	1000	6,05	5,90	5,41	5,19	5,18	5,03	4,71	4,58	4,53	5,18
1	N2	WDA 0/8	1500	10,50	7,68	6,43	5,98	5,71	5,74	5,68	5,45	5,34	6,50
1	N2	WDA 0/8	2000	8,68	6,60	6,42	5,93	5,89	5,25	5,57	5,28	5,40	6,11
1	N2	WDA 0/8	2500	15,32	18,40	20,43	22,50	12,31	13,56	11,13	10,59	9,28	14,84
1	N2	WDA 0/8	3000	78,86	440,30	375,68	542,28	273,78	98,65	110,68	200,49	172,43	254,79
1	N2	WDA 0/8	3500	87,82	135,68	238,15	297,53	369,45	437,12	542,49	472,57	441,64	335,83

Versuchsreihe 5

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 4 [s]	Messung 5 [s]	Messung 6 [s]	Messung 7 [s]	Messung 8 [s]	Messung 9 [s]	
2	B2	Pflaster	0	2,27	2,19	2,25	2,26	2,35	2,22	2,45	2,46	2,49	2,33
2	B2	Pflaster	500	2,90	-	2,53	2,49	2,35	2,43	2,35	2,42	2,50	2,50
2	B2	Pflaster	1000	2,92	2,89	2,71	2,82	2,87	2,81	2,78	2,73	2,68	2,80
2	B2	Pflaster	1500	3,50	3,58	3,35	3,39	3,40	3,36	3,35	3,28	3,40	3,40
2	B2	Pflaster	2000	4,07	3,99	3,82	3,35	3,89	4,03	3,84	3,75	3,59	3,81
2	B2	Pflaster	2500	4,02	3,91	4,13	4,18	3,85	3,96	3,87	3,82	3,62	3,93
2	B2	Pflaster	3000	5,03	4,81	4,51	4,50	4,21	4,28	4,39	4,07	4,19	4,44
2	B2	Pflaster	3500	5,45	5,43	5,50	5,28	5,28	5,06	5,15	5,07	4,98	5,24
2	B2	Pflaster	4000	5,03	5,03	4,69	4,86	4,86	4,71	4,56	4,78	4,56	4,79
2	B2	Pflaster	4500	6,59	5,59	4,96	4,82	4,64	4,50	4,69	4,59	4,45	4,98
2	B2	Pflaster	5000	5,69	5,18	5,24	5,15	5,00	4,99	5,15	5,39	4,89	5,19
2	B2	Pflaster	5500	6,35	6,10	5,86	5,88	5,96	5,89	6,18	5,82	5,71	5,97

Versuchsreihe 6

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 4 [s]	Messung 5 [s]	Messung 6 [s]	Messung 7 [s]	Messung 8 [s]	Messung 9 [s]	
2	E8	WAT 0/22	0	12,84	13,63	13,89	13,87	14,43	14,63	15,24	15,31	15,72	14,40
2	E8	WAT 0/22	500	23,20	27,17	22,53	22,36	22,50	23,14	22,09	21,40	20,77	22,80
2	E8	WAT 0/22	1000	106,21	121,71	133,15	198,43	290,18	333,14	357,89	-	-	220,10

Versuchsreihe 7

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 4 [s]	Messung 5 [s]	Messung 6 [s]	Messung 7 [s]	Messung 8 [s]	Messung 9 [s]	
2	B5	WAT 0/22	0	13,28	14,13	14,50	16,03	16,13	16,66	16,57	17,59	13,85	15,42
2	B5	WAT 0/22	500	172,73	236,34	430,72	-	-	-	-	-	-	279,93

Anlage 4.4:	Ergebnisse der Versuche am Feldversuchsstand
--------------------	---

Versuchsreihe 8

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	
2	N2	Pflaster	0	1,45	1,73	1,82	1,68	1,68	1,68	1,71	1,69	1,62	1,67
2	N2	Pflaster	500	1,64	-	1,68	1,64	1,71	1,71	1,76	1,78	1,86	1,72
2	N2	Pflaster	1000	1,81	1,85	1,86	1,68	1,82	1,71	1,80	1,86	1,73	1,79
2	N2	Pflaster	1500	2,03	1,96	1,94	2,03	2,11	1,96	1,85	1,93	1,89	1,97
2	N2	Pflaster	2000	2,04	2,15	2,26	2,22	2,14	2,07	2,03	2,18	2,13	2,14
2	N2	Pflaster	2500	2,50	2,46	2,32	2,21	2,27	2,29	2,24	2,43	2,26	2,33
2	N2	Pflaster	3000	2,62	2,51	2,48	2,43	2,43	2,50	2,57	2,50	2,15	2,47
2	N2	Pflaster	3500	2,53	2,53	2,63	2,53	2,46	2,46	2,57	-	2,53	2,53
2	N2	Pflaster	4000	2,84	2,75	2,75	2,78	2,71	2,59	2,62	2,73	2,65	2,71
2	N2	Pflaster	4500	2,98	2,85	3,00	3,00	2,93	2,71	2,83	2,72	2,75	2,86
2	N2	Pflaster	5000	3,11	3,13	3,06	3,03	3,00	2,90	2,95	2,89	2,91	3,00
2	N2	Pflaster	5500	3,21	3,20	3,07	3,23	2,96	2,87	3,06	3,02	2,90	3,06
2	N2	Pflaster	6000	3,28	3,15	3,25	3,24	3,06	3,13	3,03	3,10	3,11	3,15
2	N2	Pflaster	6500	3,50	3,33	3,38	3,39	3,37	3,37	3,14	3,39	3,19	3,34
2	N2	Pflaster	7000	3,60	3,61	3,51	3,57	3,50	3,39	3,50	3,53	3,50	3,52
2	N2	Pflaster	7500	4,43	4,43	4,39	4,34	4,21	4,03	4,22	4,10	4,00	4,24
2	N2	Pflaster	8000	4,41	4,66	4,85	4,56	4,32	4,32	4,50	4,34	4,72	4,52
2	N2	Pflaster	8500	5,07	4,56	4,66	4,56	4,53	4,44	4,46	4,23	4,19	4,52
2	N2	Pflaster	9000	5,06	4,75	4,72	4,84	4,68	4,57	4,82	4,69	4,75	4,76
2	N2	Pflaster	9500	5,26	5,32	5,68	5,63	5,23	4,94	4,87	5,00	4,85	5,20
2	N5	Pflaster	0	2,96	2,86	3,00	2,91	2,93	2,95	3,00	2,97	2,87	2,94
2	N5	Pflaster	500	3,71	3,81	3,59	3,75	3,75	3,68	3,67	3,68	3,68	3,70
2	N5	Pflaster	1000	6,34	6,71	6,46	4,48	4,31	4,37	4,02	4,18	4,09	5,00
2	N5	Pflaster	1500	5,39	5,28	5,39	5,31	5,21	5,03	5,12	4,96	4,87	5,17
2	N5	Pflaster	2000	-	9,14	7,90	7,85	7,40	7,68	6,50	6,63	5,80	7,36
2	N5	Pflaster	2500	15,03	18,68	28,66	11,84	12,96	11,78	15,01	13,58	13,79	15,70

Versuchsreihe 9

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	
2	N8	WAT 0/22	0	293,78	973,82	-	-	-	-	-	-	-	633,80

Versuchsreihe 10

Feld	Planquadrat	Schicht	Schmutzmenge kum. [g/m ²]	Messergebnisse Durchflusszeiten									Mittelwert [s]
				Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	
2	N5	WAT 0/22	0	122,60	250,53	245,93	294,48	534,03	-	-	-	-	289,51

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung: WDA 0/8
 Eignungsprüfung: 13616 BG / WA_0-8_45_OP

Anlage 4.6: Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

Probekörper- kennzeichnung	Verschm. kum. [kg/m ²]	Versuchsdauer						Wasser- temperatur [° C]	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle i _m [-]	Temperatur- korrektur α [-]	k _f -Wert	
		t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₃ [s]	t ₄ [s]	t ₅ [s]	Mittelwert [s]		UK Rohr [cm]	außen [cm]	oben [cm]	unten [cm]	h ₂ [cm]	h ₁ [cm]			PK [m/s]	Serienmittel [m/s]
W08-O-S1-P1	0,00	nicht geprüft, PK zerstört																
W08-O-S1-P2	0,00	9,92	9,89	9,97	9,93	9,88	9,9	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,841	8,86 E-04	
W08-O-S1-P3	0,00	10,26	10,28	10,25	10,23	10,28	10,3	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,830	8,46 E-04	
W08-O-S1-P4	0,00	10,52	10,52	10,48	10,60	10,58	10,5	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,841	8,34 E-04	
W08-O-S1-P5	0,00	10,51	10,52	10,44	10,42	10,44	10,5	17,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,820	8,19 E-04	
W08-O-S1-P1	0,28	nicht geprüft, PK zerstört																
W08-O-S1-P2	0,28	12,25	12,20	12,39	-	-	12,3	19,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,790	6,72 E-04	
W08-O-S1-P3	0,28	11,99	11,90	12,03	-	-	12,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,830	7,25 E-04	
W08-O-S1-P4	0,28	12,81	12,44	12,59	-	-	12,6	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	6,71 E-04	
W08-O-S1-P5	0,28	12,50	12,61	12,65	-	-	12,6	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	6,72 E-04	
W08-O-S1-P1	0,57	nicht geprüft, PK zerstört																
W08-O-S1-P2	0,57	16,90	17,12	18,62	-	-	17,5	19,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,781	4,65 E-04	
W08-O-S1-P3	0,57	14,98	15,31	14,85	-	-	15,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,830	5,77 E-04	
W08-O-S1-P4	0,57	15,40	15,34	16,32	-	-	15,7	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	5,39 E-04	
W08-O-S1-P5	0,57	19,85	20,70	21,08	-	-	20,5	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	4,12 E-04	
W08-O-S1-P1	0,85	nicht geprüft, PK zerstört																
W08-O-S1-P2	0,85	28,06	27,90	30,44	-	-	28,8	19,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,790	2,87 E-04	
W08-O-S1-P3	0,85	29,78	27,21	28,56	-	-	28,5	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,830	3,04 E-04	
W08-O-S1-P4	0,85	20,59	21,10	22,17	-	-	21,3	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	3,97 E-04	
W08-O-S1-P5	0,85	40,11	37,76	38,45	-	-	38,8	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	2,18 E-04	
W08-O-S1-P1	1,13	nicht geprüft, PK zerstört																
W08-O-S1-P2	1,13	97,27	106,07	105,23	-	-	102,9	19,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,790	8,03 E-05	
W08-O-S1-P3	1,13	50,50	51,47	53,04	-	-	51,7	17,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,820	1,66 E-04	
W08-O-S1-P4	1,13	39,50	40,41	42,12	-	-	40,7	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	2,08 E-04	
W08-O-S1-P5	1,13	134,19	148,32	136,77	-	-	139,8	18,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,810	6,06 E-05	

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung: WDA 0/8
 Eignungsprüfung: 13616 BG / WA_0-8_45_OPM

Anlage 4.7:	Probekörper- kennzeichnung	Verschm. kum. [kg/m ²]	Versuchsdauer					Wasser- temperatur [° C]	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle [λ]	Temperatur- korrektur [α]	k _r -Wert		
			t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅		Mittelwert	UK Rohr	außen	oben	unten	h ₂			h ₁	PK	Serienmittel
			[s]	[s]	[s]	[s]	[s]		[s]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]			[cm]	[m/s]	[m/s]
	W08-M-S1-P1	0,00	3,83	3,85	3,80	3,81	3,74	3,8	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	2,34 E-03	
	W08-M-S1-P2	0,00	5,44	5,36	5,46	5,42	5,40	5,4	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	1,64 E-03	
	W08-M-S1-P3	0,00	5,29	5,50	5,35	5,43	5,30	5,4	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	1,63 E-03	
	W08-M-S1-P4	0,00	5,23	5,24	5,30	5,30	5,28	5,3	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,44	2,44	0,97	0,85	1,69 E-03	
	W08-M-S1-P5	0,00	6,17	6,20	6,19	6,20	6,19	6,2	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,84	1,42 E-03	
	W08-M-S1-P1	0,28	4,30	4,22	4,37	-	-	4,3	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	2,07 E-03	
	W08-M-S1-P2	0,28	6,71	7,00	6,89	-	-	6,9	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	1,30 E-03	
	W08-M-S1-P3	0,28	5,93	5,96	5,92	-	-	5,9	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	1,50 E-03	
	W08-M-S1-P4	0,28	6,02	6,00	5,98	-	-	6,0	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,44	2,44	0,97	0,84	1,46 E-03	
	W08-M-S1-P5	0,28	7,26	7,30	7,28	-	-	7,3	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	1,22 E-03	
	W08-M-S1-P1	0,57	4,83	4,77	4,84	-	-	4,8	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	1,80 E-03	
	W08-M-S1-P2	0,57	7,68	7,78	8,12	-	-	7,9	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	1,13 E-03	
	W08-M-S1-P3	0,57	7,34	7,40	7,43	-	-	7,4	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	1,20 E-03	
	W08-M-S1-P4	0,57	7,71	7,93	7,73	-	-	7,8	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,44	2,44	0,97	0,85	1,14 E-03	
	W08-M-S1-P5	0,57	9,17	9,21	9,23	-	-	9,2	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	9,67 E-04	
	W08-M-S1-P1	0,85	6,33	6,14	6,25	-	-	6,2	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	1,41 E-03	
	W08-M-S1-P2	0,85	10,67	10,54	11,33	-	-	10,8	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,84	8,10 E-04	
	W08-M-S1-P3	0,85	7,79	7,92	7,93	-	-	7,9	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	1,13 E-03	
	W08-M-S1-P4	0,85	9,22	9,90	10,08	-	-	9,7	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,44	2,44	0,97	0,85	9,14 E-04	
	W08-M-S1-P5	0,85	12,11	12,44	12,20	-	-	12,3	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	7,26 E-04	
	W08-M-S1-P1	1,13	22,79	22,72	23,60	-	-	23,0	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	3,81 E-04	
	W08-M-S1-P2	1,13	12,40	12,98	13,72	-	-	13,0	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,84	6,74 E-04	
	W08-M-S1-P3	1,13	9,21	9,03	9,30	-	-	9,2	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	9,69 E-04	
	W08-M-S1-P4	1,13	18,00	17,90	18,35	-	-	18,1	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,44	2,44	0,97	0,85	4,92 E-04	
	W08-M-S1-P5	1,13	22,11	21,47	24,30	-	-	22,6	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	3,83 E-04	
	W08-M-S1-P1	1,41	43,34	40,92	44,26	-	-	42,8	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	2,05 E-04	
	W08-M-S1-P2	1,41	28,98	30,08	33,30	-	-	30,8	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,84	2,85 E-04	
	W08-M-S1-P3	1,41	12,54	14,79	15,31	-	-	14,2	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	6,26 E-04	
	W08-M-S1-P4	1,41	50,12	49,89	52,55	-	-	50,9	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,44	2,44	0,97	0,85	1,75 E-04	
	W08-M-S1-P5	1,41	30,56	33,85	35,48	-	-	33,3	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	2,61 E-04	
	W08-M-S1-P3	1,70	46,36	44,80	51,37	-	-	47,5	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,85	1,87 E-04	
	W08-M-S1-P5	1,70	84,10	90,78	96,02	-	-	90,3	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	9,61 E-05	

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung: WDA 0/8
 Eignungsprüfung: 13616 BG / WA_0-8_45_OPU

Anlage 4.8:	Probekörper- kennzeichnung	Verschm. kum. [kg/m ²]	Versuchsdauer						Wasser- temperatur [° C]	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle [-]	Temperatur- korrektur [-]	k _r -Wert	
			t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	Mittelwert		UK Rohr	außen	oben	unten	h ₂	h ₁			PK	Serienmittel
			[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]
	W08-U-S2-P1	0,00	2,69	2,79	2,72	2,70	2,69	2,7	16,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,85	3,27 E-03	3,01 E-03
	W08-U-S2-P2	0,00	2,88	2,94	2,88	2,95	2,90	2,9	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	3,02 E-03	
	W08-U-S2-P3	0,00	2,84	2,88	2,80	2,80	2,84	2,8	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,84	3,10 E-03	
	W08-U-S2-P4	0,00	2,88	2,91	2,93	2,98	2,94	2,9	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	3,00 E-03	
	W08-U-S2-P5	0,00	3,32	3,33	3,26	3,28	3,34	3,3	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,84	2,66 E-03	
	W08-U-S2-P1	0,28	3,26	3,20	3,33	-	-	3,3	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,84	2,69 E-03	2,49 E-03
	W08-U-S2-P2	0,28	3,52	3,58	3,60	-	-	3,6	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	2,46 E-03	
	W08-U-S2-P3	0,28	3,15	3,13	3,20	-	-	3,2	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	2,75 E-03	
	W08-U-S2-P4	0,28	3,63	3,68	3,80	-	-	3,7	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	2,37 E-03	
	W08-U-S2-P5	0,28	4,02	3,99	4,05	-	-	4,0	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,84	2,19 E-03	
	W08-U-S2-P1	0,57	4,33	4,39	4,31	-	-	4,3	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	2,00 E-03	2,04 E-03
	W08-U-S2-P2	0,57	4,60	4,48	4,70	-	-	4,6	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	1,89 E-03	
	W08-U-S2-P3	0,57	3,91	3,98	4,01	-	-	4,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	2,19 E-03	
	W08-U-S2-P4	0,57	3,98	4,02	4,05	-	-	4,0	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,84	2,19 E-03	
	W08-U-S2-P5	0,57	4,57	4,42	4,66	-	-	4,6	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,84	1,93 E-03	
	W08-U-S2-P1	0,85	5,94	6,24	6,06	-	-	6,1	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	1,43 E-03	1,57 E-03
	W08-U-S2-P2	0,85	5,55	5,62	5,65	-	-	5,6	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	1,55 E-03	
	W08-U-S2-P3	0,85	4,74	4,73	4,90	-	-	4,8	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	1,81 E-03	
	W08-U-S2-P4	0,85	5,48	5,63	5,65	-	-	5,6	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	1,55 E-03	
	W08-U-S2-P5	0,85	6,03	5,59	6,10	-	-	5,9	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,84	1,49 E-03	
	W08-U-S2-P1	1,13	8,13	7,43	7,74	-	-	7,8	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	1,12 E-03	1,10 E-03
	W08-U-S2-P2	1,13	9,21	8,88	8,96	-	-	9,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	9,62 E-04	
	W08-U-S2-P3	1,13	6,75	6,69	6,54	-	-	6,7	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	1,30 E-03	
	W08-U-S2-P4	1,13	7,92	7,13	7,65	-	-	7,6	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	1,15 E-03	
	W08-U-S2-P5	1,13	9,00	8,32	9,20	-	-	8,8	16,5	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,84	9,94 E-04	
	W08-U-S2-P1	1,41	11,47	11,26	11,56	-	-	11,4	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	7,59 E-04	7,06 E-04
	W08-U-S2-P2	1,41	13,09	12,76	14,24	-	-	13,4	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	6,49 E-04	
	W08-U-S2-P3	1,41	9,84	9,91	10,35	-	-	10,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	8,65 E-04	
	W08-U-S2-P4	1,41	14,22	13,49	14,89	-	-	14,2	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	6,11 E-04	
	W08-U-S2-P5	1,41	14,20	12,68	13,26	-	-	13,4	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	6,49 E-04	
	W08-U-S2-P1	1,98	32,06	34,59	30,77	-	-	32,5	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,41	2,41	0,97	0,83	2,67 E-04	3,18 E-04
	W08-U-S2-P2	1,98	24,58	23,01	26,13	-	-	24,6	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	3,53 E-04	
	W08-U-S2-P3	1,98	21,38	22,23	23,60	-	-	22,4	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	3,87 E-04	
	W08-U-S2-P4	1,98	33,85	30,56	34,52	-	-	33,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,42	2,42	0,97	0,83	2,63 E-04	
	W08-U-S2-P5	1,98	27,98	25,96	26,94	-	-	27,0	17,0	12,1	16,7	5,0	4,0	3,40	2,40	0,97	0,83	3,22 E-04	

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung: WDA 0/22
 Eignungsprüfung: 13616 BG / WA_0-22_70-100_OP

Anlage 4.9:	Probekörper- kennzeichnung	Verschm. kum. [kg/m ²]	Versuchsdauer						Wasser- temperatur [° C]	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle [α]	Temperatur- korrektur [α]	k _r -Wert	
			t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	Mittelwert		UK Rohr	außen	oben	unten	h ₂	h ₁			PK	Serienmittel
			[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]
	W22-O-S1-P1	0,00	13,56	13,59	13,59	13,50	13,53	13,6	13,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,78	1,78	0,29	0,91	2,38 E-03	1,75 E-03
	W22-O-S1-P2	0,00	17,66	17,55	17,57	17,58	17,72	17,6	14,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,89	1,77 E-03	
	W22-O-S1-P3	0,00	18,40	18,56	18,38	18,48	18,51	18,5	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,87	1,67 E-03	
	W22-O-S1-P4	0,00	17,37	17,38	17,32	17,19	17,48	17,3	13,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,92	1,88 E-03	
	W22-O-S1-P5	0,00	29,49	29,63	29,74	29,64	29,41	29,6	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,87	1,05 E-03	
	W22-O-S1-P1	0,28	16,07	15,86	15,92	16,01	15,90	16,0	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,78	1,78	0,29	0,87	1,95 E-03	1,49 E-03
	W22-O-S1-P2	0,28	20,36	20,18	20,55	19,92	20,28	20,3	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	1,47 E-03	
	W22-O-S1-P3	0,28	21,54	22,06	21,37	21,72	21,55	21,6	14,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,89	1,44 E-03	
	W22-O-S1-P4	0,28	18,25	18,19	18,31	18,25	18,41	18,3	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,85	1,65 E-03	
	W22-O-S1-P5	0,28	32,06	32,52	31,79	32,75	32,52	32,3	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,87	9,57 E-04	
	W22-O-S1-P1	0,57	18,89	19,01	18,77	18,23	18,87	18,8	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,78	1,78	0,29	0,85	1,61 E-03	1,27 E-03
	W22-O-S1-P2	0,57	25,65	25,61	25,94	25,72	26,02	25,8	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	1,15 E-03	
	W22-O-S1-P3	0,57	23,24	23,13	23,15	23,31	23,23	23,2	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,87	1,33 E-03	
	W22-O-S1-P4	0,57	21,13	21,19	21,33	20,35	20,63	20,9	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,84	1,42 E-03	
	W22-O-S1-P5	0,57	37,43	33,32	34,42	34,55	38,36	35,6	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,85	8,47 E-04	
	W22-O-S1-P1	0,85	22,68	22,17	22,53	22,81	23,00	22,6	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,78	1,78	0,29	0,85	1,34 E-03	1,09 E-03
	W22-O-S1-P2	0,85	28,36	28,71	29,38	29,37	29,52	29,1	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	1,02 E-03	
	W22-O-S1-P3	0,85	25,96	26,02	26,83	26,60	25,94	26,3	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,85	1,14 E-03	
	W22-O-S1-P4	0,85	22,55	22,33	22,53	22,52	23,00	22,6	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,83	1,30 E-03	
	W22-O-S1-P5	0,85	43,83	44,83	45,35	45,54	44,52	44,8	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	6,64 E-04	
	W22-O-S1-P1	1,13	27,61	27,90	29,31	27,13	28,27	28,0	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,78	1,78	0,29	0,86	1,09 E-03	8,45 E-04
	W22-O-S1-P2	1,13	39,20	41,04	41,68	40,72	42,26	41,0	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	7,25 E-04	
	W22-O-S1-P3	1,13	33,84	34,31	34,98	33,42	35,80	34,5	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,85	8,72 E-04	
	W22-O-S1-P4	1,13	28,18	28,57	29,08	27,98	28,31	28,4	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,84	1,05 E-03	
	W22-O-S1-P5	1,13	60,14	59,25	62,23	62,71	61,72	61,2	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	4,86 E-04	
	W22-O-S1-P1	1,41	38,42	39,73	37,61	39,93	38,38	38,8	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,78	1,78	0,29	0,85	7,80 E-04	5,84 E-04
	W22-O-S1-P2	1,41	96,09	73,48	66,53	72,89	77,03	77,2	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	3,85 E-04	
	W22-O-S1-P3	1,41	49,75	52,65	51,36	49,90	51,31	51,0	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,85	5,89 E-04	
	W22-O-S1-P4	1,41	33,10	33,72	34,26	35,17	35,80	34,4	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,83	8,55 E-04	
	W22-O-S1-P5	1,41	96,36	94,60	91,20	94,64	99,25	95,2	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,84	3,13 E-04	

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung: WDA 0/22
 Eignungsprüfung: 13616 BG / WA_0-22_70-100_OPM

Anlage 4.10:

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

Probekörper- kennzeichnung	Verschm. kum. [kg/m²]	Versuchsdauer						Wasser- temperatur [° C]	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle [-]	Temperatur- korrektur [-]	k _v -Wert				
		t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₃ [s]	t ₄ [s]	t ₅ [s]	Mittelwert [s]		UK Rohr [cm]	außen [cm]	oben [cm]	unten [cm]	h ₂ [cm]	h ₁ [cm]			PK [m/s]	Serienmittel [m/s]			
W22-M-S1-P1	0,00	5,40	5,25	5,37	5,41	5,28	5,3	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,87	5,72 E-03	4,67 E-03			
W22-M-S1-P2	0,00	5,41	5,47	5,44	5,53	5,45	5,5	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,85	5,50 E-03		4,67 E-03		
W22-M-S1-P3	0,00	7,30	7,34	7,27	7,28	7,32	7,3	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,90	4,32 E-03			4,67 E-03	
W22-M-S1-P4	0,00	8,77	8,95	8,90	8,88	8,92	8,9	14,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,89	3,51 E-03				4,67 E-03
W22-M-S1-P5	0,00	7,51	7,58	7,50	7,52	7,65	7,6	12,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,93	4,31 E-03				
W22-M-S1-P1	0,28	6,00	6,09	6,18	6,22	6,12	6,1	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,85	4,86 E-03	3,94 E-03			
W22-M-S1-P2	0,28	6,37	6,45	6,34	6,53	6,59	6,5	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,85	4,65 E-03		3,94 E-03		
W22-M-S1-P3	0,28	8,08	8,08	8,17	8,27	8,25	8,2	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,86	3,72 E-03			3,94 E-03	
W22-M-S1-P4	0,28	10,77	10,81	10,79	10,98	10,92	10,9	14,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,89	2,87 E-03				3,94 E-03
W22-M-S1-P5	0,28	8,65	8,36	8,42	8,51	8,46	8,5	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,87	3,59 E-03				
W22-M-S1-P1	0,57	7,40	7,47	7,55	7,58	7,52	7,5	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,86	4,02 E-03	3,41 E-03			
W22-M-S1-P2	0,57	7,24	7,28	7,41	7,30	7,44	7,3	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,84	4,04 E-03		3,41 E-03		
W22-M-S1-P3	0,57	9,22	9,29	9,33	9,25	9,38	9,3	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,87	3,31 E-03			3,41 E-03	
W22-M-S1-P4	0,57	12,87	12,52	12,84	13,13	13,32	12,9	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,87	2,38 E-03				3,41 E-03
W22-M-S1-P5	0,57	9,36	9,43	9,39	9,31	9,33	9,4	14,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,89	3,29 E-03				
W22-M-S1-P1	0,85	8,35	8,26	8,55	8,61	8,44	8,4	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,86	3,57 E-03	2,89 E-03			
W22-M-S1-P2	0,85	10,00	10,14	10,53	10,46	10,27	10,3	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,83	2,85 E-03		2,89 E-03		
W22-M-S1-P3	0,85	10,71	10,90	10,82	10,98	10,94	10,9	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,87	2,83 E-03			2,89 E-03	
W22-M-S1-P4	0,85	14,06	14,23	14,36	14,32	14,44	14,3	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,86	2,12 E-03				2,89 E-03
W22-M-S1-P5	0,85	10,04	10,08	10,06	10,01	10,05	10,0	14,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,89	3,07 E-03				
W22-M-S1-P1	1,13	10,93	10,44	10,36	10,57	10,68	10,6	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,86	2,85 E-03	2,39 E-03			
W22-M-S1-P2	1,13	13,32	13,41	13,66	13,53	13,80	13,5	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,84	2,19 E-03		2,39 E-03		
W22-M-S1-P3	1,13	11,70	11,75	11,90	11,61	11,68	11,7	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,86	2,59 E-03			2,39 E-03	
W22-M-S1-P4	1,13	16,98	19,18	18,16	18,49	18,80	18,3	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,87	1,68 E-03				2,39 E-03
W22-M-S1-P5	1,13	11,49	11,34	11,48	11,50	11,70	11,5	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,87	2,65 E-03				
W22-M-S1-P1	1,41	12,59	12,83	13,24	12,98	13,08	12,9	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,87	2,36 E-03	1,92 E-03			
W22-M-S1-P2	1,41	19,66	20,68	21,71	22,23	22,82	21,4	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,83	1,37 E-03		1,92 E-03		
W22-M-S1-P3	1,41	13,61	13,62	13,83	14,01	14,18	13,9	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,86	2,19 E-03			1,92 E-03	
W22-M-S1-P4	1,41	22,34	22,96	23,45	23,59	24,04	23,3	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,87	1,32 E-03				1,92 E-03
W22-M-S1-P5	1,41	12,66	12,91	12,79	13,00	13,03	12,9	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,87	2,36 E-03				
W22-M-S1-P1	1,70	19,21	18,22	18,71	19,13	19,40	18,9	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,87	1,61 E-03	1,44 E-03			
W22-M-S1-P2	1,70	32,00	33,40	34,74	34,98	35,94	34,2	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,82	8,45 E-04		1,44 E-03		
W22-M-S1-P3	1,70	16,18	16,11	16,05	16,02	16,28	16,1	16,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,85	1,86 E-03			1,44 E-03	
W22-M-S1-P4	1,70	32,12	27,19	30,11	30,54	32,30	30,5	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,87	1,01 E-03				1,44 E-03
W22-M-S1-P5	1,70	16,32	16,69	15,80	16,04	16,14	16,2	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,87	1,88 E-03				
W22-M-S1-P1	1,98	22,14	23,03	22,66	23,18	23,62	22,9	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,84	1,84	0,29	0,87	1,33 E-03	1,10 E-03			
W22-M-S1-P2	1,98	37,71	38,41	45,94	40,73	44,11	41,4	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,83	7,08 E-04		1,10 E-03		
W22-M-S1-P3	1,98	19,67	20,14	20,43	20,85	21,01	20,4	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,84	1,45 E-03			1,10 E-03	
W22-M-S1-P4	1,98	52,35	54,37	45,87	49,59	51,21	50,7	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,82	1,82	0,29	0,86	5,99 E-04				1,10 E-03
W22-M-S1-P5	1,98	19,82	21,28	21,69	22,08	23,10	21,6	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,85	1,85	0,29	0,86	1,39 E-03				

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung: WDA 0/22
Eignungsprüfung: 13616 BG / WA_0-22_70-100_OPU

Anlage 4.11:

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor

Probekörper- kennzeichnung	Verschm. kum. [kg/m ²]	Versuchsdauer						Wasser- temperatur [° C]	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle [-]	Temperatur- korrektur α [-]	k _v -Wert	
		t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	Mittelwert		UK Rohr	außen	oben	unten	h ₂	h ₁			PK	Serienmittel
		[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]			[m/s]	[m/s]
W22-U-S1-P1	0.00	4.26	4.19	4.25	4.22	4.26	4.2	13.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.92	7.63 E-03	7,70 E-03
W22-U-S1-P2	0.00	3.75	3.74	3.70	3.81	3.78	3.8	12.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.93	8.72 E-03	
W22-U-S1-P3	0.00	3.76	3.75	3.71	3.72	3.73	3.7	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.90	8.46 E-03	
W22-U-S1-P4	0.00	4.04	3.99	4.08	4.02	4.13	4.1	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.87	7.65 E-03	
W22-U-S1-P5	0.00	5.29	5.35	5.28	5.32	5.34	5.3	13.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.91	6.07 E-03	
W22-U-S1-P1	0.28	4.54	4.52	4.66	4.57	4.54	4.6	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	6.89 E-03	6,70 E-03
W22-U-S1-P2	0.28	4.39	4.31	4.44	4.41	4.33	4.4	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	7.19 E-03	
W22-U-S1-P3	0.28	4.38	4.37	4.32	4.32	4.34	4.3	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.90	7.27 E-03	
W22-U-S1-P4	0.28	4.53	4.51	4.58	4.60	4.62	4.6	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.86	6.70 E-03	
W22-U-S1-P5	0.28	5.74	5.82	5.79	5.78	5.72	5.8	14.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.89	5.45 E-03	
W22-U-S1-P1	0.57	4.77	4.78	4.78	4.76	4.79	4.8	14.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.89	6.50 E-03	6,37 E-03
W22-U-S1-P2	0.57	4.69	4.71	4.80	4.71	4.78	4.7	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	6.64 E-03	
W22-U-S1-P3	0.57	4.64	4.52	4.61	4.58	4.50	4.6	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.90	6.92 E-03	
W22-U-S1-P4	0.57	5.02	4.95	5.04	5.05	5.03	5.0	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.87	6.18 E-03	
W22-U-S1-P5	0.57	5.69	5.68	5.65	5.64	5.62	5.7	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	5.63 E-03	
W22-U-S1-P1	0.85	5.36	5.38	5.36	5.34	5.37	5.4	14.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.89	5.79 E-03	5,63 E-03
W22-U-S1-P2	0.85	5.20	5.29	5.29	5.27	5.38	5.3	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	5.95 E-03	
W22-U-S1-P3	0.85	5.57	5.65	5.61	5.62	5.59	5.6	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.90	5.64 E-03	
W22-U-S1-P4	0.85	5.53	5.52	5.36	5.45	5.39	5.5	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.87	5.69 E-03	
W22-U-S1-P5	0.85	6.25	6.25	6.32	6.22	6.23	6.3	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	5.09 E-03	
W22-U-S1-P1	1.13	5.75	5.61	5.67	5.70	5.71	5.7	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	5.53 E-03	5,44 E-03
W22-U-S1-P2	1.13	5.67	5.68	5.68	5.76	5.71	5.7	13.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.91	5.99 E-03	
W22-U-S1-P3	1.13	5.86	5.85	5.83	5.82	5.82	5.8	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.90	5.42 E-03	
W22-U-S1-P4	1.13	5.56	5.58	5.63	5.71	5.53	5.6	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.87	5.53 E-03	
W22-U-S1-P5	1.13	6.19	6.21	6.21	6.28	6.19	6.2	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	5.12 E-03	
W22-U-S1-P1	1.41	6.14	6.10	6.09	6.09	6.14	6.1	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	5.15 E-03	5,01 E-03
W22-U-S1-P2	1.41	6.30	6.38	6.37	6.34	6.41	6.4	13.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.91	5.01 E-03	
W22-U-S1-P3	1.41	5.82	5.93	5.80	5.85	5.88	5.9	14.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.89	5.33 E-03	
W22-U-S1-P4	1.41	6.43	6.34	6.44	6.40	6.44	6.4	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.87	4.83 E-03	
W22-U-S1-P5	1.41	6.74	6.77	6.71	6.73	6.80	6.8	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	4.72 E-03	
W22-U-S1-P1	1.70	6.54	6.50	6.68	6.60	6.62	6.6	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	4.77 E-03	4,57 E-03
W22-U-S1-P2	1.70	7.21	7.35	7.31	7.35	7.34	7.3	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	4.30 E-03	
W22-U-S1-P3	1.70	6.83	6.74	6.83	6.91	6.88	6.8	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.86	4.45 E-03	
W22-U-S1-P4	1.70	6.41	6.45	6.41	6.43	6.51	6.4	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.87	4.81 E-03	
W22-U-S1-P5	1.70	7.07	7.12	7.10	6.90	6.99	7.0	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	4.52 E-03	
W22-U-S1-P1	1.98	7.16	7.17	7.28	7.15	7.20	7.2	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	4.37 E-03	4,15 E-03
W22-U-S1-P2	1.98	8.79	8.80	8.44	8.52	8.63	8.6	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.87	3.55 E-03	
W22-U-S1-P3	1.98	6.98	7.07	7.03	7.10	6.95	7.0	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.87	4.38 E-03	
W22-U-S1-P4	1.98	7.25	7.27	7.35	7.39	7.47	7.3	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.86	4.16 E-03	
W22-U-S1-P5	1.98	7.57	7.58	7.60	7.32	7.35	7.5	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	4.26 E-03	
W22-U-S1-P1	2.26	8.14	8.04	8.09	8.05	8.15	8.1	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.90	3.89 E-03	3,80 E-03
W22-U-S1-P2	2.26	9.31	9.34	9.44	9.31	9.48	9.4	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.87	3.27 E-03	
W22-U-S1-P3	2.26	8.30	8.22	8.28	8.31	8.24	8.3	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.87	3.72 E-03	
W22-U-S1-P4	2.26	7.85	7.31	7.39	7.42	7.52	7.5	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.86	4.08 E-03	
W22-U-S1-P5	2.26	7.75	7.82	7.78	7.94	7.88	7.8	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	4.06 E-03	
W22-U-S1-P1	2.83	9.91	9.95	10.02	9.86	9.85	9.9	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.87	3.09 E-03	3,14 E-03
W22-U-S1-P2	2.83	14.44	14.58	14.75	14.68	14.77	14.6	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.87	2.09 E-03	
W22-U-S1-P3	2.83	9.51	9.45	8.50	8.70	8.76	9.0	14.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.89	3.47 E-03	
W22-U-S1-P4	2.83	8.96	9.01	8.89	8.87	9.34	9.0	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.86	3.39 E-03	
W22-U-S1-P5	2.83	8.58	8.61	8.71	8.81	8.80	8.7	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	3.66 E-03	
W22-U-S1-P1	3.40	13.26	13.19	13.20	13.24	13.36	13.3	14.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.89	2.34 E-03	2,36 E-03
W22-U-S1-P2	3.40	26.61	27.66	27.10	27.40	27.58	27.3	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.83	1.83	0.29	0.86	1.11 E-03	
W22-U-S1-P3	3.40	11.40	11.41	11.59	11.37	11.58	11.5	15.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.81	1.81	0.29	0.87	2.68 E-03	
W22-U-S1-P4	3.40	11.65	11.76	12.14	12.33	12.00	12.0	15.5	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.86	2.55 E-03	
W22-U-S1-P5	3.40	10.50	10.01	10.04	10.10	10.19	10.2	14.0	6.5	16.7	5.0	4.0	2.79	1.79	0.29	0.90	3.13 E-03	

Ergebnisse der Verschmutzungsversuche an Probekörpern

Mischgutbezeichnung:
Eignungsprüfung:

WAT 0/22
13616 BG / WT_0-22_70-100_OP

Anlage 4.12: Ergebnisse der Verschmutzungsversuche im Labor	Probekörper- kennzeichnung	Nr. der Einzelmessung	Verschm. kum.	Versuchs- dauer	Wasser- temperatur	Wasserspiegelhöhe		Markierungshöhe		Druckhöhen (berechnet)		Hydraul. Gefälle	Temperatur- korrektur	k _p -Wert				
		i	[kg/m ²]	t _i		UK Rohr	außen	oben	unten	h ₂	h ₁			i _M	α	Einzel- messung	PK-Mittel	Serienmittel
		[-]	[kg/m ²]	[s]		[°C]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]			[cm]	[-]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
A22-O-S1-P1	1	0,00	74,77	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	4,15 E-04	4,13 E-04	2,31 E-04			
A22-O-S1-P1	2	0,00	75,40	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	4,11 E-04					
A22-O-S1-P1	3	0,00	75,84	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	4,09 E-04					
A22-O-S1-P1	4	0,00	74,58	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	4,16 E-04					
A22-O-S1-P1	5	0,00	75,04	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	4,13 E-04					
A22-O-S1-P2	1	0,00	65,54	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,897	4,87 E-04	4,88 E-04				
A22-O-S1-P2	2	0,00	65,78	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,897	4,84 E-04					
A22-O-S1-P2	3	0,00	65,38	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,897	4,87 E-04					
A22-O-S1-P2	4	0,00	64,47	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,897	4,93 E-04					
A22-O-S1-P2	5	0,00	65,23	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,897	4,88 E-04					
A22-O-S1-P3	1	0,00	1820,64	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	1,71 E-05	1,71 E-05				
A22-O-S1-P3	2	0,00	1814,07	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	1,71 E-05					
A22-O-S1-P4	1	0,00	158,66	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,897	1,97 E-04			1,97 E-04		
A22-O-S1-P4	2	0,00	150,81	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,897	2,10 E-04					
A22-O-S1-P4	3	0,00	158,26	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,897	2,00 E-04					
A22-O-S1-P4	4	0,00	166,65	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,897	1,90 E-04					
A22-O-S1-P4	5	0,00	168,91	14,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,897	1,88 E-04					
A22-O-S1-P5	1	0,00	782,68	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	3,84 E-05	3,87 E-05				
A22-O-S1-P5	2	0,00	718,49	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	4,08 E-05					
A22-O-S1-P5	3	0,00	733,42	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	3,99 E-05					
A22-O-S1-P5	4	0,00	746,76	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	3,92 E-05					
A22-O-S1-P5	5	0,00	828,38	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	3,53 E-05					
A22-O-S1-P1	1	0,28	144,96	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	2,40 E-04	2,49 E-04				
A22-O-S1-P1	2	0,28	117,09	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	2,55 E-04					
A22-O-S1-P1	3	0,28	119,17	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	2,50 E-04					
A22-O-S1-P1	4	0,28	118,18	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	2,53 E-04					
A22-O-S1-P1	5	0,28	121,17	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	2,46 E-04					
A22-O-S1-P2	1	0,28	96,62	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	2,82 E-04	2,77 E-04	1,25 E-04			
A22-O-S1-P2	2	0,28	103,26	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	3,00 E-04					
A22-O-S1-P2	3	0,28	107,70	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	2,88 E-04					
A22-O-S1-P2	4	0,28	113,59	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	2,73 E-04					
A22-O-S1-P2	5	0,28	128,15	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,874	2,42 E-04					
A22-O-S1-P3	1	0,28	4500,00	16,0	6,5	16,7	5,0	4,7	2,79	2,49	0,33	0,852	1,72 E-06	1,72 E-06	7,87 E-05			
A22-O-S1-P4	1	0,28	356,11	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,874	8,01 E-05					
A22-O-S1-P4	2	0,28	379,55	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,874	8,13 E-05					
A22-O-S1-P4	3	0,28	394,94	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,874	7,82 E-05					
A22-O-S1-P4	4	0,28	410,81	15,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,874	7,51 E-05					
A22-O-S1-P5	1	0,28	997,46	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	2,25 E-05	2,12 E-05				
A22-O-S1-P5	2	0,28	1270,50	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	2,30 E-05					
A22-O-S1-P5	3	0,28	1634,32	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	1,79 E-05					
A22-O-S1-P1	1	0,57	256,74	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,830	1,15 E-04			1,15 E-04		
A22-O-S1-P1	2	0,57	266,32	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,830	1,11 E-04					
A22-O-S1-P1	3	0,57	247,39	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,830	1,19 E-04					
A22-O-S1-P1	4	0,57	258,26	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,830	1,14 E-04					
A22-O-S1-P2	1	0,57	213,71	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	1,19 E-04	1,16 E-04	5,28 E-05			
A22-O-S1-P2	2	0,57	245,38	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	1,22 E-04					
A22-O-S1-P2	3	0,57	270,77	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	1,10 E-04					
A22-O-S1-P2	4	0,57	268,70	16,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,841	1,11 E-04					
A22-O-S1-P3	1	0,57	2700,00	16,0	6,5	16,7	5,0	4,9	2,79	2,64	0,34	0,852	1,39 E-06	1,39 E-06	2,08 E-05			
A22-O-S1-P4	1	0,57	1342,78	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,863	2,12 E-05					
A22-O-S1-P4	2	0,57	1446,84	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,863	2,11 E-05					
A22-O-S1-P4	3	0,57	1513,21	15,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,80	1,80	0,29	0,863	2,01 E-05					
A22-O-S1-P5	1	0,57	2160,70	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	1,21 E-05	1,16 E-05				
A22-O-S1-P5	2	0,57	2661,57	17,0	6,5	16,7	5,0	4,0	2,81	1,81	0,29	0,830	1,10 E-05					
A22-O-S1-P1	1	0,85	934,85	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	3,65 E-05			3,90 E-05		
A22-O-S1-P1	2	0,85	759,74	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	3,83 E-05					
A22-O-S1-P1	3	0,85	601,76	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	4,84 E-05					
A22-O-S1-P1	4	0,85	890,63	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	3,27 E-05					
A22-O-S1-P2	1	0,85	1344,75	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	1,91 E-05	1,85 E-05	1,50 E-05			
A22-O-S1-P2	2	0,85	1467,74	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	1,98 E-05					
A22-O-S1-P2	3	0,85	1748,10	17,5	6,5	16,7	5,0	4,0	2,79	1,79	0,29	0,820	1,66 E-05					
A22-O-S1-P3	1	0,85	3600,00	16,0	6,5	16,7	5,0	4,9	2,79	2,69	0,34	0,852	6,90 E-07			6,90 E-07	7,92 E-06	
A22-O-S1-P4	1	0,85	3000,00	16,0	6,5	16,7	5,0	4,2	2,80	1,95	0,30	0,852	8,21 E-06					
A22-O-S1-P4	2	0,85	3000,00	16,0	6,5	16,7	5,0	4,2	2,80	2,00	0,30	0,852	7,64 E-06					
A22-O-S1-P5	1	0,85	2700,00	17,0	6,5	16,7	5,0	4,1	2,81	1,91	0,29	0,830	9,52 E-06	9,04 E-06				
A22-O-S1-P5	2	0,85	3000,00	17,0	6,5	16,7	5,0	4,1	2,81	1,91	0,29	0,830	8,57 E-06					

Grau hinterlegte Felder stellen wegen Zeitüberschreitung abgebrochene Einzelversuche dar, bei denen die Durchhöhe nach Abbruch gemessen wurde.