

AiF-Forschungsprojekt Nr.: 12551 N / 1

**Möglichkeiten und Grenzen der
Temperaturabsenkung bei Herstellung und Einbau
von Walzasphaltemischgut**

- Abschlussbericht -

Essen im November 2004

AiF-Forschungsprojekt Nr.: 12551 N / 1

**Möglichkeiten und Grenzen der Temperaturabsenkung bei
Herstellung und Einbau von Walzasphaltnischgut**

- Abschlussbericht -

Auftraggeber:

Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
„Otto von Guericke“ e.V.
Bayenthalgürtel 23
50968 Köln

AiF Mitgliedsvereinigung:

Deutsches Asphaltinstitut e.V.
Schieffelingweg 6
53123 Bonn

Auftragnehmer:

IFTA Ingenieurgesellschaft für Technische Analytik mbH
Altenessener Straße 546 - 548
45329 Essen

Sachbearbeiter: Dr.-Ing. Martin Radenberg

Dieses AiF-Vorhaben ist aus Mitteln des Bundesministers für Wirtschaft und
Arbeit gefördert worden.

2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines	5
1.1 Anlass.....	5
1.2 Stand der Erkenntnisse.....	8
2. Beschreibung der Verfahren und Mittel	10
2.1 Sonderbindemittel und temperaturabsenkende organische Zusätze.....	10
2.2 Temperaturabsenkende mineralische Zusätze.....	11
2.3 Verfahrenstechnische Maßnahmen.....	13
3. Stand der Erkenntnisse	15
4. Praxiserprobung	17
4.1 Allgemeines.....	17
4.2 Praxiserprobung Stufe 1 (Mischgutherstellung).....	17
4.2.1 Schlussfolgerungen der Praxiserprobung Stufe 1.....	23
4.3 Praxiserprobung Stufe 2 (Einbau der Versuchsstrecken).....	25
4.3.1 Erprobungsstrecke I.....	25
4.3.1.1 Allgemeine Angaben zur Erprobungsstrecke.....	25
4.3.1.2 Mischgutherstellung.....	26
4.3.1.3 Einbau.....	26
4.3.1.4 Laboruntersuchungen.....	26
4.3.1.5 Bewertung der Ergebnisse.....	27
4.3.2 Erprobungsstrecke II.....	28
4.3.2.1 Allgemeine Angaben zur Erprobungsstrecke.....	28
4.3.2.2 Mischgutherstellung.....	29
4.3.2.3 Einbau.....	30
4.3.2.4 Laboruntersuchungen.....	30
4.3.2.5 Bewertung der Ergebnisse.....	30
5. Schlussfolgerungen	31
6. Literaturverzeichnis	34

Verzeichnis der Anhänge

	Seite
Anhang 1.1 bis 1.2:	Liste der in Stufe 1 erprobten Mischgutvarianten.....35
Anhang 2.1 bis 2.20:	Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1.....37
Anhang 3.1 bis 3.6:	Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 1.....57
Anhang 4.1 bis 4.2:	Einbaudaten zur Versuchsstrecke „K 5“63
Anhang 4.3 bis 4.7:	Einbaudaten zur Versuchsstrecke „L 463 n“.....65
Anhang 5.1 bis 5.4:	Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, „K5“70
Anhang 6.1 bis 6.4:	Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, L 463 n, Asphaltbindervarianten.....74
Anhang 7.1 bis 7.3:	Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, L 463 n, Asphalttragschichtvarianten.....78
Anhang 8:	Ergebnisse der Spurbildungsversuche, Kontrollmischgut Stufe 2.....81
Anhang 9:	Ergebnisse der Biegezugprüfungen, Kontrollmischgut Stufe 2.....82
Anhang 10.1 bis 10.6:	Ergebnisse der Messungen mit der Troxlersonde.....83

1. Allgemeines

1.1 Anlass

Die Herstellung und die Verarbeitung von Asphalt für den Straßenbau und für den Hochbau erfolgen bei Temperaturen von ca. 150 bis 250 °C. Der mit Abstand größte Mengenanteil entfällt dabei auf die Walzasphalte. Die Tabelle 1 zeigt die jährlichen Verbrauchsmengen an Bitumen unterteilt nach der jeweiligen Verwendungsart.

Tabelle 1-1: Jährlicher Bitumenverbrauch nach Verwendungsart, 2002
(Quelle: ARBIT)

Verwendungsart	Menge [t]	Anteil [%]
Walzasphalt	2.329.000	76,6
Bitumen-Dach- und -Dichtungsbahnen	510.000	16,8
Bitumenemulsionen	100.000	3,3
Gussasphalt (Handeinbau)	23.000	0,8
Gussasphalt (maschineller Einbau)	20.000	0,6
Sonstige Anwendungen	58.000	1,9
Gesamt	3.040.000	100,0

Walzasphalte werden bei einer Temperatur von 150 bis 190 °C auf die Baustelle transportiert und eingebaut. Gussasphalt, der z.Z. noch bei Temperaturen von ca. 250 °C eingebaut wird, hat mit ca. 1 % nur einen geringen Anteil an der insgesamt produzierten Asphaltmenge. Trotz dieses geringen Anteils wird Gussasphalt im Straßenbau aber dringend für hochbeanspruchte Flächen und für Brückenbeläge benötigt. Auch im Hochbau als Gussasphaltestrich hat dieser Baustoff eine nicht unbedeutende Marktposition.

Im Oktober 2000 wurde der Luftgrenzwert für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) bei der Heißverarbeitung auf 10 mg/m³ herabgesetzt. Bei Baumaßnahmen mit Walzasphalt wird dieser Grenzwert im allgemeinen sowohl an der Mischanlage, als auch auf der Baustelle eingehalten. Der Grenzwert für Baumaßnahmen mit Gussasphalt beträgt zwar auch 10 mg/m³, ist aber z. Zt. noch ausgesetzt. Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hat zwar im Herbst 2003 die Aussetzung des Luftgrenzwertes für Gussasphalt verlängert (bis 2007), erwartet aber intensive Aktivitäten, die zu einer schnellen Umsetzung der Temperaturabsenkung in der Praxis führen. Aufgrund zur Zeit aktueller Diskussionen

ist damit zu rechnen, dass 2007 tatsächlich auch ein Grenzwert für Gussasphalt festgelegt wird, der voraussichtlich 10 mg/m^3 betragen wird. Auch die Verschärfung des derzeitigen Grenzwertes für Walzasphalt ist nicht auszuschließen. Unter diesen Randbedingungen ist zu befürchten, dass bei vielen konventionellen Asphaltbaumaßnahmen die Grenzwerte nicht mehr eingehalten werden können, so dass ohne entsprechende Schutzmaßnahmen (z.B. Atemschutzgeräte) kein Einbau mehr möglich wäre.

Die Asphaltindustrie steht vor der Aufgabe, diese steigenden ökologischen, aber auch ökonomischen Anforderungen an ihre Baustoffgemische zeitnah und ohne Qualitätsverlust umzusetzen. Durch diese Aufgabenstellung müssen innovative Beiträge zur Weiterentwicklung des Herstellungsverfahrens unter dem besonderen Aspekt der Minimierung dampfförmiger Emissionen infolge reduzierter Herstellungstemperaturen angestrebt werden.

Vor diesem Hintergrund sind mittlerweile das Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen, der Hauptverband der deutschen Bauindustrie, die Baustoffindustrie und die Bundesanstalt für Straßenwesen bestrebt, den Baustoff Asphalt ohne nennenswerte Einschränkungen bei Herstellung, Transport und Einbau bei gleichzeitigem Ausschluss einer Gefährdung der Gesundheit des Einbaupersonals anwenden zu können.

Eine wirksame Absenkung der Emissionen erfolgt am sichersten durch eine deutliche Reduzierung der Herstell- und Einbautemperaturen. Unbestritten ist dabei, dass die Temperaturabsenkung um 10 °K bei Asphalten schon eine signifikante Reduzierung der Dämpfe und Aerosole bei Herstellung und Einbau zur Folge hat.

Durch die Tatsache, dass sich die Bundesregierung verpflichtet hat bis 2005 eine CO_2 -Absenkung von 25 % zu erreichen, besteht eine zusätzliche Verpflichtung sich dem Thema Temperaturabsenkung im Asphaltstraßenbau mit großer Anstrengung anzunehmen. Das die Temperaturabsenkung dabei nur eine von zahlreichen Möglichkeiten ist den CO_2 -Ausstoß zu reduzieren, sollte nicht außer Acht gelassen werden. Ein weiterer sinnvoller Ansatz zur Reduzierung der CO_2 -Emissionen ist die Wahl des Brennstoffes. Die Abbildung 1.1 zeigt hierzu die CO_2 -Emissionen je Tonne Asphaltmischgut in Abhängigkeit vom verwendeten Brennstoff.

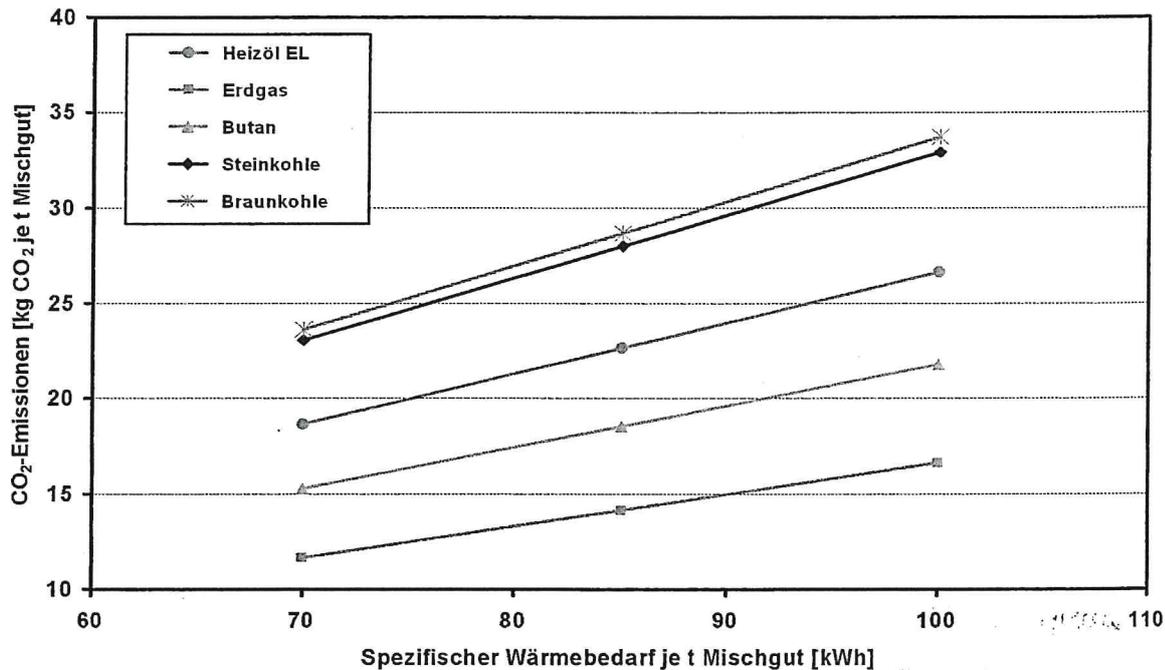


Abbildung 1-1: CO₂-Emission in Abhängigkeit von der Brennstoffart

Eine Optimierung der Anlagentechnik kann sicherlich noch weitere, aber vermutlich nur kleine Fortschritte in der Energieausbeute bringen. Diese Optimierung betrifft zum einen die Reduzierung der Strahlungs- und Abgasverluste. Hier sind in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen mit Erfolg unternommen worden. Der Wirkungsgrad der Trockentrommel ist voraussichtlich kaum noch zu steigern, ohne dass dabei andere Probleme wie z. B. die Taupunktunterschreitung im Filter zu befürchten ist. Die Isolierung der gesamten Anlage kann ggf. noch in Teilbereiche verstärkt werden.

Die Minimierung des Feuchtegehaltes der an der Mischanlage gelagerten Gesteinskörnungen stellt dagegen einen signifikanten Ansatz zur Verringerung des Brennstoffbedarfs und damit auch der CO₂-Emission dar, da ein nicht unerheblicher Anteil der Energie zur Trocknung der Mineralstoffe verbraucht wird. Dabei muss zuerst das Wasser von der Umgebungstemperatur auf 100°C erwärmt und anschließend muss das Wasser verdampft werden. Erst dann kommt die wesentliche Energie zur Erwärmung der Mineralstoffe zum tragen. Bei einer Reduktion der Mineralstofffeuchte um 1% verbessert sich die Wärmebilanz um rd. 10% mit den entsprechend geringeren CO₂-Emissionen. Weitere Vorteile einer Temperaturabsenkung wären:

- Vermeidung der Gefahr von Bindemittelverhärtungen
- geringerer Materialverschleiß der Anlagenteile

1.2 Stand der Erkenntnisse

Im Mai 2001 wurde der im Deutschen Asphaltverband (DAV) angesiedelte Arbeitskreis Temperaturabsenkung (AK TA) in die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) überführt. Er ist im Arbeitsausschuss 7.6 der FGSV angesiedelt und trägt die Bezeichnung „AK 7.6.9 Temperaturabsenkung“. Die im AK 7.6.9 weiter verfolgten Verfahren und Möglichkeiten sind:

Verfahren 1: „Sonderbindemittel und organische Zusätze

Verfahren 2: „anorganische Zusätze“

Verfahren 3: „Verfahrenstechnische Maßnahmen“

Zwar liegt der Schwerpunkt der derzeitigen Bemühungen des AK 7.6.9 vor dem Hintergrund der noch zu führenden Diskussionen um den ausgesetzten Grenzwert weiterhin im Bereich Gussasphalt, doch derzeit laufende Forschungsvorhaben und Praxiserprobungen beschäftigen sich auch zunehmend mit den Möglichkeiten und Grenzen der Temperaturabsenkung bei Walzasphalten.

Alle Maßnahmen mit temperaturabgesenktem Asphalt werden vom AK 7.6.9 in einer Datenbank mit allen bekannten Randbedingungen (Bauvorhaben, Mischgutlieferant, Einbaufirma, Mischgutart, Mischguteigenschaften, Witterung, Einbauverhalten, usw.) gesammelt und bei entsprechender Datenmenge ausgewertet.

Weiterhin wurden und werden unter wissenschaftlicher und messtechnischer Begleitung diverse Verfahren und Mittel im Rahmen offizieller Erprobungsstrecken gebaut und über einen längeren Zeitraum beobachtet, um zumindest über den Zeitraum der Gewährleistung eine Aussage zur Gleichwertigkeit gegenüber einem konventionellen Asphalt zu erlangen. Ende 2004/Anfang 2005 werden voraussichtlich die ersten Erprobungsstrecken, die dann 4 Jahre und länger unter Verkehr gelegen haben umfangreich beprobt und untersucht, um den Nachweis der Gleichwertigkeit für diesen Zeitraum erbringen zu können.

Bisherige Erfahrungen beim Einbau haben gezeigt, dass ein fachgerechter Einbau bei abgesenkter Temperatur (20 bis 30 °K) möglich ist und dabei kein Hinweis auf eine nachteilige Beeinflussung der Gebrauchseigenschaften erkennbar wird. Dies ist jedoch noch nicht für einen längeren Nutzungszeitraum nachgewiesen worden.

Durch eine enge Zusammenarbeit des AK 7.6.9 mit der BauBG (Frankfurt) wurden und werden auch weiterhin Baumaßnahmen, insbesondere mit temperaturabgesenkten Gussasphalten, messtechnisch betreut, um das Datenkollektiv so zu erweitern, dass letztendlich eine sichere Aussage zum Niveau der Arbeitsplatz-

belastung durch Dämpfe und Aerosole beim Einbau von Asphalt möglich ist. Hierbei sollen verstärkt auch äußere Randbedingungen (z.B. Witterung und örtliche Topographie) berücksichtigt werden, die offensichtlich einen sehr starken Einfluss auf die Arbeitsplatzbelastung haben.

Die Tabelle 1.2 zeigt hierzu die von der Bauberufsgenossenschaft Frankfurt ermittelten Luftbelastungen an typischen Asphaltarbeitsplätzen. Dabei sind konventionelle und temperaturabgesenkte Maßnahmen mit Gussasphalt und Walzasphalt aufgeführt. Die 95 %-Werte stellen den maximalen Messwert dar, der von 95 % der Messungen unterschritten wird. Die Messwerte sind Mittelwerte eines typischen Arbeitstages.

Tabelle 1-2: Expositionsdaten von Asphaltarbeitern (Quelle: BauBG Frankfurt)

Walzasphalt			
konventionell, 160 - 180°C 95 %-Werte vieler Messungen		abgesenkte Temperatur, ca. 130°C bisherige Ergebnisspanne	
Fertigerfahrer	6,5 mg/m³	Fertigerfahrer	0,4 - 3,1 mg/m³
Bohlenführer	10,4 mg/m³	Bohlenführer	0,6 - 6,9 mg/m³
Gussasphalt			
konventionell, 240 - 250°C 95 %-Werte		abgesenkte Temperatur, ca. 230°C 95 %-Werte	
Abfüller, Handeinbau	28,9 mg/m³	Abfüller, Handeinbau	8,6 mg/m³
Glätter, Handeinbau	35,8 mg/m³	Glätter, Handeinbau	10,0 mg/m³
Abfüller, maschineller Einbau	60,1 mg/m³	Abfüller, maschineller Einbau	7,1 mg/m³
Bohlenführer, maschineller Einbau	39,2 mg/m³	Bohlenführer, maschineller Einbau	6,8 mg/m³
Glätter, maschineller Einbau	11,2 mg/m³	Glätter, maschineller Einbau	1,4 mg/m³

Bei all den derzeit geführten Diskussion um Emissionen bei der Heißverarbeitung von bitumenhaltigen Stoffen sollte nicht unerwähnt bleiben, dass ein eindeutiger Nachweis der Gesundheitsgefährdung der Asphaltarbeiter bisher nicht vorliegt.

Vielmehr liegen Ergebnisse vor [6], die zu folgenden Schlüssen führen:

- Es besteht nach dem jetzigen Stand des Wissens kein allgemein nachvollziehbares individuelles Erkrankungsrisiko durch die gemessenen Bitumenemissionen.
- Es besteht für die Bitumenarbeiter an ihrem Arbeitsplatz kein erhöhtes Risiko, ebenso wenig für exponierte Arbeiter (= Arbeiter, die direkt und in unmittelbarer Umgebung des Gerätes arbeiten).

- Das Ausmaß der Emissionen liegt etwa in der Größenordnung von passivem Mitrauchen.
- Das Risiko bei aktiven Rauchen liegt ca. um den Faktor 50 höher.
- Ein Zusatz von Polymeren verändert das Emissionsspektrum nur unwesentlich.

2. Beschreibung der Verfahren und Mittel

2.1 Sonderbindemittel und temperaturabsenkende organische Zusätze

Im Asphaltstraßenbau werden schon seit Jahrzehnten Zusätze zum Bindemittel oder direkt in den Asphaltmischer gegeben. Hierzu zählen organische Zusätze wie z.B. Polymere oder Zellulosefasern.

Die Asphalt- und Baustoffindustrie hat in den vergangenen Jahren Produkte entwickelt, mit denen eine Temperaturabsenkung des Asphaltes um ca. 20 bis 30 °K grundsätzlich möglich ist.

Produkte, die im Asphalt eine signifikante Wirkung zeigen, sind nach bisherigem Kenntnisstand der Stoffgruppe „Wachse“ zuzuordnen.

Nicht alle Wachse / Paraffine eignen sich für den Einsatz im Asphalt. So unterscheiden sich beispielsweise die geeigneten Wachse deutlich von den Bitumen eigenen Paraffinen. Die Bitumen eigenen Paraffine haben oftmals keinen positiven, sondern eher einen negativen Einfluss auf die Gebrauchseigenschaften eines Asphaltes.

Eine mögliche physikalische Abgrenzung zwischen Bitumen eigenen Paraffinen und Wachsen zur Temperaturabsenkung kann beispielsweise durch den Schmelzpunkt erfolgen, der bei Wachsen über 70 °C liegt, bei Paraffinen dagegen unter 70 °C. Erfahrungsgemäß bestehen geeignete Wachs aus Kohlenwasserstoffmolekülen mit einer Anzahl an Kohlenstoffatomen von über 45. Der Schmelzpunkt und das Verhalten bei 20 °C sind dabei im wesentlichen abhängig vom Molekulargewicht und von der Kristallinität des Wachses. Je höher das Molekulargewicht, um so höher ist auch der Schmelzpunkt und die Festigkeit bei 20 °C.

Gute Erfahrungen wurden mit modifizierten Montanwachsen, mit Fettsäureamiden und mit Fischer-Tropsch-Wachsen gemacht, die sich hinsichtlich der Molekulargewichtsverteilung aber auch noch voneinander unterscheiden. Die für den Straßenbau angebotenen Wachse haben i.a. einen Schmelzpunkt von rd. 100 °C

und ein Molekulargewicht von im Mittel 500. Außerdem haben diese Wachse meist eine ausgesprochen kristalline Struktur. Die bei chemischer Betrachtung zu benennenden Hauptkomponenten dieser Wachse sind ungesättigte und gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, Fettsäureamide sowie Fettsäureester. Sie haben die in Abbildung 2-1 dargestellte Strukturformel:

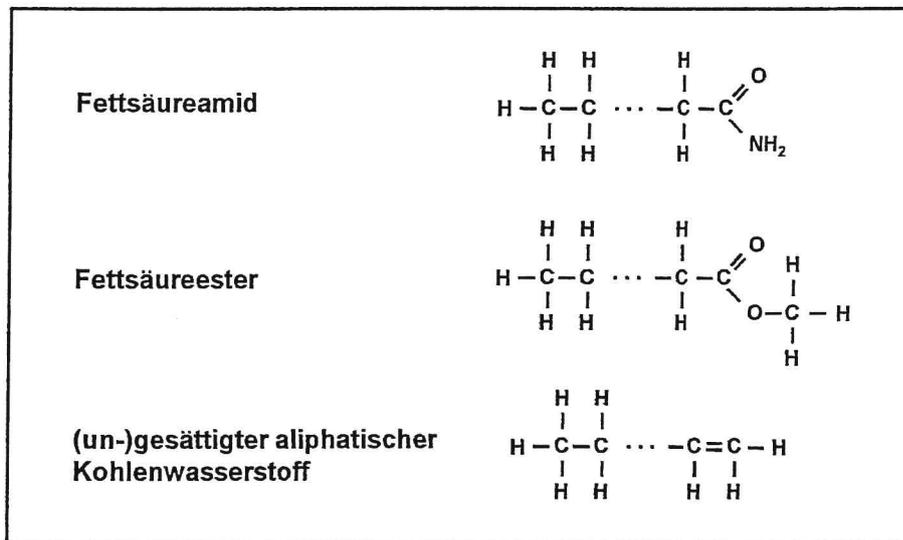


Abbildung 2-1: Strukturformeln der Hauptkomponenten der Wachse

Die Wirkung der Wachse zur Temperaturabsenkung im Asphaltstraßenbau beruht auf der vergleichsweise geringen Viskosität im Bereich der Verarbeitungstemperatur (100 bis 200 °C). Dieser Einfluss auf das Bindemittel bzw. auf den Asphalt ist vergleichsweise groß, so dass im allgemeinen Gehalte von 3 M.-% bezogen auf das Bindemittel für eine erfolgreiche Modifizierung reichen. Die meisten der angebotenen Additive zeigen grundsätzlich sowohl im Gussasphalt, als auch im Walzasphalt einen positiven Effekt auf die Verarbeitbarkeit.

2.2 Temperaturabsenkende mineralische Zusätze

Es ist bekannt, dass in Tonmineralen und auch in einigen Mineralstoffarten Kristallwasser- bzw. Kernwasseranteile unkontrolliert auch nach dem Trockenvorgang in der Trockentrommel im Mischgut freigesetzt werden. Die Folge ist augenscheinlich eine scheinbare Überfettung des Mischgutes und eine Verringerung der Mischgutviskosität. Physikalisch erklärt man diesen Effekt so, dass sich das Bindemittel durch feinste Wasserdampfbläschen aufschäumt und so ein scheinbar größeres Bindemittelvolumen vorhanden ist, das wiederum die Viskositätsänderung bewirkt. Dies ist vergleichbar mit dem Aufschäumeffekt beim Schaumbitumen.

Diesen aus den Mineralstoffen ursächlichen Effekt hat man bereits durch eine gezielte Zugabe von synthetischen wasserhaltigen Produkten überprüft [7]. Die Tabelle 3.1 zeigt eine Auflistung wasserhaltiger Stoffe, die möglicherweise für eine Temperaturabsenkung im Asphalt geeignet wären.

Tabelle 3-1: Wasserhaltige Stoffe

Stoffgruppe	Zusatzstoff	Wasserabgabe in M.-% oberhalb 100°C
chemisch gebundenes Wasser	Zeolith	20 - 30
	Gipshydrat	ca. 20
physikalisch gebundenes Wasser	wasserhaltige Zellulosefaser	6-23
	wasserhaltiges Montanwachs	25
	Polymeremulsion	40
Gasbildner	Na HCO ₃	11

Besonders geeignet sind die Stoffe, in denen das Wasser chemisch gebunden ist, wie beispielsweise in Zeolithen. Für Anwendungen in Asphalt wurden mit Zeolithen in Pulverform (Partikeldurchmesser < 10 µm) bereits gute Erfahrungen gemacht. Der chemisch gebundene Wasseranteil liegt in diesen Produkten etwa bei 20 bis 30 M.-%. Bevorzugte Zeolithe sind die der Faujasit-, der Chabasit- und der Phillipsit-Gruppe, da bei Zeolithen dieser Gruppen eine möglichst hohe Wasserdesorption möglich ist [1]. Aber auch Zeolithe aus anderen Gruppen, die zwar eine geringe Wasserdesorptionskapazität aufweisen, aber durch natürliche Vorkommen besonders kostengünstig sind, wie z. B. dem Clinoptilolit, können ebenfalls eingesetzt werden. Außer den üblicherweise kristallin vorliegenden Zeolithen sind jedoch auch amorphe Substanzen bekannt, die z. B. als Vorstufe bei der Synthese der oben genannten Zeolithe auftreten. Diese amorphen Verbindungen weisen bereits Eigenschaften, wie Ionenaustauschvermögen oder Adsorptionsvermögen, auf, die typisch für Zeolithe sind. Bedingt durch die noch sehr kleine Ausdehnung der kristallinen Bereiche ist aber röntgenografisch noch keine „kristalline“ Struktur erkennbar – der „Zeolith ist noch röntgenamorph“.

Synthetisch hergestellte Zeolithe besitzen im Vergleich zu aus natürlichen Vorkommen gewonnenen Zeolithen meistens den Vorteil der garantierten gleichbleibenden Homogenität und Qualität, was besonders für die benötigte Feinteiligkeit notwendig

ist. Bei diesen synthetischen Zeolithen ist der Zeolith vom Typ A, der in großen Mengen als Phosphatersatzstoff in Waschmitteln Verwendung findet, von besonderem Interesse, da Zeolith NaA kostengünstig in großen Mengen, mit der notwendigen Feinheit und mit einer hohen Wasserdesorptionskapazität im gewünschten Temperaturbereich zur Verfügung steht.

Da die zeitliche Wasserabgabe relativ langsam verläuft, ist die Beeinflussung der Mischgutviskosität auch noch über einen längeren Zeitraum zu beobachten (ca. 2 – 3 Stunden nach Mischgutherstellung).

2.3 Verfahrenstechnische Maßnahmen

Grundsätzlich wurde festgestellt, dass mit drei verfahrenstechnischen Maßnahmen eine Temperaturabsenkung bei Herstellung und Einbau möglich ist. Diese sind:

- *ZGR-Verfahren*
- *Zwei-Phasen-Verfahren*
- *Schaumbitumen-Verfahren*

- *ZGR-Verfahren*

Mit dem Zugabereihenfolge-Verfahren (ZGR-Verfahren) oder KGO-Verfahren (benannt nach dem Erfinder: Karl Gunnar Ohlson) wurden bereits in den 70er Jahren erste praktische Erfahrungen gesammelt. Bei dieser verfahrenstechnischen Modifizierung der Mischgutherstellung werden zunächst nur die groben Mineralstoffanteile mit Bindemittel zu einem homogenen Mischgut vermischt. Die Sand- und Füllerzugabe erfolgt erst anschließend, so dass sich zunächst dicke Bitumenfilme um die groben Mineralstoffkörner bilden können, in die sich die feinen Sand- und Füllerkomponenten einlagern.

Nach diesem Verfahren wurden im Jahre 1998 an einer Asphaltmischanlage der DEUTAG GmbH & Co. KG in Viersen Probemischungen hergestellt, bei denen die Mischanlage zuvor so umgerüstet wurde, dass der zuletzt zugegebene Füller möglichst gleichmäßig und feinteilig in das Mischgut fällt [3].

An der Asphaltmischanlage Viersen wurden drei unterschiedliche Mischgutsorten bzw. –arten im konventionellen Verfahren und nach dem ZGR-Verfahren auf unterschiedlichem Temperaturniveau gemischt. Subjektiv ließ sich feststellen, dass sich bei der Probenahme an der Asphaltmischanlage sowie bei der Probenteilung im Laboratorium das nach dem ZGR-Verfahren hergestellte Mischgut besser verarbeiten lässt. Eine objektive Bewertung anhand der üblichen asphalt-

technologischen wurde ebenfalls durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass zwischen dem ZGR-Niedrigtemperaturasphalt und dem ZGR-Normaltemperaturasphalt für alle drei Mischgutsorten keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen waren.

- Zwei-Phasen-Verfahren

Eine weitere verfahrenstechnische Möglichkeit zur Reduzierung der Temperatur ist das Zwei-Phasen-Mischverfahren. Der Grundgedanke dieses Verfahrens, das ebenfalls in den 70 er Jahren erprobt wurde, beruht darauf, dass bei niedrigen Mischtemperaturen zunächst ein weiches Bitumen (z.B. ein 70/100) zur Vorbenetzung bzw. Umhüllung der Mineralstoffe zugegeben wird. Anschließend erfolgt die Zugabe eines härteren Bitumens, das sich bedingt durch die Vorbenetzung nun auch bei der abgesenkten Temperatur homogen einmischen lässt.

Wird als resultierendes Bindemittel ein 50/70 angestrebt, so ist dem 70/100 ein Bitumen 30/45 zuzugeben. Sollen die Bindemittleigenschaften eines 30/45 erreicht werden, dann ist bei der zweiten Bindemittelzugabe ein Bitumen 20/30 zu verwenden. In beiden Fällen liegt das Massenverhältnis zwischen weichem und hartem Bindemittel etwa bei 1:2.

Die zur Zeit der Erdölkrise gesammelten ersten praktischen Erfahrungen mit diesem Verfahren wurden damals nicht weiterverfolgt, da die Bitumen- und Brennstoffpreise wieder deutlich sanken. Aber auch hier haben erste Erprobungen gezeigt, dass eine Temperaturreduzierung möglich ist. Diese Laboruntersuchungen zeigten jedoch, dass das Materialverhalten bei einigen Eigenschaften nicht mit einem konventionell hergestellten Asphalt vergleichbar ist [4]. Vor allem für die Beanspruchung infolge Wasserlagerung und die dynamischen Ausprägungen in der Hydropulsanlage stellten sich ungünstigere Ergebnisse heraus als bei Anwendung der bisherigen Bindemittelzugabe.

- Schaumbitumen-Verfahren

Beim Schaumbitumen-Verfahren wird eine Vergrößerung der Bindemitteloberfläche mit Wasser angestrebt. Dies kann durch eine gezielte Wasserzugabe in den Bitumenstrom unmittelbar vor Eintritt des Bitumens in den Mischer, oder auch wie beim Schaumbitumen durch eine Vermischung von Wasser und Bitumen in einer sogenannten Expansionskammer geschehen. In beiden Fällen werden Wassergehalte von 3 bis 5 % bezogen auf das Bindemittel zudosiert, so dass der

Wassergehalt je t Mischgut rd. 10 l beträgt. Das Wasser tritt jedoch zu einem großen Teil unmittelbar beim Mischvorgang in Form von Wasserdampf wieder aus dem Mischgut heraus. Ob der Wasserdampf bei kontinuierlicher Herstellung einer größeren Menge dieses Mischgutes ggf. zu anlagentechnischen Problemen führt, ist bisher nicht untersucht worden. Ebenso wenig ist eindeutig nachgewiesen, ob und wieviel Wasser nach dem Mischvorgang noch im Mischgut verbleibt und so ggf. auch noch als „Verdichtungshilfe“ beim Einbau wirksam ist. Erste Untersuchungen (DEUTAG NL Duisburg und BAM) haben jedoch gezeigt, dass auch hier bei signifikant abgesenkter Temperatur noch ausreichende Verdichtungsgrade erzielbar sind.

3. Stand der Erkenntnisse

Die in Kapitel 2 beschriebenen Mittel und Verfahren wurden bereits in einigen Praxisanwendungen erprobt. Diese bisherigen Erprobungen wurden im Hause der IFTA GmbH in Form einer Datenbank dokumentiert und für den hier vorliegenden Forschungsbericht ausgewertet. Nach bisherigem Stand der Erkenntnisse sind in mehr als 280 Baumaßnahmen unterschiedlicher Größe die in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Mengen eingebaut worden.

Tabelle 3-1: Mischgutmengen mit Sonderbindemitteln und temperaturabsenkenden organischen Zusätzen

Mischgutart	Mischgutmenge [t]
Asphalttragschicht	3.600
Asphaltbinder	140.000
Splittmastixasphalt	60.000
Asphaltbeton	5.000
Gussasphalt	32.000

Tabelle 3-2: Mischgutmengen mit temperaturabsenkenden anorganischen Zusätzen

Mischgutart	Mischgutmenge [t]
Asphalttragschicht	27.000
Asphaltbinder	13.000
Splittmastixasphalt	4.000
Asphaltbeton	2.000
Gussasphalt	-

Die Zahlen machen deutlich, dass sich die Verwendung temperaturabsenkender organischer Zusätze und Sonderbindemittel sowie temperaturabsenkender anorganischer Zusätze nicht nur auf einzelne Erprobungsflächen beschränkt. Dabei wurden einige Praxiserprobungen durch umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen begleitet.

Das zur Zeit am häufigsten verwendete organische Produkt zur Temperaturabsenkung ist Wachs aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen, das von einigen Bitumenproduzenten als lieferfertiges Sonderbindemittel angeboten wird.

Als mineralischer Zusatz zur Temperaturabsenkung wird derzeit nur das Produkt Aspha-min angeboten. Hiermit wurden mittlerweile über 45.000 t Asphalt (Walzasphalt unterschiedlichster Mischgutsorten) produziert und eingebaut.

Die ersten Erprobungsfelder mit Zeolith wurden bereits im Jahr 1996 auf der Hatzper Straße in Essen angelegt. Hier wurde ein temperaturabgesenkter Asphaltbeton 0/11 unter anderem unter Mitverwendung eines Zeolithes (Wessalith P) eingebaut [9].

Die im Rahmen der Erprobung durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass sich bei einer um etwa 30°C abgesenkten Mischguttemperatur auch unter ungünstigen klimatischen Bedingungen Asphaltdeckschichten herstellen lassen, die aus bautechnischer Sicht den geltenden Anforderungen entsprechen. So konnten keine einbautechnischen Unterschiede zwischen dem Referenzmaterial mit herkömmlicher Mischguttemperatur und den temperaturabgesenkten Mischgutvarianten mit Wessalith P festgestellt werden, während das temperaturabgesenkte Referenzmischgut ohne Zusätze einen sehr hohen Verdichtungsaufwand erforderte, um die geltenden Anforderungen an den Verdichtungsgrad zu erreichen.

Die verfahrenstechnischen Maßnahmen wurden bisher nur in kleinem Umfang und oftmals auch nur an der Mischanlage ohne anschließenden Einbau erprobt. Eine offizielle Erprobungsstrecke liegt derzeit noch nicht vor. Der Vorteil der

verfahrenstechnischen Maßnahmen liegt darin, dass oftmals nur eine einmalige Investition in die Anlagentechnik notwendig ist, so dass möglicherweise hier ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber den übrigen Verfahren und Mitteln liegt.

4. Praxiserprobung

4.1 Allgemeines

Die Praxiserprobung wurde in zwei Stufen aufgeteilt. In der Stufe 1 wurden zur Ermittlung der minimalen Herstelltemperatur aus den an einer Mischanlage produzierten unterschiedlichen Asphaltvarianten unmittelbar nach der Herstellung Probekörper hergestellt. Die minimale Herstellungstemperatur war dann unterschritten, wenn die geforderten Anforderungen an den Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper nach ZTV Asphalt-StB bzw. ZTV T-StB sowie die Marshall-Stabilität und der Marshall-Fließwert (nur für die Tragschichten) nicht mehr eingehalten bzw. die Unterschiede zum Referenzmischgut zu hoch waren. Unabhängig von der Temperatur des Mischgutes beim Verlassen des Mixers wurden die Marshall-Probekörper alle bei einer Temperatur von 135 °C hergestellt, da in der Stufe 1 der Erprobung ausschließlich die Herstellung und damit die Homogenität des Mischgutes im Vordergrund stand.

Des Weiteren wurde im Vergleich zum Referenzmischgut die Mischguthomogenität und Mineralstoffumhüllung visuell und durch die Bestimmung der Spaltzugfestigkeit vor und nach Wasserlagerung überprüft. Ergänzend erfolgte eine Überprüfung der Mischgutzusammensetzung einschließlich der Bindemittelkenndaten.

Mit der in Stufe 1 für jede Mischgutvariante ermittelten minimalsten Herstelltemperatur (= Grenztemperatur) erfolgte dann, im Vergleich zum Referenzmischgut, der Einbau in eine Erprobungsstrecke (Stufe 2). Dies geschah, soweit keine Beeinflussung des Bauablaufs möglich war, unter ungünstigen Witterungsbedingungen (niedrige Außentemperatur).

4.2 Praxiserprobung Stufe 1 (Mischgutherstellung)

Die Versuche zur Ermittlung der minimalen Herstelltemperatur erfolgten an der Mischanlage der DEUTAG in Marl Brassert. Je Variante wurde mindestens eine Charge von 3 t hergestellt. Insgesamt wurden an acht Tagen (7. Februar 2001, 21. März 2001, 3. Mai 2001, 3. Juli 2001, 4. Oktober 2001, 16. Oktober 2001, 5. März 2002 und 17. April 2002) 20 Mischgutvarianten bei drei bzw. vier Temperaturstufen

hergestellt. Der **Anhang 1** zeigt eine detaillierte Auflistung der 20 Mischgutvarianten einschließlich der Zuordnung der insgesamt 585 Marshall-Probekörper. Die Tabellen in **Anhang 2** beinhalten weitere Details zu den Mischgutvarianten sowie die Ergebnisse der Untersuchungen an den Marshall-Probekörpern. Je Mischgutvariante und Temperaturstufe wurde eine Kontrollprüfung durchgeführt, um auch Schwankungen der jeweiligen Mischgutzusammensetzung erfassen zu können (siehe **Anhang 3**).

Ein wesentlicher Aspekt zur Erfassung der minimalen Herstelltemperatur war die visuelle Bewertung der Mischguthomogenität. Vielfach wurde bei Mischguttemperaturen unter 130 °C eine nicht ausreichende Homogenisierung festgestellt, die sich in nicht vollständig mit Bindemittel umhüllte Grobsplitte äußerte. Die Auswertung dieser visuellen Bewertung ist der Tabelle 4-2-1 zu entnehmen.

Tabelle 4-2-1: Visuelle Bewertung der äußeren Beschaffenheit der Asphalte nach Verlassen des Mischers

Mischgutart	angestrebte Temperatur des Mischgutes (Mischerausgang)			
	170 °C	150 °C	130 °C	110 °C
Asphaltbeton 0/11 (50/70); Referenzmischgut	+	+	+	+
Asphaltbeton 0/11 (50/70) nach ZGR-Verfahren		+	+	+
Asphaltbeton 0/11 (70/100 + 30/45)		+	+	+
Asphaltbeton 0/11 (Sübit VR 45)		+	+	+o
Asphaltbeton 0/11 (Nytemp)		+	+	+
Asphaltbeton 0/11 (Mexphalte 65 S)		+	+	+
Asphaltbeton 0/11 (Schaumbitumen 50/70)		+	+	+
Asphaltbinder 0/16 (30/45); Referenzmischgut	+	+	o	o
Asphaltbinder 0/16 (30/45) nach ZGR-Verfahren		+	+	+o
Asphaltbinder 0/16 (50/70 + 20/30)		+	+	o
Asphaltbinder 0/16 (Sübit VR 45)		+	+	o
Asphaltbinder 0/16 (Nytemp)		+	+	+o
Asphaltbinder 0/16 (Mexphalte 65 S)		+	+	+o
Asphaltbinder 0/16 (Schaumbitumen 30/45)		+	+	+o
Asphalttragschicht Art CS (50/70), Referenzmischgut	+	+	+	o
Asphalttragschicht Art CS (50/70), Referenzmischgut A*	+	+	+	o
Asphalttragschicht Art CS (50/70) mit Zeolith		+	+	+
Asphalttragschicht Art CS (50/70) mit Gips		+	+o	o
Asphalttragschicht Art CS (50/70) mit Asphaltgranulat	+	+	+	+o
Asphalttragschicht Art CS (50/70) mit nassem Sand		+	+o	+

- + gute Umhüllung
- +o grobe Mineralstoffe vereinzelt nicht umhüllt
- o grobe Mineralstoffe häufiger nicht umhüllt

* Mineralstoffe mit Siebumgehung dosiert

4.2.1 Schlussfolgerungen der Praxiserprobung Stufe 1

Die visuelle Bewertung und die Ergebnisse der Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass die minimale Herstelltemperatur, bei der eine ausreichende Homogenisierung sowie anforderungsgerechte Asphalteeigenschaften vorliegen über 110 °C liegt. Fast alle Mischgutvarianten zeigen bei Herstelltemperaturen von 110 °C noch eine nicht hinreichende Homogenität, während bei 130 °C die meisten Mischgutvarianten ausreichend homogenisiert schienen. Der Vergleich der Mischguthomogenität der Referenzgemische lässt erkennen, dass offensichtlich der Asphaltbinder etwas kritischer auf eine Temperaturabsenkung reagiert. Zu erkennen war dies an nicht vollständig umhüllten Splitten. Der grundsätzlich geringe Mörtelgehalt in Asphaltbindergemischen ist hierfür vermutlich verantwortlich. Diese Vermutung wird durch die vergleichsweise gute Umhüllung der Splitte der mörtelreichen Asphalte (Asphaltbeton) bei 110 °C untermauert.

Bei den nachfolgenden Darstellungen und Bewertungen der Hohlraumgehalte ist zu beachten, dass sich die in den Abbildungen aufgeführten Mischguttemperaturen beim Verlassen des Mixers ermittelt wurden. Die anschließende Verdichtung der Probekörper erfolgte einheitlich bei 135 °C, da in der Stufe 1 der Praxiserprobung ausschließlich die Mischguthomogenität in Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur betrachtet wurde.

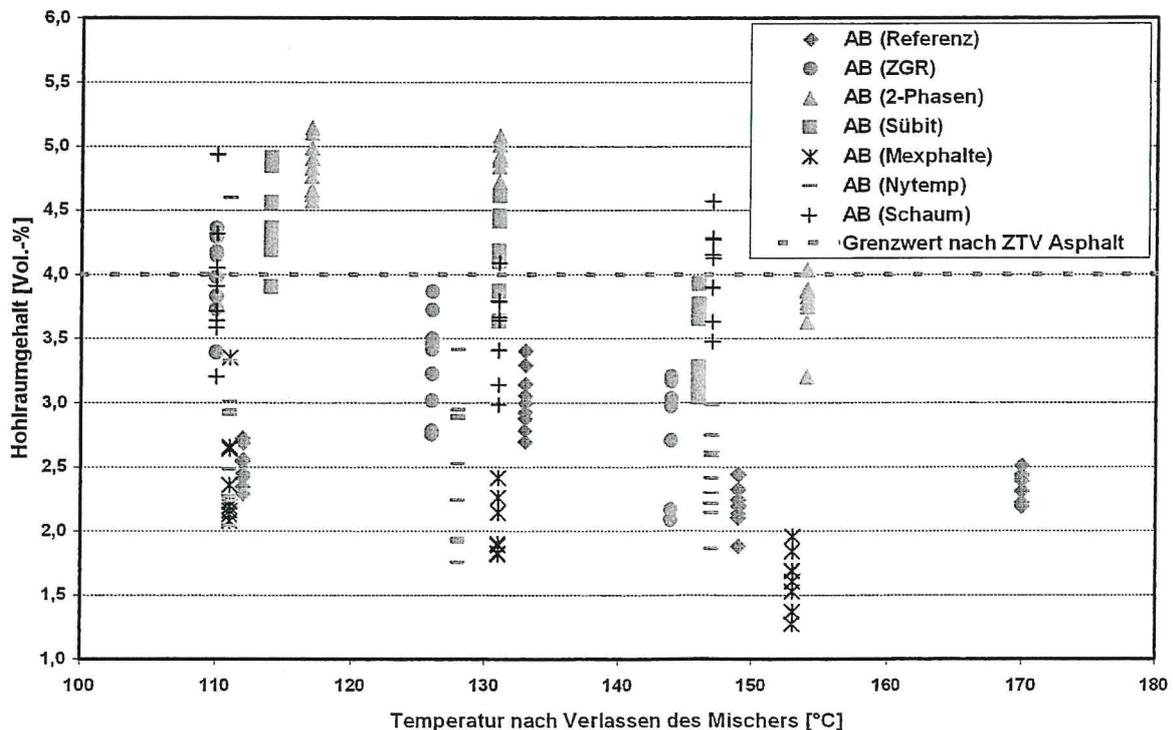


Abbildung 4-2-1-1: Hohlraumgehalte der Marshall-Probekörper in Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur, Asphaltbeton

Die in Abbildung 4-2-1-1 dargestellten Hohlraumgehalte der Marshall-Probekörper der Asphaltbetonvarianten überschreiten teilweise die in den ZTV Asphalt gestellten Anforderungen an den maximal zulässigen Wert. Die Überschreitungen sind zwar nicht besonders hoch, doch insbesondere an den nach dem 2-Phasen-Verfahren gemischten Varianten wurden vergleichsweise hohe Hohlraumgehalte ermittelt.

Weiter ist bemerkenswert, dass mit der Referenzvariante auch bei niedriger Herstellungstemperatur noch ein homogenes und verdichtungsfähiges Mischgut vorlag.

Die grafische Darstellung der Hohlraumgehalte der Marshall-Probekörper der Asphalttragschichtvarianten (Abbildung 4-2-1-2) zeigen zwar eine höhere Streuung der Einzelergebnisse je Temperaturstufe, doch die Anforderungen der ZTV T an den maximal zulässigen Hohlraumgehalt einer Asphalttragschicht CS wird mit Ausnahme der Variante mit Zudosierung von nassem Sand bei einer angestrebten Mischguttemperatur von 130 °C erreicht.

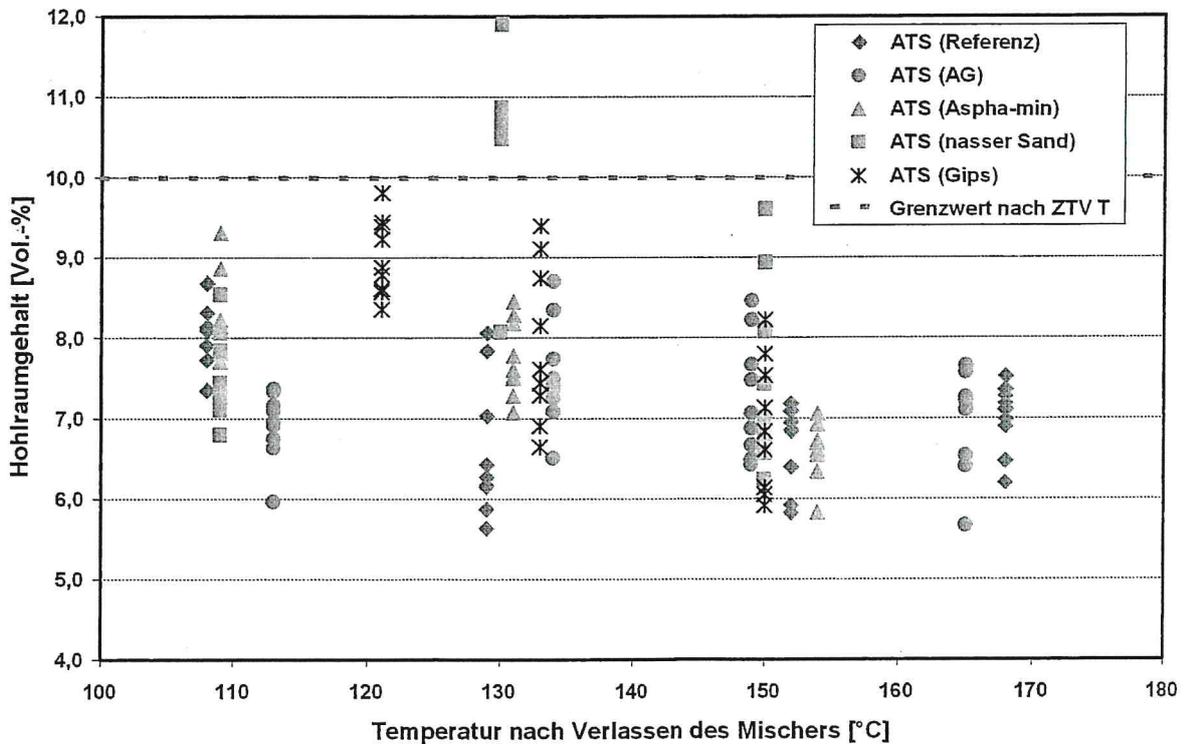


Abbildung 4-2-1-2: Hohlraumgehalte der Marshall-Probekörper in Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur, Asphalttragschicht

Erstaunlicherweise sind die Hohlraumgehalte der bei 110 °C hergestellten Tragschicht mit nassem Sand wieder deutlich geringer. Diese Erkenntnis untermauert die visuellen Bewertungen unmittelbar nach Mischgutherstellung (siehe

Tabelle 4-2-1). Hier lag bei 110 °C eine ausreichende Umhüllung auch der groben Gesteinskörnungen vor, während diese Variante bei 130 °C noch auffällige Anteile an nicht umhüllten Splitten hatte. Es ist zu vermuten, dass der aus dem nassen Sand freigesetzte Wasserdampf bei 110 °C ein Aufschäumen des Bitumens bewirkt, das die Mischgutviskosität verringert. Bei einer Mischguttemperatur von 130 °C wird der Wasserdampf vermutlich so schlagartig freigesetzt, dass eher eine negative Wirkung auf die Affinität zwischen Bitumen und Gesteinskörnung entsteht.

Auch die Laboruntersuchungen an der Referenzvariante der Asphalttragschichten Verfahren und Mittel.

Die grafische Darstellung der Hohlraumgehalte aller Asphaltbindervarianten (Abbildung 4-2-1-3) zeigt eine Vielzahl von Überschreitungen der geltenden Anforderungen nach ZTV Asphalt.

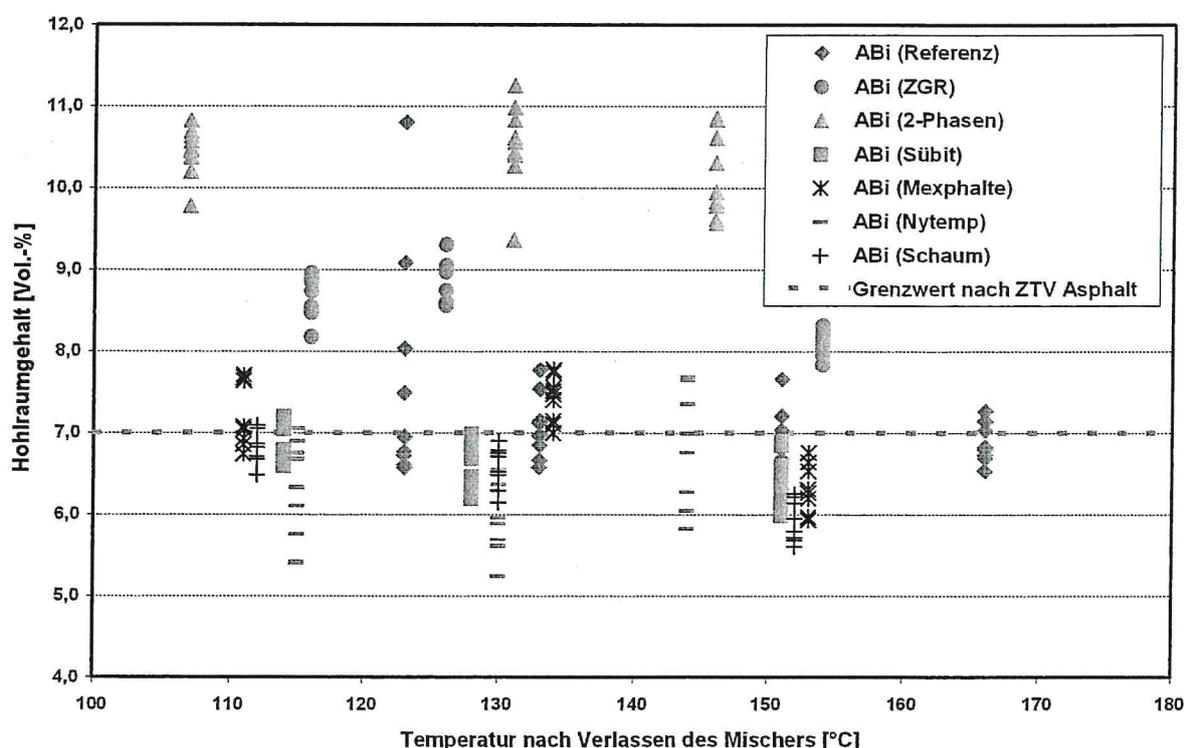


Abbildung 4-2-1-3: Hohlraumgehalte der Marshall-Probekörper in Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur, Asphaltbinder

Analog zu den Asphaltbetondeckschichten wurden auch hier die schlechtesten Werte an den nach dem 2-Phasen-Verfahren hergestellten Varianten gefunden. Aufgrund der Tatsache, dass aber auch die Referenzvariante bei hoher Herstelltemperatur einen Hohlraumgehalt von 7 Vol.-% knapp erreicht, ist hier möglicherweise auch eine Ursache im Mischgutkonzept oder in der Grundeinstellung der Mischanlage mit

ursächlich für die insgesamt hohen Hohlraumgehalte. Außerdem sind die vergleichsweise weit streuenden Ergebnisse der Untersuchungen an den Asphaltbindervarianten sicherlich auch vor dem Hintergrund der diskontinuierlichen Mischgutherstellung an der Mischanlage in Verbindung mit der höheren Entmischungsneigung des ausfallkörnigen Mineralstoffgemischs zu sehen. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Asphalte mit geringen Bindemittelgehalten und ausfallkörniger Sieblinie der Gesteinskörnungen eine höhere Mindesttemperatur zur Herstellung eines homogenen Mischgut benötigen.

Die ermittelten Marshall-Stabilitäten und –Fließwerte zeigen tendenziell eine leichte Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur. Beispielhaft sind hierzu in Abbildung 4-2-1-4 die Marshall-Stabilitäten der Asphaltbetonvarianten in Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur grafisch aufgetragen.

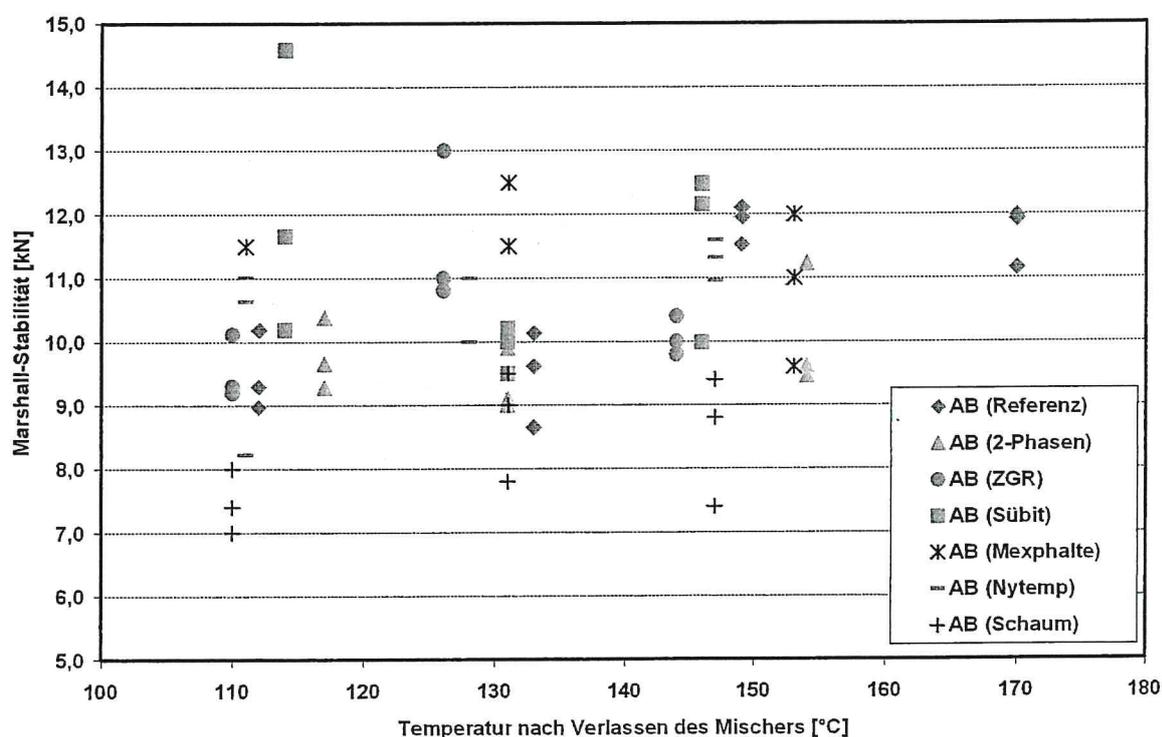


Abbildung 4-2-1-4: Stabilitäten der Marshall-Probekörper in Abhängigkeit von der Herstellungstemperatur, Asphaltbeton

Erwartungsgemäß sind zudem die Streuungen mit abnehmender Herstellungstemperatur höher. Bemerkenswert ist weiter, dass bei allen Temperaturstufen die mit dem Schaumbitumen-Heißmischgut hergestellten Probekörper die geringsten Stabilitäten aufwiesen. Diese Tendenz lässt sich bei allen „wasserhaltigen“ Varianten feststellen. Hier besteht noch Klärungsbedarf, ob ggf. mit zunehmender Lagerungsdauer die Stabilitäten ansteigen.

Hier besteht noch Klärungsbedarf, ob ggf. mit zunehmender Lagerungsdauer die Stabilitäten ansteigen.

Vergleichbare Erkenntnisse lassen sich aus den Ergebnissen der Spaltzugfestigkeiten ableiten.

Zusammenfassend und für die weiteren Aktivitäten maßgebend wurden aufgrund der Ergebnisse der Praxiserprobung Stufe 1 folgende minimale Herstelltemperaturen für die untersuchten Asphalte festgestellt:

- | | |
|---------------------------|--------|
| - Asphaltbeton 0/11 | 130 °C |
| - Asphaltbinder 0/16 | 140 °C |
| - Asphalttragschicht 0/22 | 130 °C |

Die untypische Entwicklung der Hohlraumgehalte der Varianten mit nassem Sand führte in Abstimmung mit dem Betreuungsausschuss zu der Entscheidung, dieses Mischgut nicht für weitere Erprobungen im Rahmen der Stufe 2 einzusetzen.

Aufgrund umweltrelevanter Faktoren (Sulfatfreisetzung) und grundsätzlicher Überlegungen zu möglichen chemischen Reaktionen des Gipses im Asphalt während der Nutzung der Straße (z.B. Sulfatreiben) wurde auch diese Variante in Abstimmung mit dem Betreuungsausschuss für weitere Untersuchungen verworfen. Alle weiteren in Stufe 1 geprüften Varianten wurden in jeweils einer Mischgutsorte für die sich anschließenden Praxiserprobungen der Stufe 2 eingesetzt.

4.3 Praxiserprobung Stufe 2 (Einbau der Versuchsstrecken)

Auf Basis der Schlussfolgerungen der Praxiserprobungen an der Mischanlage wurden die in der Tabelle 4.3.1 aufgeführten Mischgutvarianten für den Einbau in Erprobungsfelder ausgewählt:

Da auch nach intensiver Suche keine geeignete Erprobungsstrecke akquiriert werden konnte, in die alle ausgewählten Varianten eingebaut werden konnten, erfolgte die Praxiserprobung in zwei Baumaßnahmen. In die Erprobungsstrecke I (Asphaltbeton 0/11) wurden die Sonderbindemittel eingebaut, während in die Erprobungsstrecke II Zeolith und die verfahrenstechnische Maßnahmen zum Einsatz kamen.

Tabelle 4-3-1: Mischgutvarianten für die Praxiserprobung Stufe 2

Mischgutart	angestrebte Mischguttemperatur
Asphaltbeton 0/11 (Bitumen 50/70); Referenzmischgut	160 °C
Asphaltbeton 0/11; Bindemittel mit Verflüssiger (SÜBIT)	130 °C
Asphaltbeton 0/11; Bindemittel mit Verflüssiger (NYTEMP)	130 °C
Asphaltbeton 0/11; Bindemittel mit Verflüssiger (MEXPHALTE)	130 °C
Asphaltbinder 0/22 S (Bitumen 30/45); Referenzmischgut	170 °C
Asphaltbinder 0/22 S (Bitumen 30/45) nach ZGR-Verfahren*	140 °C
Asphaltbinder 0/22 S (Bitumen 50/70 + Bitumen 20/30)	140 °C
Asphalttragschicht 0/22 CS (Bitumen 50/70); Referenzmischgut	160 °C
Asphalttragschicht 0/22 CS (Bitumen 50/70) mit Zeolith	130 °C
Asphalttragschicht 0/22 CS (Bitumen 50/70) mit Asphaltgranulat	140 °C

* ZGR-Verfahren: Zugabereihenfolge-Verfahren (Zugabereihenfolge der Mineralstoffe analog KGO)

In der Tabelle 4.3.2 sind die gemäß Eignungsprüfung ermittelten Sollvorgaben für die Mischgutzusammensetzung aufgeführt.

Tabelle 4-3-2: Mischgutzusammensetzungen der erprobten Asphalte

Material	Einheit	Asphaltdeckschicht (Kreisstraße K 5, Haltern)			
		AB 0/11 S Referenz (50/70)	AB 0/11 S Sübit VR 45	AB 0/11 S Nytemp	AB 0/11 S Mexphalte 65 S
Grauwacke 8/11	M.-%	20,0	20,0	20,0	20,0
Grauwacke 5/8	M.-%	17,0	17,0	17,0	17,0
Grauwacke 2/5	M.-%	18,0	18,0	18,0	18,0
Diabas 0/2	M.-%	39,0	39,0	39,0	39,0
Kalksteinfüller	M.-%	6,0	6,0	6,0	6,0
Bindemittel	M.-%	6,2	6,2	6,2	6,2
Material	Einheit	Asphaltbinderschicht (Landstraße L 463 n, Voerde)			
		ABi 0/22 S Referenz	ABi 0/22 S 2-Phasen	ABi 0/22 S ZGR-Verfahren	
Kalkstein 16/22	M.-%	28,0	28,0	28,0	
Kalkstein 11/16	M.-%	12,0	12,0	12,0	
Kalkstein 8/11	M.-%	10,0	10,0	10,0	
Kalkstein 5/8	M.-%	11,0	11,0	11,0	
Kalkstein 2/5	M.-%	11,0	11,0	11,0	
Kalkstein 0/2	M.-%	23,0	23,0	23,0	
Kalksteinfüller	M.-%	5,0	5,0	5,0	
Bitumen 20/30		4,2	-	4,2	
Bitumen 30/45		-	2,8	-	
Bitumen 50/70	M.-%	-	1,4	-	

Tabelle 4-3-2: Mischgutzusammensetzungen der erprobten Asphalte (Fortsetzung)

Material	Einheit	Asphalttragschicht (Landstraße L 463 n, Voerde)			
		ATS 0/22 CS Referenz	ATS 0/22 CS mit AG	ATS 0/22 CS mit Aspha-min	ATS 0/22 CS Schaumbitumen
Kalkstein 5/22	M.-%	68,0	52,0	68,0	68,0
Kalkstein 0/2	M.-%	27,0	13,0	27,0	27,0
Kalksteinfüller	M.-%	5,0	5,0	4,7	5,0
Zeolith	M.-%	-	-	0,3	-
Asphaltgranulat	M.-%	-	30,0	-	-
Bindemittel 50/70	M.-%	4,2	2,9	4,2	4,2

Einbau begleitend wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Verdichtungsverlauf (Isotopsonde)
- Kontrolle der Endverdichtung und ggf. des Schichtenverbundes am Bohrkern
- Kontrollprüfung einschl. Erweichungspunkt Ring und Kugel und Nadelpenetration
- Spurbildungsversuch
- Biegezugversuche an Prismen bei Kälte
- Dokumentation der Einbaurandbedingungen
- Messung der Dämpfe und Aerosole (teilweise)

4.3.1 Erprobungsstrecke I

4.3.1.1 Allgemeine Angaben zur Erprobungsstrecke

Zur Versuchsstrecke und zu den Versuchsvarianten können folgende allgemeine Angaben gemacht werden:

- Lage der Baumaßnahme: K 5 (Holtwicker Straße), Haltern - Reken
- Länge: ca. 2,3 km (je Feld rd. 500 m)
- Baulastträger: Kreisverwaltung Recklinghausen

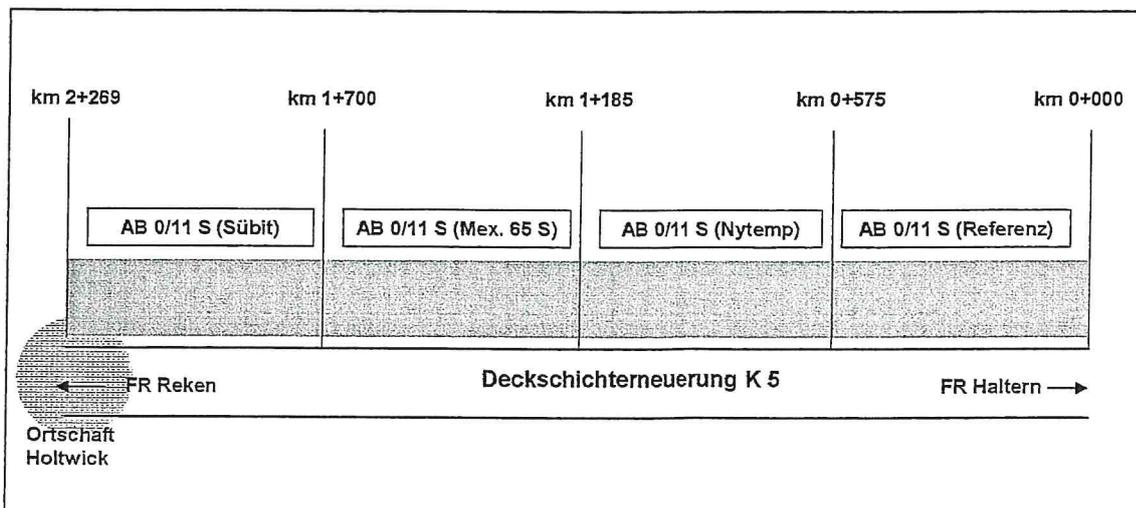


Abbildung 4-3-2-1-1: Lage und Zuordnung der Erprobungsflächen, K 5 Haltern

4.3.1.2 Mischgutherstellung

Die Mischgutherstellung aller Varianten erfolgte an der Mischanlage Marl-Brassert der DEUTAG, Niederlassung Duisburg am 03. Dezember 2003.

Beim Verlassen des Mixers wurde für die temperaturabgesenkten Varianten eine Mischguttemperatur von rd. 130 °C angestrebt.

Je Variante wurden rd. 300 t Mischgut hergestellt und per LKW auf die Baustelle transportiert. Die Mischgutprobenahme für die begleitenden Laboruntersuchungen erfolgte an der Mischanlage. Der **Anhang 4** zeigt die Lieferzeiten des Mischgutes und die Temperaturen bei Anlieferung auf der Baustelle.

4.3.1.3 Einbau

Der Einbau wurde durch die Firma GS-Bau ausgeführt, die folgende Geräte zum Einsatz brachte:

Fertiger:	DEMAG 130 P
Walze 1:	BOMAG BW 164, 9 t mit Vibration
Walze 2:	BOMAG BW 164, 9 t mit Vibration
Walze 3:	HAMM DV 08, 8 t mit Vibration

Zum Zeitpunkt des Einbaus herrschte eine Lufttemperatur zwischen 3 und 8 °C, ohne dass ein Niederschlag zu verzeichnen war.

4.3.1.4 Laboruntersuchungen

Die Laborversuche erfolgten unter folgenden Prüfbedingungen:

- Kontrollprüfung und Verdichtungsgrad

- Tauchwägung:	DIN 1996, T 7
- Mischgutextraktion:	DIN 1996, T 6 und T 14
- Bindemittelrückgewinnung:	DIN 1996, T 6
- Bindemittelart:	DIN EN 12591

- Spurbildungsversuch

Die Randbedingungen des Prüfverfahrens wurden mit Ausnahme der Temperierung (**hier: 50 °C Luftbad**) und der Radart (**hier: Gummirad**) der TP A-StB, Teil: Spurbildungsversuch - Bestimmung der Spurrinntiefe im Wasserbad entnommen. Die Prüfplatten der Asphaltdeckschicht wurden in einer Dicke von 40 mm hergestellt

- Schichtenverbund

Die Bestimmung des Schichtenverbundes erfolgte nach der Arbeitsanleitung zur Prüfung von Asphalt (ALP A-StB), Teil 4: Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner.

4.3.1.5 Bewertung der Ergebnisse

Beim Einbau der Referenzfläche hatte das angelieferte Mischgut eine mittlere und für die Mischgutsorte typische Temperatur von rd. 165 °C. Dem entsprechend liegt der Verdichtungsgrad bei über 99 %. Eine Kontrolle des Verdichtungsverlaufes mit der Troxlersonde konnte nicht durchgeführt werden, da das Gerät zum Einbauzeitpunkt nicht funktionsfähig war.

Auch der Schichtenverbund mit einem Wert von rd. 50 kN und mehr deutet auf einen optimalen Einbau hin, obwohl die Witterung hierfür keine günstigen Voraussetzungen bot (3 bis 8 °C). Die Ergebnisse der mit reduzierter Temperatur (im Mittel rd. 135 °C) eingebauten Mischgutvarianten zeigen keinen Hinweis auf ein schlechteres Einbauverhalten. Sowohl der Verdichtungsgrad (rd. 100 %), als auch der Schichtenverbund (rd. 50 kN) sind vergleichbar mit den Ergebnissen der Referenzfläche. Dabei sei erwähnt, dass die zur Ermittlung der Bezugsraumdichte verwendete Verdichtungstemperatur beim Asphaltmischgut mit den Sonderbindemitteln um ca. 25 °C auf 110 °C reduziert wurde.

Die Prüfung der Mischgutzusammensetzung zeigte am Referenzmischgut einen leicht erhöhten Erweichungspunkt Ring und Kugel, der sich offensichtlich aber nicht auf den Einbau ausgewirkt hat. Die Kontrollprüfung der Mischgutvariante mit den Sonderbindemitteln weist einen etwas zu geringen Bindemittelgehalt aus, der jedoch unter Berücksichtigung der Soll-Vorgabe der Eignungsprüfung und der zulässigen Toleranz der ZTV Asphalt-StB 01 den geltenden Anforderungen genügt (siehe auch **Anhang 5**). Außerdem ist bekannt, dass bei der Extraktion mit Tri die im Sonderbindemittel enthaltenen Wachse zu einem großen Anteil nicht in Lösung gebracht werden, so dass sich diese i.a. in den extrahierten Mineralstoffen befinden. Der übliche Wachsgehalt in derartigen Sonderbindemitteln beträgt rd. 3 M.-% bezogen auf das Bindemittel, so dass unter Berücksichtigung dieses nicht extrahierbaren Bindemittelanteils ein extrahierbarer Bindemittelgehalt von rd. 6 M.-% bei einer Sollvorgabe von 6,2 M.-% ausreichen würde.

Ergänzend zu den üblichen Kontrollprüfungen wurde auch der Verformungswiderstand im Spurbildungsversuch bestimmt. Hier stellte sich ein Unterschied zwischen Referenzmischgut und temperaturabgesenktem Mischgut ein. Während das Referenzmischgut eine mittlere Spurtiefe von 1,1 mm aufwies, wurden den Probeplatten mit den Sonderbindemitteln mittlere Verformungen zwischen 1,8 mm und 1,9 mm ermittelt. Die Einzelwerte sind dem **Anhang 8** zu entnehmen. Da alle Ergebnisse jedoch auf einem niedrigen Niveau liegen, ist eine in der Praxis auftretende Verformung infolge der Verkehrsbelastung nicht zu erwarten. Die in **Anhang 9** dargestellten Ergebnisse der Biegezugfestigkeiten bei 20 °C, 0 °C und – 20 °C weisen nur sehr geringe Unterschiede der Varianten aus. Dies bestätigt bisherige Erfahrungen mit vergleichbaren Sonderbindemitteln auf Wachsbasis, dass weder ein positiver, noch ein negativer Einfluss zu erwarten ist.

4.3.2 Erprobungsstrecke II

4.3.2.1 Allgemeine Angaben zur Erprobungsstrecke

Die für die Praxiserprobung von den Landesbetrieben Straßenbau NRW, NL Wesel zur Verfügung gestellte Strecke befindet sich im Bereich der Stadt Voerde im Kreis Wesel am Niederrhein. Bei der Baumaßnahme handelt es sich um den Neubau einer Umgehungs- bzw. Zufahrtsstraße zu einem in den letzten Jahren neu erschlossenen Gewerbegebiet. Zudem wird durch den Neubau der L473 n ein hochbelasteter Bahnübergang der DB-Trasse Oberhausen – Amsterdam (ICE-Strecke) durch eine Unterführung der Gleistrasse entfallen und für eine deutlich Verkehrsentlastung im angrenzenden Wohngebiet an der Grünstraße sorgen.

Der Trassenverlauf der L 463 n liegt zwischen der Frankfurter Straße im Westen der Stadt Voerde und dem Gewerbegebiet „Grenzstraße“ an der B 8 im Osten auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen in vorwiegender Dammlage. Vorgesehen für den Oberbau war eine Dimensionierung gemäss der Bauklasse III der RStO bestehend aus 10,0 cm Asphalttragschicht 0/22 mm CS, 8,5 cm Asphaltbinder 0/22 mm S sowie eine Splittmastixasphalt – Deckschicht 0/8 mm S in 3,5 cm Dicke.

Zur Erprobung der temperaturabgesenkten Asphaltvarianten boten sich drei Abschnitte aufgrund der Örtlichkeit und den Trassenelementen an. Die Gesamtlänge der Trasse beträgt etwa einen Kilometer. Die Zuordnung der Erprobungsflächen ist der Abbildung 4-3-2-1-1 zu entnehmen.

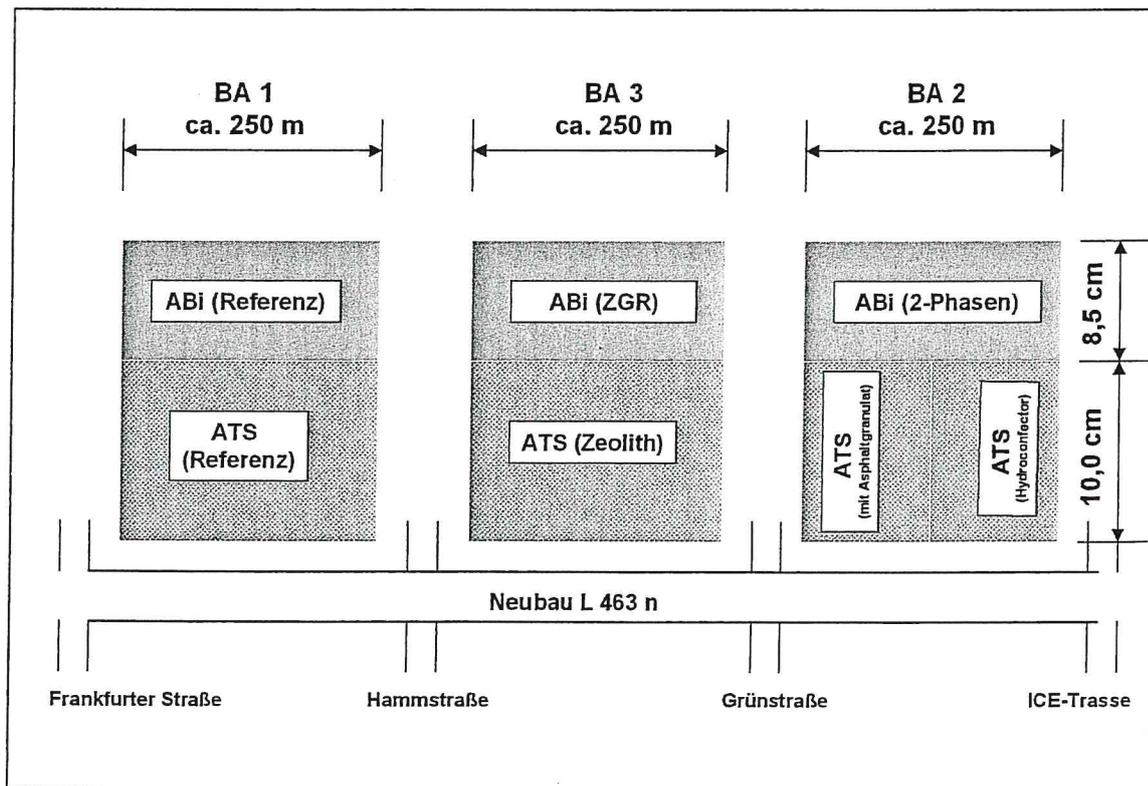


Abbildung 4-3-2-1-1: Lage und Zuordnung der Erprobungsflächen, L 463n Voerde

4.3.2.2 Mischgutherstellung

Die Mischgutherstellung der Asphaltbindervarianten sowie der Tragschichten des Bauabschnittes 2 erfolgte an der Mischanlage Marl-Brassert der DEUTAG. Die Asphalttragschicht mit Aspha-min (Zeolith) wurde an der Mischanlage der Eurovia Industrie in Oberhausen hergestellt.

Beim Verlassen des Mixers wurde für die temperaturabgesenkten Tragschichtvarianten eine Mischguttemperatur von rd. 130 °C und für die Asphaltbindervarianten eine Temperatur von 140 °C angestrebt.

Je Variante wurden rd. 500 t Mischgut hergestellt und per LKW auf die Baustelle transportiert. Die Mischgutprobenahme für die begleitenden Laboruntersuchungen erfolgte an den Mischanlagen. Der **Anhang 4** zeigt die Lieferzeiten des Mischgutes und die Temperaturen bei Anlieferung auf der Baustelle.

4.3.2.3 Einbau

Der Einbau wurde von der Firma Eurovia Teerbau mit folgenden Geräten ausgeführt:

Fertiger: DEMAG Df 130 P (1. und 2. Bauabschnitt)
Titan 473 (3. Bauabschnitt)

Walzen: Bomag BW 164 AD 2, 10 t
Bomag BW 120 AD 2

Angaben zur Witterung und sonstige Randbedingungen sind dem **Anhang 4** zu entnehmen.

4.3.2.4 Laboruntersuchungen

- Kontrollprüfung und Verdichtungsgrad

- Tauchwägung: DIN 1996, T 7
- Mischgutextraktion: DIN 1996, T 6 und T 14
- Bindemittelrückgewinnung: DIN 1996, T 6
- Bindemittelart: DIN EN 12591

- Spurbildungsversuch

Die Randbedingungen des Prüfverfahrens wurden mit Ausnahme der Temperierung (hier: **50 °C Luftbad**) und der Radart (hier: **Gummirad**) der TP A-StB, Teil: Spurbildungsversuch - Bestimmung der Spurrinnentiefe im Wasserbad entnommen. Die Prüfplatten der Asphaltbinder- und der Asphalttragschichten wurden in einer Dicke von 60 mm hergestellt.

- Schichtenverbund

Die Bestimmung des Schichtenverbundes erfolgte nach der Arbeitsanleitung zur Prüfung von Asphalt (ALP A-StB), Teil 4: Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner.

4.3.2.5 Bewertung der Ergebnisse

Die Praxiserprobung des Einbaus wurde zum Teil deutlich von der Witterung auf der Baustelle beeinflusst. So musste beispielsweise am 22. September 2004 die Mischguttemperatur aufgrund des Regens und des starken Windes auf 140 bis 150 °C erhöht werden. Nachdem am Ende dieses Einbautages die Regenintensität nochmals zunahm, wurde der Einbau abgebrochen.

Auch in einigen Bereichen mit viel Handeinbau wurde die Mischguttemperatur an der Mischanlage auf 140 bis 150 °C erhöht.

Die Messungen mit der Troxlersonde deuten darauf hin, dass die Anforderungen der ZTV Asphalt an den Verdichtungsgrad vergleichsweise schnell (3 bis 5 Walzübergänge) erreicht werden. Die an den Bohrkernen ermittelten Raumdichten bestätigen die in allen Bereichen hohe bis sehr hohe Verdichtung.

Anhand der Ergebnisse der Mischgutuntersuchungen lassen sich keine Abweichungen feststellen, die erfahrungsgemäß einen signifikanten Einfluss auf das hier untersuchte Einbauverhalten bei abgesenkter Temperatur hätten haben können. Lediglich der Erweichungspunkt Ring und Kugel der Asphalttragschicht mit Zeolith ist als außergewöhnlich hoch einzustufen und kann einen höheren Verdichtungswiderstand des Mischgutes zur Folge haben. Eine plausible Erklärung für diesen hohen Wert konnte nicht ergründet werden, zumal auch der Spurbildungsversuch eine mit den niedriger viskosen Bindemitteln vergleichbare Verformung ergab. Auch im Rahmen der Erprobungsfelder der L 463 n wurde ergänzend zu den üblichen Kontrollprüfungen der Verformungswiderstand im Spurbildungsversuch bestimmt. Die ermittelten mittleren Spurtiefen liegen grundsätzlich auf einem höheren Niveau als die der Asphaltdeckschichten. Signifikante Unterschiede zwischen Asphalttragschichten und Asphaltbinderschichten wurden dabei nicht festgestellt. Lediglich an den Prüfplatten der Asphalttragschichtvariante mit Asphaltgranulat wurde eine geringere Spurtiefe festgestellt, die annähernd die Werte der Asphaltdeckschichten erreicht und vermutlich auf den Einfluss des höher viskosen Bindemittels aus dem Asphaltgranulat zurück zu führen ist. Die Einzelwerte sind dem **Anhang 8** zu entnehmen. Aber auch hier ist davon auszugehen, dass in der Praxis bei keinem Erprobungsfeld überproportionale Verformung infolge der Verkehrsbelastung auftreten. Die Prüfung der Biegezugfestigkeiten bei 20 °C, 0 °C und – 20 °C (siehe **Anhang 9**) ergab, dass die Referenzvarianten sowohl bei den Asphalttragschichten, als auch bei den Asphaltbinderschichten tendenziell, aber nicht über alle Temperaturstufen etwas höhere Werte lieferte. Hieraus alleine lässt sich aber erfahrungsgemäß kein schlechteres Gebrauchsverhalten der anderen Varianten ableiten.

5. Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen haben ergeben, dass die im Rahmen der Praxiserprobung eingebauten Mischgutvarianten bei Temperaturen zwischen 130 und 150 °C (Temperatur bei Einbaubeginn) und fachgerechtem Einbau die an die Verdichtung gestellten Anforderung der ZTV Asphalt erfüllen. Dabei musste kein erhöhter Aufwand an das beim Einbau verwendete Verdichtungsgerät gestellt werden. Verdichtungsgrade zwischen 96 und 97 % werden nach Abschätzung der Raumdichten mit der Troxler-sonde nach dem 3. bis 5. Walzübergang erreicht. Diese

Erkenntnisse sollten jedoch nicht auf alle Mischgutsorten und Witterungen gleichermaßen übertragen werden. Mörtelarme Mischgutsorten, wie Asphaltbinder sollten mit temperaturabgesenkten Verfahren oder Zusätzen eher bei Temperaturen um 140 °C (Einbaubeginn) eingebaut werden, während sich der Asphaltbeton aufgrund des hohen Mörtelgehaltes auch bei 130 °C ohne Probleme einbauen ließen. Asphalttragschichten haben zwar einen vergleichsweise niedrigen Mörtelgehalt, doch die üblicherweise dicken Einbaulagen begünstigen durch die längere Wärmespeicherung den Verdichtungserfolg, so dass sich die erprobten Tragschichtvarianten auch bei Temperaturen von teilweise unter 140 °C hinreichend gut verdichten ließen. Ungünstige Witterungsbedingungen (Temperaturen unter 10 °C, Niederschlag, starker Wind oder Handeinbau) hatten zur Folge, dass die Mischguttemperatur um rd. 10 °C angehoben werden musste. Grundsätzlich sollten auch längere Transportwege, bei denen sich das Mischgut um mehr als 10 °C abkühlt durch eine Erhöhung der Mischguttemperatur berücksichtigt werden.

Ein wesentlicher Aspekt für eine konsequente Umsetzung der Temperaturabsenkung an einer Asphaltmischanlagen ist die Anlageneinstellung. Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf die Temperaturen in der Trockentrommel zu richten, die unmittelbar die Abgastemperatur beeinflussen. So ist bei üblichen Anlageneinstellungen und Abgastemperaturen die dauerhaft unter 80 °C liegen, mit Kondenswasser im Abgasstrom zu rechnen, das die Filtertücher sehr schnell unwirksam werden lässt.

Dieser Zustand kann bei einigen Mischanlagen schon dann auftreten, wenn längere Zeit Mischguttemperaturen zwischen 140 und 150 °C angesteuert werden.

Die möglichen Probleme bzw. die zu berücksichtigenden Aspekte zur Anlagentechnik lassen sich folgendermaßen zusammenfassen::

- Das Zusammenwirken von Trockentrommel (Länge, Durchmesser, Beschau-felung), Brenner, Entstaubung und Exhaustor ist ggf. zu ändern.
- In Abhängigkeit vom Wassergehalt der Gesteinskörnungen kann sich die Leistung der Mischanlage deutlich reduzieren.
- Eine signifikante Reduzierung der Abgastemperatur bei Filtereintritt unterhalb des Taupunktes ist zu vermeiden.
- Bei einer Leistungsreduzierung der Mischanlage ist keine oder nur eine unwesentliche Reduzierung des Heizölverbrauches pro Tonne Mischgut zu erwarten.

Die Praxiserfahrungen des hier vorliegenden Forschungsvorhabens führen zu folgenden Empfehlungen bei Herstellung und Einbau temperaturabgesenkter Asphalte:

- 1) Asphalte, die eine weitgehend stetig gestufte Sieblinie (Asphaltbeton und Asphalttragschicht) und keine Grundbitumen mit hoher Viskosität haben, lassen sich mit den hier untersuchten Sonderbindemitteln oder mit Zeolith bei Mischguttemperatur von rd. 130 °C nach Verlassen des Mixers und günstigen äußeren Randbedingungen (Witterung und Transportweg) ohne besondere Anforderungen an das Verdichtungsgerät maschinell einbauen.
- 2) Liegt ein Mischgutkonzept mit geringen Bindemittelgehalten und ausfallkörniger Sieblinie, oder eine schlechte Witterung (Wind, Regen, Temperaturen unter 10 °C) vor, so sollte die Mischguttemperatur um 10 °C erhöht werden. Treten mehrere der vorgenannten Aspekte gleichzeitig auf, so kann eine Erhöhung um bis zu 20 °C notwendig sein.
- 3) Von den verfahrenstechnischen Ansätzen haben sich das ZGR-Verfahren und das Schaumbitumen-Heißmischverfahren als zielführend herausgestellt. Mit dem 2-Phasen-Mischverfahren konnte vielfach nicht die Mischgutqualität erreicht werden, die durch die anderen Verfahren erzielt wurden, obwohl auch hiermit keine schlechten Ergebnisse beim Einbau festgestellt wurden.
- 4) Offen ist, ob die mit Wasserdampf als Verdichtungshilfe arbeitenden Verfahren grundsätzlich etwas schlechtere Stabilitäten und Spaltzugfestigkeiten aufweisen, oder ob dieses Materialverhalten nach kurzer Liegezeit nicht mehr zu beobachten ist (analog einem Emulsionsmischgut).
- 5) Witterungsbedingt konnte für die als zielführend eingestuftten verfahrenstechnischen Maßnahmen (ZGR und Schaumbitumen-Heißmischgut) nicht eindeutig geklärt werden, ob die Effekte nur bei der Mischgutherstellung vorhanden sind, oder ob das „Einbauzeitfenster“ trotz abgesenkter Temperatur ähnlich groß ist, wie beispielsweise bei den Varianten mit den Sonderbindemitteln.
- 6) Die Erfahrungen bei Absenkung der Temperaturen eines Asphaltbetons ohne Zusätze oder verfahrenstechnische Maßnahmen deuten darauf hin, dass auch diese deutlich in der Temperatur abgesenkt werden könnten. Dabei sind aber auch die auf der Seite 32 aufgeführten Aspekte zur Anlagentechnik zu berücksichtigen.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Verfahren zum Absenken der Mischtemperatur und der Viskosität von Bitumen und/oder bitumengebundenen Baustoffmischungen, Forschungsbericht der Degussa Aktiengesellschaft, 1993, FA 93 113
- [2] Emissionsminderung – Aufbereitungsanlagen für Asphaltmischgut (Asphalt-Mischanlagen), VDI-Richtlinie 2283, 1998
- [3] Temperaturabsenkung bei der Herstellung von Asphalt durch das KGO-Verfahren, Forschungsbericht im Auftrage der DEUTAG GmbH & Co. KG, 1999
- [4] Verfahren zur Herstellung und Verarbeitung von Asphaltmischgut bei niedrigem Temperaturniveau, Forschungsbericht im Auftrage der DEUTAG GmbH & Co. KG, 1993
- [5] H. Gerhard: Beitrag der Asphaltindustrie zur Klimaverbesserung – Notwendige Maßnahmen zu CO₂-Absenkung -, Vortragsunterlagen
- [6] M. Gregori; P. Hödl; M. Khazai-Moghadam; M. Kostjak; H. Schindlbauer; E. Zirkler: Emissionen bei Asphalt heißrecycling in place, Forschungsbericht Nr.: 3068, Wien 1994
- [7] S. Huschek: Möglichkeiten zur Verringerung der Misch- und Einbautemperatur von Asphalt, AiF-Forschungsbericht Nr.: 8829
- [8] F. Rode: Asphalt Herstellung und –Einbau – heiß, warm oder kalt, Die Asphaltstraße 6/92
- [9] Temperaturabsenkung bei der Herstellung und Einbau von Asphaltbeton durch Verwendung von modifizierenden Zusätzen (Erprobungsstrecke), Forschungsbericht im Auftrage der Carl Ungewitter Trinidad Lake Asphalt, 1996

Anhang 1.1: Liste der in Stufe 1 erprobten Mischgutvarianten

Lfd.	Var.	Mischgutart	Mischart	T _{soil}	Anlageneinstellung	MPK's
4	1	Asphalttragschicht 0/22 CS	+ 30 % AG	110	Siebumgehung	28 bis 36
3	1	Asphalttragschicht 0/22 CS	+ 30 % AG	130	Siebumgehung	19 bis 27
2	1	Asphalttragschicht 0/22 CS	+ 30 % AG	150	Siebumgehung	10 bis 18
1	1	Asphalttragschicht 0/22 CS	+ 30 % AG	170	Siebumgehung	1 bis 9
10	2	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	110	Siebumgehung	37 bis 45
8	2	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	130	Siebumgehung	127 bis 135
7	2	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	150	Siebumgehung	118 bis 126
5	2	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	170	Siebumgehung	100 bis 108
9	3	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	110	Siebstraße	136 bis 144
11	3	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	130	Siebstraße	46 bis 54
6	3	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	150	Siebstraße	109 bis 117
12	3	Asphalttragschicht 0/22 CS	Standard	170	Siebstraße	55 bis 63
14	4	Asphaltbinder 0/16S	Standard	110	Siebstraße	154 bis 162
15	4	Asphaltbinder 0/16S	Standard	130	Siebstraße	163 bis 171
16	4	Asphaltbinder 0/16S	Standard	150	Siebstraße	172 bis 180
13	4	Asphaltbinder 0/16S	Standard	170	Siebstraße	145 bis 153
19	5	Asphaltbeton 0/11S	Standard	110	Siebstraße	82 bis 90
18	5	Asphaltbeton 0/11S	Standard	130	Siebstraße	73 bis 81
17	5	Asphaltbeton 0/11S	Standard	150	Siebstraße	64 bis 72
20	5	Asphaltbeton 0/11S	Standard	170	Siebstraße	91 bis 99
23	6	Asphaltbeton 0/11S	2-Phasen	110	Siebstraße	199 bis 207
22	6	Asphaltbeton 0/11S	2-Phasen	130	Siebstraße	190 bis 198
21	6	Asphaltbeton 0/11S	2-Phasen	150	Siebstraße	181 bis 189
25	7	Asphaltbinder 0/16S	KGO	110	Siebstraße	217 bis 225
24	7	Asphaltbinder 0/16S	KGO	130	Siebstraße	208 bis 216
26	7	Asphaltbinder 0/16S	KGO	150	Siebstraße	226 bis 234
29	8	Asphaltbeton 0/11S	KGO	110	Siebstraße	253 bis 261
28	8	Asphaltbeton 0/11S	KGO	130	Siebstraße	244 bis 252
27	8	Asphaltbeton 0/11S	KGO	150	Siebstraße	235 bis 243
30	9	Asphaltbinder 0/16S	2-Phasen	110	Siebstraße	262 bis 270
32	9	Asphaltbinder 0/16S	2-Phasen	130	Siebstraße	280 bis 288
31	9	Asphaltbinder 0/16S	2-Phasen	150	Siebstraße	271 bis 279
35	10	Asphaltbinder 0/16S	Standard	110	Siebstraße	307 bis 315
33	10	Asphaltbinder 0/16S	Standard	130	Siebstraße	289 bis 297
34	10	Asphaltbinder 0/16S	Standard	150	Siebstraße	298 bis 306
37	11	Asphaltbeton 0/11S	Standard	110	Siebstraße	325 bis 333
38	11	Asphaltbeton 0/11S	Standard	130	Siebstraße	334 bis 342
36	11	Asphaltbeton 0/11S	Standard	150	Siebstraße	316 bis 324
39	12	Asphalttragschicht 0/22 CS	Aspha-min	110	Siebstraße	343 bis 351
40	12	Asphalttragschicht 0/22 CS	Aspha-min	130	Siebstraße	352 bis 360
41	12	Asphalttragschicht 0/22 CS	Aspha-min	150	Siebstraße	361 bis 369

Anhang 1.2: Liste der in Stufe 1 erprobten Mischgutvarianten

Lfd.	Var.	Mischgutart	Mischart	T _{soll}	Anlageneinstellung	MPK's
42	13	Asphalttragschicht 0/22 CS	nasser S.	110	Siebstraße	370 bis 378
43	13	Asphalttragschicht 0/22 CS	nasser S.	130	Siebstraße	379 bis 387
44	13	Asphalttragschicht 0/22 CS	nasser S.	150	Siebstraße	388 bis 396
45	14	Asphalttragschicht 0/22 CS	Gips	110	Siebstraße	397 bis 405
46	14	Asphalttragschicht 0/22 CS	Gips	130	Siebstraße	406 bis 414
47	14	Asphalttragschicht 0/22 CS	Gips	150	Siebstraße	415 bis 423
48	15	Asphaltbinder 0/16 S	Mexph. 65S	110	Siebstraße	424 bis 432
49	15	Asphaltbinder 0/16 S	Mexph. 65S	130	Siebstraße	433 bis 441
50	15	Asphaltbinder 0/16 S	Mexph. 65S	150	Siebstraße	442 bis 450
51	16	Asphaltbeton 0/11 S	Mexph. 65S	110	Siebstraße	451 bis 459
52	16	Asphaltbeton 0/11 S	Mexph. 65S	130	Siebstraße	460 bis 468
53	16	Asphaltbeton 0/11 S	Mexph. 65S	150	Siebstraße	469 bis 477
54	17	Asphaltbinder 0/16 S	Nytemp	110	Siebstraße	478 bis 486
55	17	Asphaltbinder 0/16 S	Nytemp	130	Siebstraße	487 bis 495
56	17	Asphaltbinder 0/16 S	Nytemp	150	Siebstraße	496 bis 504
57	18	Asphaltbeton 0/11 S	Nytemp	110	Siebstraße	505 bis 513
58	18	Asphaltbeton 0/11 S	Nytemp	130	Siebstraße	514 bis 522
59	18	Asphaltbeton 0/11 S	Nytemp	150	Siebstraße	523 bis 531
60	19	Asphaltbeton 0/11 S	Schaum	150	Siebstraße	532 bis 540
61	19	Asphaltbeton 0/11 S	Schaum	130	Siebstraße	541 bis 549
62	19	Asphaltbeton 0/11 S	Schaum	110	Siebstraße	550 bis 558
63	20	Asphaltbinder 0/16 S	Schaum	110	Siebstraße	559 bis 567
64	20	Asphaltbinder 0/16 S	Schaum	130	Siebstraße	568 bis 576
65	20	Asphaltbinder 0/16 S	Schaum	150	Siebstraße	577 bis 585

Anhang 2.1: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 1)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	Mischgutt-temperatur		Raum-dichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
										°C	°C					
1	1			standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,357	8,8	2,0	-	-
1	2	X	1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,365	9,8	2,3	-	-
1	3		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,384	11,1	2,2	-	-
1	4		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,369	-	-	1,09	-
1	5		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,406	-	-	1,43	-
1	6		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,366	-	-	1,19	-
1	7		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,369	-	-	-	0,90
1	8		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,387	-	-	-	1,00
1	9		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	170	165	171	2,355	-	-	-	0,82
2	10	X	1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,332	10,0	2,6	-	-
2	11		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,353	9,2	2,8	-	-
2	12		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,339	9,6	2,6	-	-
2	13		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,358	-	-	0,89	-
2	14		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,373	-	-	0,91	-
2	15		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,378	-	-	1,12	-
2	16		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,368	-	-	-	0,83
2	17		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,383	-	-	-	0,98
2	18		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	150	149	150	2,384	-	-	-	0,74
3	19	X	1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,329	7,8	2,7	-	-
3	20		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,361	-	-	0,90	-
3	21		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,354	-	-	0,80	-
3	22		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,351	-	-	0,75	-
3	23		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,357	-	-	-	0,69
3	24		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,353	9,2	2,7	-	-
3	25		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,320	7,8	2,7	-	-
3	26		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,376	-	-	-	0,81
3	27		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	130	134	136	2,344	-	-	-	0,68
4	28	X	1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,346	10,8	2,5	-	-
4	29		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,342	-	-	0,82	-
4	30		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,331	9,7	2,5	-	-
4	31		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,338	-	-	1,07	-
4	32		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,366	-	-	1,09	-
4	33		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,336	-	-	-	0,89
4	34		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,341	-	-	-	0,93
4	35		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,349	-	-	-	0,94
4	36		1	standard	ATS 0/22 CS + 30 % AG	Kalkstein	50/70	-	110	113	115	2,331	10,7	2,0	-	-

Anhang 2.2: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 2)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgütart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur		Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit BSZ N/mm ²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ N/mm ²
										°C	°C				
5	100		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	8,8	2,3	-	-
5	101	X	2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	-	-	0,85	-
5	102		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	-	-	0,92	-
5	103		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	-	-	0,82	-
5	104		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	-	-	-	0,76
5	105		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	-	-	-	0,67
5	106		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	-	-	-	0,81
5	107		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	10,5	2,5	-	-
5	108		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	172	176	10,7	2,4	-	-
6	109		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	-	-	0,79	-
6	110		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	-	-	0,91	-
6	111		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	-	-	0,84	-
6	112		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	-	-	-	0,75
6	113		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	7,5	2,0	-	-
6	114		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	8,8	1,8	-	-
6	115		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	-	-	-	0,87
6	116		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	-	-	-	0,80
6	117		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	154	8,5	2,4	-	-
7	118		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	7,1	2,1	-	-
7	119	X	2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	8,7	1,9	-	-
7	120		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	-	-	0,97	-
7	121		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	-	-	1,02	-
7	122		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	-	-	0,96	-
7	123		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	-	-	-	0,80
7	124		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	-	-	-	0,76
7	125		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	-	-	-	0,63
7	126		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	150	152	156	8,7	2,1	-	-
8	127		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	-	-	1,06	-
8	128	X	2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	10,7	2,1	-	-
8	129		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	8,3	2,1	-	-
8	130		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	6,6	2,0	-	-
8	131		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	-	-	0,77	-
8	132		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	-	-	0,78	-
8	133		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	-	-	-	0,78
8	134		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	-	-	-	0,89
8	135		2	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	126	128	-	-	-	0,75

Anhang 2.3: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 3)

Lfd. Nr.	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgütert	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp.	G-Temperatur	Raumdichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit β SZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung β SZ
9	136	X	3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,333	8,0	1,8	-	-
9	137		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,313	6,5	2,3	-	-
9	138		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,327	-	-	0,71	-
9	139		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,337	-	-	0,81	-
9	140		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,327	-	-	0,86	-
9	141		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,347	-	-	-	0,88
9	142		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,322	7,3	1,8	-	-
9	143		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,328	-	-	-	0,80
9	144		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,328	-	-	-	0,80
10	37		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	108	2,315	-	-	0,99	-
10	38		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,312	8,8	2,0	-	-
10	39		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,309	-	-	0,98	-
10	40		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,292	7,5	2,0	-	-
10	41		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,294	7,5	2,0	-	-
10	42		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,297	-	-	0,96	-
10	43		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,294	-	-	-	0,90
10	44		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,303	-	-	-	0,93
10	45		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	110	109	2,350	-	-	-	1,03
11	46		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,301	9,2	2,4	-	-
11	47		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,362	-	-	0,83	-
11	48		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,307	-	-	0,77	-
11	49		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,327	6,0	2,2	-	-
11	50		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,349	11,1	2,0	-	-
11	51		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,346	-	-	1,02	-
11	52		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,342	-	-	-	0,87
11	53		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,349	-	-	-	0,92
11	54		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	130	129	2,356	-	-	-	0,12
12	55		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,373	6,4	2,3	-	-
12	56		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,351	10,0	2,4	-	-
12	57		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,360	-	-	0,80	-
12	58		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,353	-	-	1,01	-
12	59		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,355	8,0	2,0	-	-
12	60		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,346	-	-	0,87	-
12	61		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,357	-	-	-	0,92
12	62		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,380	-	-	-	0,89
12	63		3	standard	ATS 0/22 CS	Kalkstein	50/70	-	170	168	2,362	-	-	-	0,80

Anhang 2.4: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 4)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	IG-Temperatur °C		Raumdichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
										166	170					
13	145	X	4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,441	-	-	-	-
13	146		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,460	10,0	2,8	1,32	-
13	147		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,444	10,2	2,3	-	-
13	148		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,456	-	-	1,20	-
13	149		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,455	8,3	3,1	-	-
13	150		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,447	-	-	-	-
13	151		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,453	-	-	1,05	1,01
13	152		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,453	-	-	-	1,26
13	153		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	170	166	168	2,452	-	-	-	1,39
14	154	X	4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,381	8,3	2,7	-	-
14	155		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,423	-	-	0,99	-
14	156		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,409	8,6	2,6	-	-
14	157		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,443	10,7	3,0	-	-
14	158		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,446	-	-	1,36	-
14	159		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,442	-	-	1,14	0,74
14	160		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,336	-	-	-	0,91
14	161		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,437	-	-	-	1,22
14	162		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	123	124	2,447	-	-	-	-
15	163	X	4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,439	9,4	2,8	-	-
15	164		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,428	13,0	2,7	-	-
15	165		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,446	-	-	1,41	-
15	166		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,422	-	-	0,95	-
15	167		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,453	-	-	1,47	-
15	168		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,438	-	-	-	1,19
15	169		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,443	10,1	2,1	-	-
15	170		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,451	-	-	-	1,12
15	171		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	133	131	2,428	-	-	-	1,15
16	172	X	4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,447	6,0	2,2	-	-
16	173		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,438	10,6	2,6	-	-
16	174		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,434	-	-	1,21	-
16	175		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,424	-	-	1,09	-
16	176		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,428	-	-	0,96	-
16	177		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,445	-	-	-	0,96
16	178		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,430	-	-	-	1,16
16	179		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,454	-	-	-	1,21
16	180		4	standard	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	151	151	2,412	5,5	2,6	-	-

Anhang 2.5: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 5)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur °C		Räumdichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
17	64	X	5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,484	12,0	4,3	-	-
17	65		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,475	12,1	4,2	-	-
17	66		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,478	-	-	0,90	-
17	67		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,481	-	-	0,90	-
17	68		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,475	11,5	3,5	-	-
17	69		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,480	-	-	0,85	-
17	70		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,489	-	-	-	0,83
17	71		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,481	-	-	-	0,90
17	72		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	150	149	151	2,483	-	-	-	0,89
18	73	X	5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,488	-	-	0,81	-
18	74		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,479	-	-	0,89	-
18	75		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,486	-	-	0,80	-
18	76		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,480	-	-	-	0,80
18	77		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,483	-	-	-	0,89
18	78		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,482	-	-	-	0,79
18	79		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,473	8,7	4,2	-	-
18	80		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,470	10,1	4,5	-	-
18	81		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	130	133	133	2,477	9,6	4,2	-	-
19	82	X	5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,476	9,0	4,6	-	-
19	83		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,487	10,2	4,6	-	-
19	84		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,477	9,3	3,9	-	-
19	85		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,483	-	-	0,85	-
19	86		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,485	-	-	0,82	-
19	87		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,480	-	-	0,74	-
19	88		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,483	-	-	-	0,98
19	89		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,480	-	-	-	0,88
19	90		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	110	112	110	2,480	-	-	-	0,87
20	91	X	5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,486	-	-	0,93	-
20	92		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,491	-	-	0,86	-
20	93		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,489	11,9	4,6	-	-
20	94		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,494	-	-	0,89	-
20	95		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,494	-	-	-	1,19
20	96		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,488	-	-	-	0,97
20	97		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,493	-	-	-	0,92
20	98		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,488	11,2	4,0	-	-
20	99		5	standard	AB 0/11S	Diabas	50/70	-	170	170	169	2,489	12,0	4,9	-	-

Anhang 2.6: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 6)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgütert	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	Temp.		Raumdichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit BSZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ
									soil	G-Temperatur					
									°C	°C	g/cm³	kN	mm	N/mm²	N/mm²
21	181	X	6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,454	9,6	2,3		
21	182		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,450	9,5	2,9	0,78	
21	183		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,460	11,2	3,0	0,74	
21	184		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,456			0,83	
21	185		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,455				
21	186		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,471				
21	187		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,454				0,76
21	188		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,455				0,67
21	189		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	150	154	2,457				0,78
22	190	X	6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,434			0,73	
22	191		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,436			0,80	
22	192		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,437			0,85	
22	193		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,432	9,3	2,1		0,72
22	194		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,436				
22	195		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,438	10,2	2,0		
22	196		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,437				0,78
22	197		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,432				0,78
22	198		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	130	131	2,441	9,4	2,3		
23	199	X	6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,431			0,83	
23	200		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,437				
23	201		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,432	9,3	2,5	0,83	
23	202		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,425	9,7	2,2		
23	203		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,434			0,73	
23	204		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,438				0,65
23	205		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,428				0,71
23	206		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,439				0,75
23	207		6	2-Phasen	AB 0/11 S	Diabas	70/100	30/45	110	117	2,424	10,4	2,2		

Anhang 2.7: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 7)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgigart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	IG-Temperatur		Raumdichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit βSZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ
									soll Temp.	°C					
24	208	X	7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,440	11,2	2,1		
24	209		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,439			1,03	
24	210		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,451			1,07	
24	211		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,451				
24	212		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,438			0,96	
24	213		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,446				
24	214		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,446				
24	215		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,431				0,91
24	216		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	130	126	2,450				0,96
25	217	X	7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,439			0,79	
25	218		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,444			0,80	
25	219		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,440			0,85	
25	220		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,450				
25	221		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,459				
25	222		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,441			1,5	
25	223		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,438			2,5	
25	224		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,451			2,1	
25	225		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	110	116	2,449				0,62
26	226	X	7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,448			1,01	
26	227		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,453				
26	228		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,458			2,3	
26	229		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,449				
26	230		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,451			1,07	
26	231		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,450			1,30	
26	232		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,447				0,73
26	233		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,455				0,90
26	234		7	ZGR	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	-	150	154	2,445				0,98

Anhang 2.8: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 8)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur		Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm ²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm ²
										°C	°C				
27	235	X	8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	-	-	0,82	-
27	236		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	-	-	0,82	-
27	237		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	-	-	0,85	-
27	238		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	-	-	-	-
27	239		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	-	-	-	-
27	240		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	10,9	2,8	-	0,79
27	241		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	9,8	2,3	-	-
27	242		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	14,0	2,6	-	-
27	243		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	150	144	147	2,466	-	-	-
28	244	X	8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,484	-	-	-
28	245		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,473	3,5	0,86	-
28	246		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,456	-	0,84	-
28	247		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,478	-	0,72	-
28	248		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,468	3,2	-	-
28	249		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,466	-	-	0,82
28	250		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,485	-	-	0,82
28	251		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,467	-	-	0,79
28	252		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	130	126	128	2,460	3,3	-	-
29	253	X	8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,476	-	0,74	-
29	254		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,457	4	-	-
29	255		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,461	3,7	-	-
29	256		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,456	-	0,86	-
29	257		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,453	-	0,71	-
29	258		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,467	-	-	0,70
29	259		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,476	-	-	0,76
29	260		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,465	-	-	0,71
29	261		8	ZGR	AB 0/11 S	Diabas	50/70	-	110	110	113	2,451	3,6	-	-

Anhang 2.9: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 9)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bifümen 1	Bifümen 2	Temp.		Raumdichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung
									soil	°C					
30	262	X	9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,388	12,9	2,2		
30	263		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,395			0,99	
30	264		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,411			0,98	
30	265		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,390			0,87	
30	266		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,383	10,2	1,8		0,82
30	267		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,399				0,78
30	268		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,393	11,2	1,9		
30	269		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,386				
30	270		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	110	107	2,392				0,92
31	271	X	9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,386	10,4	2,0		
31	272		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,379	10,5	2,4		
31	273		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,394			0,80	
31	274		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,403			0,89	
31	275		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,413			0,87	
31	276		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,408				0,90
31	277		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,412				0,88
31	278		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,380	10,1	2,1		
31	279		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	150	146	2,406				0,84
32	280	X	9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,392			0,97	
32	281		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,377	11,1	1,8		
32	282		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,393			1,01	
32	283		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,387			0,91	
32	284		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,370	11,2	1,8		
32	285		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,382	12,1	2,0		
32	286		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,397				0,89
32	287		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,421				0,96
32	288		9	2-Phasen	ABi 0/16 S	Diabas	30/45	20/30	130	131	2,389				0,96

Anhang 2.10: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 10)

Lfdl. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgütert	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	TG-Temperatur °C		Raum-dichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
										°C	°C					
33	289	X	10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,499				
33	290		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,491	14,7	2,8	0,64	
33	291		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,505			0,71	
33	292		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,495			0,64	
33	293		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,512	13,0	3,0		0,71
33	294		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,509				0,65
33	295		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,496				0,61
33	296		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,491				
33	297		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	130	128	131	2,511	9,4	2,9		
34	298	X	10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,510			0,65	
34	299		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,501	14,7	3,4		
34	300		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,514	13,7	3,1		
34	301		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,500			0,72	
34	302		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,512			0,71	
34	303		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,519				0,68
34	304		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,508	15,0	3,2		
34	305		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,511				0,66
34	306		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	150	151	153	2,524				0,62
35	307	X	10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,489	11,4	2,9		
35	308		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,478			0,86	
35	309		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,488	11,2	2,6		
35	310		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,480			0,77	
35	311		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,480			0,83	
35	312		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,477				0,66
35	313		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,481				0,71
35	314		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,493	9,7	3,1		
35	315		10	standard	ABi 0/16 S	Diabas	Sübit	-	110	114	115	2,477				0,67

Anhang 2.11: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 11)

Lfd. Nr.	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur °C	Raum-dichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
36	316	X	II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,469				
36	317		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,481			0,83	
36	318		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,463	12,5	3,4	0,84	
36	319		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,483			0,8588776	
36	320		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,470				0,857047205
36	321		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,484				0,81
36	322		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,467				0,87
36	323		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,480	12,2	2,7		
36	324		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	150	146	2,486	10,0	2,4		
37	325	X	II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,456			0,76	
37	326		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,466			0,79	
37	327		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,458	10,2	3		
37	328		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,449	11,7	3,1		
37	329		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,440			0,8142759	
37	330		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,459				0,75
37	331		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,458				0,80
37	332		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,454	14,6	3,8		
37	333		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	110	114	2,442				0,767435831
38	334	X	II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,446			0,74	
38	335		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,466	9,9	2,4		
38	336		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,441			0,69	
38	337		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,452			0,84	
38	338		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,445				0,61
38	339		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,460				0,66
38	340		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,453	10,4	2,7		
38	341		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,454	10,0	3		
38	342		II	standard	AB 0/11 S	Diabas	Subit	-	130	131	2,466				0,63

Anhang 2.12: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 12)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Vau-ante	Mischart	Mischguttart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur		Stabilität kN	Fließwert min	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
										°C	°C				
39	343	X	12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,348			
39	344		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,355		0,59	
39	345		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,355		0,50	
39	346		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,359		0,48	
39	347		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,337			0,39
39	348		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,319	2		0,39
39	349		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,345			
39	350		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,335	2,9		
39	351		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	113	2,307	2,5		0,43
40	352		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,362		0,72	
40	353	X	12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,349		0,69	
40	354		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,336	2,4		
40	355		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,339		0,68	
40	356		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,332			
40	357		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,353	2,7		
40	358		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,356			0,63
40	359		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,367			0,77
40	360		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	131	133	2,355	2,6		0,56
41	361	X	12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,377		0,66	
41	362		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,354		0,58	
41	363		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,359		0,58	
41	364		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,358	3,4		
41	365		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,346			0,55
41	366		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,364	2,1		
41	367		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,349			0,48
41	368		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,355	2,2		
41	369		12	Aspha-min	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	154	156	2,349			0,58

Anhang 2.13: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 13)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen I	Bitumen 2	Temp. soll	G-Temperatur	Raum-dichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit BSZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ
									°C	°C	g/cm ³	kN	mm	N/mm ²	N/mm ²
42	370	X	13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,366			0,52	
42	371		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,356			0,41	
42	372		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,356			1,14	
42	373		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,322	5,9	2,2		
42	374		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,358				0,36
42	375		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,359				0,24
42	376		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,334	5,8	2,2		
42	377		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,340	4,9	2,2		
42	378		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	109	2,350				0,38
43	379	X	13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,298			0,83	
43	380		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,364			0,86	
43	381		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,302			0,80	
43	382		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,302				0,78
43	383		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,294	8,9	2,2		
43	384		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,293	8,8	2,1		
43	385		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,294				0,48
43	386		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,299				0,66
43	387		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	130	2,266	8,6	2		
44	388	X	13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,344			0,81	
44	389		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,391			0,88	
44	390		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,343	8,5	2,5		
44	391		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,383			0,87	
44	392		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,377				0,80
44	393		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,371				0,77
44	394		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,322	9,2	2,2		
44	395		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,361	10,0	2,2		
44	396		13	nasser Sand	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	2,305				0,80

Anhang 2.14: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 14)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgutart	Gesteinskörnung	Bitumen I	Bitumen 2	soll Temp. °C	IG-Temperatur		Raum-dichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
										°C	°C					
45	397	X	14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,333				
45	398		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,328			0,81	
45	399		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,306		2,4	0,67	
45	400		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,322			0,81	
45	401		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,311		2,3		
45	402		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,307				0,68
45	403		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,296		2,0		
45	404		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,320				0,70
45	405		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	110	121	121	2,327				0,70
46	406	X	14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,355			0,65	
46	407		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,368			0,67	
46	408		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,305		2,1		
46	409		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,337			0,72	
46	410		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,359				0,70
46	411		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,375				0,63
46	412		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,322		2,7		
46	413		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,312		2,7		
46	414		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	130	133	133	2,350				0,54
47	415	X	14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,349		2,2		
47	416		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,405			0,88	
47	417		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,360			0,54	
47	418		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,403			0,84	
47	419		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,409				0,97
47	420		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,367				0,66
47	421		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,377		2,5		
47	422		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,385		7,1		
47	423		14	Gips	ATS 0/22 CS		50/70	-	150	150	152	2,391		10,6		

Anhang 2.15: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 15)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgrühtart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	sol. Temp.	G-Temperatur		Raumdichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit BSZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ
										°C	°C					
48	424	X	15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,478	9,7	2,2		
48	425		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,480			0,86	
48	426		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,496			0,76	
48	427		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,499				
48	428		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,479			0,65	
48	429		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,504				0,54
48	430		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,480				0,58
48	431		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,495				
48	432		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,501				0,60
49	433	X	15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,498			0,87	
49	434		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,491			0,91	
49	435		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,492			0,94	
49	436		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,499				
49	437		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,512			13,3	0,83
49	438		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,497			10,1	
49	439		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,501				0,75
49	440		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,509				0,72
49	441		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	130	134	135	2,508			8,8	
50	442	X	15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,504			0,87	
50	443		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,513			0,99	
50	444		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,520			0,82	
50	445		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,511				0,70
50	446		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,510				0,72
50	447		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,501				0,68
50	448		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,511			8,2	
50	449		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,519			5,7	
50	450		15	standard	ABi 0/16 S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,498			8,8	

Anhang 2.16: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 16)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischguttart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	TG-Temperatur		Raumdichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit BSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ N/mm²
										°C	°C					
51	451	X	16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,505			0,73	
51	452		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,503			0,91	
51	453		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,503			0,79	
51	454		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,490	12,5	3,6		
51	455		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,498	12,5	4,1		0,75
51	456		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,490	12,5	4,1		0,73
51	457		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,501	12,4	4,0		0,79
51	458		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,472	12,4	4,0		0,79
51	459		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	110	111	113	2,502	13,9	4,6		0,79
52	460	X	16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,519			0,78	
52	461		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,519			0,65	
52	462		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,508			0,71	
52	463		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,511				
52	464		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,504			0,73	
52	465		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,504			0,75	
52	466		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,504			0,77	
52	467		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,517	12,5	4,4		
52	468		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	130	131	132	2,518	13,7	4,9		
53	469	X	16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,501			0,80	
53	470		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,504			0,76	
53	471		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,501			0,87	
53	472		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,510				
53	473		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,508	13,3	4,5		0,83
53	474		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,516				
53	475		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,518	12,2	5,0		0,73
53	476		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,512	10,5	4,4		0,75
53	477		16	standard	AB 0/11S		Mexphalt 65S	-	150	153	153	2,508				

Anhang 2.17: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 17)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischguttart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	Temp.		Raumdichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit BSZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserslagerung BSZ
									soil	°C					
54	478	X	17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,476				
54	479		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,495	11,0	2,5	0,79	
54	480		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,485	12,0	2,5		
54	481		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,494	12,9	3,0		
54	482		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,455			0,58	
54	483		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,459			0,55	
54	484		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,461				0,70
54	485		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,470				0,80
54	486		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	110	115	2,451				0,83
55	487	X	17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,486				
55	488		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,446	9,8	2,7	0,73	
55	489		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,467			0,82	
55	490		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,456	8,9	3,9		
55	491		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,451	9,9	1,9		
55	492		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,476			0,86	
55	493		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,469				0,80
55	494		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,474				0,70
55	495		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	130	130	2,458				0,59
56	496	X	17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,476				
56	497		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,452	11,0	2,7	0,71	
56	498		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,469			0,88	
56	499		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,451	10,3	3,1		
56	500		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,494			0,89	
56	501		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,488				0,77
56	502		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,476				0,84
56	503		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,460	11,7	3,6		
56	504		17	standard	ABi 0/16 S		SMB 45	-	150	144	2,500				0,87

Anhang 2.18: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 18)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischguttart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	Temp. soll	G-Temperatur	Raum-dichte	Stabilität	Fließwert	Spaltzugfestigkeit BSZ	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ
									°C	°C	g/cm ³	kN	mm	N/mm ²	N/mm ²
57	505	X	18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,501			0,70	
57	506		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,507			0,65	
57	507		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,482	11,0	3,2		
57	508		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,495			0,78	
57	509		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,485				0,61
57	510		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,484				0,67
57	511		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,441	8,2	3,3		
57	512		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,474	10,6	3,4		
57	513		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	110	111	2,502				0,65
58	514	X	18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,516			0,65	
58	515		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,512			0,69	
58	516		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,511			0,73	
58	517		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,504				0,67
58	518		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,487	11,8	4,0		
58	519		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,487				0,60
58	520		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,486	10,6	3,4		
58	521		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,496				0,71
58	522		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	130	128	2,474	10,6	3,2		
59	523	X	18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,509			0,60	
59	524		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,518			0,58	
59	525		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,511			0,58	
59	526		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,489	11,6	4,3		
59	527		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,499	11,3	4,4		
59	528		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,496	11,0	4,1		
59	529		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,507				0,63
59	530		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,504				0,58
59	531		18	standard	AB 0/11S		SMB 45	-	150	147	2,500				0,51

Anhang 2.19: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 19)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgütart	Gesteinskörnung	Bitumen 1	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur °C		Raumdichte g/cm³	Stabilität kN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit βSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung βSZ N/mm²
										147	147					
60	532	X	19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,479	7,4	3,4		
60	533		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,483	8,8	3,0	0,68	
60	534		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,462	9,4	3,0	0,74	
60	535		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,462			0,75	
60	536		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,454				0,67
60	537		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,472				0,65
60	538		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,465				0,73
60	539		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,472				
60	540		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	150	147	147	2,466				
61	541	X	19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,479	7,8	3,5		
61	542		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,483	9,5	3,7		
61	543		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,462	9,0	3,4		
61	544		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,462			0,62	
61	545		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,454			0,65	
61	546		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,472			0,65	
61	547		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,465				0,61
61	548		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,472				0,60
61	549		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	130	131	129	2,466				0,60
62	550	X	19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,479	7,0	4,3		
62	551		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,457	7,4	3,7		
62	552		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,435	8,0	4,2		
62	553		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,435			0,66	
62	554		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,450			0,65	
62	555		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,461			0,68	
62	556		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,468				0,63
62	557		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,466				0,58
62	558		19	Schaum	AB 0/11S		50/70	-	110	110	109	2,469				0,65

Anhang 2.20: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 20)

Lfd. Nr.:	MPK	MG-Untersuchung	Variante	Mischart	Mischgüteart	Gesteinskörnung	Bitumen I	Bitumen 2	soll Temp. °C	G-Temperatur		Raumdichte g/cm³	Stabilität KN	Fließwert mm	Spaltzugfestigkeit BSZ N/mm²	Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung BSZ N/mm²
										°C	°C					
63	559	X	20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,451	8,8	2,0		
63	560		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,456	8,8	2,1		
63	561		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,460	6,8	2,2		
63	562		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,461			0,97	
63	563		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,456			1,04	
63	564		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,466			1,02	
63	565		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,460			0,86	
63	566		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,457			0,90	
63	567		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	110	112	108	2,450			0,96	
64	568	X	20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,465	6,2	2,4		
64	569		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,466	6,4	2,4		
64	570		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,471	5,6	3,0		
64	571		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,459			1,02	
64	572		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,460			0,94	
64	573		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,458			0,96	
64	574		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,475			0,92	
64	575		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,455			0,86	
64	576		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	130	130	129	2,460			0,90	
65	577	X	20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,458	5,6	2,6		
65	578		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,461	4,6	2,3		
65	579		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,461	6,4	2,6		
65	580		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,466			1,02	
65	581		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,459			1,03	
65	582		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,470			0,92	
65	583		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,473			0,99	
65	584		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,475			0,96	
65	585		20	Schaum	ABi 0/16 S		30/45	-	150	152	149	2,472			0,99	

Anhang 3.1: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 1 (V 1 bis 16)

Mischgutkontrollprüfungen "Praxiserprobung Stufe 1" (Proben 1 - 16)

Siebdurchmesser	Einheit	Asphalttragschicht 0/22 CS Siebumgehung				Asphalttragschicht 0/22 CS Siebumgehung				Asphalttragschicht 0/22 CS Siebstraße				Asphaltbinder 0/16S Siebstraße			
		170°C	150°C	130°C	110°C	170°C	150°C	130°C	110°C	170°C	150°C	130°C	110°C	170°C	150°C	130°C	110°C
		1	2	3	4	5	7	8	10	12	6	11	9	13	16	15	14
22,2	M.-%	5,2	4,1	3,2	-	1,6	3,4	0,9	1,7	-	1,4	1,2	1,9	-	-	-	-
16,2	M.-%	21,1	17,8	18,5	14,4	14,0	17,0	18,0	20,8	20,4	23,9	21,2	23,8	1,9	0,7	2,5	2,7
11,2	M.-%	20,4	17,9	16,9	12,1	14,3	13,8	10,4	12,8	19,8	16,9	14,1	15,6	33,2	35,4	33,2	35,3
8,0	M.-%	16,6	13,3	12,1	11,0	14,2	11,0	13,0	12,8	14,2	11,7	13,3	10,7	16,4	14,5	15,2	12,2
5,0	M.-%	6,3	6,2	6,8	7,1	7,9	8,7	8,1	8,1	8,2	6,6	8,2	7,2	12,3	10,3	10,8	10,6
2,0	M.-%	7,3	8,1	8,2	10,6	11,4	13,7	11,6	10,8	10,7	9,0	12,1	11,1	8,7	9,5	8,8	9,1
0,71	M.-%	6,6	10,1	9,1	13,5	11,3	12,4	11,3	9,9	11,1	8,8	11,9	9,9	11,2	11,1	9,5	10,2
0,25	M.-%	5,6	10,8	11,6	15,9	14,0	10,6	14,4	11,2	8,5	10,7	9,0	9,2	7,7	7,8	8,2	8,0
0,09	M.-%	3,7	4,6	6,4	8,1	6,3	4,6	6,3	6,3	2,6	5,2	3,7	5,6	3,6	4,7	5,4	5,3
Füller <0,09	M.-%	7,2	7,1	7,2	7,3	5,0	4,8	6,0	5,6	4,5	5,8	5,3	5,0	5,0	6,0	6,4	6,6
Spfitt	M.-%	76,9	67,4	65,7	55,2	63,4	67,6	62,0	67,0	73,3	69,5	70,1	71,2	72,5	70,4	70,5	69,9
Sand	M.-%	15,9	25,5	27,1	37,5	31,6	27,6	32,0	27,4	22,2	24,7	24,6	23,8	22,5	23,6	23,1	23,5
Bindemittelgehalt	M.-%	3,9	4,0	3,8	4,1	3,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,9	4,2	3,9	4,7	4,5	4,0	4,5
Rohdichte	g/cm ³	2,550	2,548	2,541	2,516	2,532	2,523	2,516	2,515	2,537	2,519	2,503	2,533	2,632	2,612	2,626	2,619
Erweichungspunkt R.u.I °C		61,0	60,0	60,5	61,0	59,5	58,5	57,0	57,0	58,0	60,5	55,0	54,0	60,0	59,0	60,0	59,0

Anhang 3.3: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 33-41)

Mischgutkontrollprüfungen "Praxiserprobung Stufe 1" (Proben 33 - 41)

Siebdurchmesser	Einheit	Asphaltbinder 0/16S Sübit VR			Asphaltbeton 0/11 S Sübit VR			Asphalttragschicht 0/22 S Aspha-min		
		150°C	130°C	110°C	150°C	130°C	110°C	150°C	130°C	110°C
22,2	M.-%	34	33	35	36	38	37	41	40	39
16,2	M.-%	4,3	2,5	0,9	4,2	1,5	2,1	1,5	1,0	2,4
11,2	M.-%	28,2	28,8	23,4	22,6	23,5	23,1	18,7	33,9	32,6
8,0	M.-%	12,2	12,8	18,5	14,0	14,4	14,3	20,6	19,5	16,5
5,0	M.-%	11,7	11,2	11,5	18,7	19,9	15,9	13,0	13,0	9,4
2,0	M.-%	11,2	11,1	11,6	17,2	15,6	15,3	3,0	3,0	2,2
0,71	M.-%	12,7	13,3	12,8	9,9	11,6	12,3	7,5	4,4	4,4
0,25	M.-%	9,3	9,9	8,7	4,0	4,6	6,3	16,7	11,4	14,0
0,09	M.-%	4,3	4,0	4,7	4,0	4,6	6,3	8,9	4,8	8,5
Füller <0,09	M.-%	6,1	6,4	7,9	9,4	8,9	10,7	3,6	2,7	3,9
Splitt	M.-%	67,6	66,4	65,9	59,5	59,3	55,4	64,3	74,8	67,5
Sand	M.-%	26,3	27,2	26,2	31,1	31,8	33,9	29,2	18,9	26,4
Bindemittelgehalt	M.-%	4,5	4,6	4,8	6,4	6,0	6,1	4,2	3,9	4,0
Rohdichte	g/cm³	2,685	2,678	2,669	2,564	2,559	2,566	2,524	2,547	2,544
Erweichungspunkt R.u.1°C		84,6	78,2	80,0	80,0	82,2	81,2	54,0	53,6	64,0

Anhang 3.4: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 42-50)

Mischgutkontrollprüfungen "Praxiserprobung Stufe 1" (Proben 42 - 50)

Siebdurchmesser	Einheit	Asphalttragschicht 0/22 S nasser Sand			Asphalttragschicht 0/22 S Gips			Asphaltbinder 0/16 S Mexphalte 65 S		
		110°C	130°C	150°C	110°C	130°C	150°C	110°C	130°C	150°C
22,2	M.-%	1,6	2,4	3,3	1,3	1,9	1,7	4,4	7,5	5,5
16,2	M.-%	23,0	25,3	27,5	21,3	30,2	25,6	4,4	7,5	5,5
11,2	M.-%	34,1	22,1	17,7	21,4	23,0	23,9	32,1	28,8	31,7
8,0	M.-%	10,5	11,7	12,5	11,7	6,7	12,4	12,4	12,2	12,4
5,0	M.-%	3,2	2,7	4,3	5,2	2,7	3,5	10,1	9,4	9,5
2,0	M.-%	2,5	3,4	2,8	3,4	2,6	2,7	9,4	9,5	10,6
0,71	M.-%	7,1	12,4	11,9	13,5	12,6	11,7	11,7	12,9	13,9
0,25	M.-%	5,1	8,1	7,8	9,4	8,8	8,6	8,8	9,3	8,1
0,09	M.-%	4,0	4,5	4,7	5,6	4,8	4,3	5,0	4,6	3,0
Füller <0,09	M.-%	8,9	7,4	7,5	7,2	6,7	6,1	6,1	5,8	5,3
Spfitt	M.-%	74,9	67,6	68,1	64,3	67,1	69,3	68,4	67,4	69,7
Sand	M.-%	16,2	25,0	24,4	28,5	26,2	24,6	25,5	26,8	25,0
Bindemittelgehalt	M.-%	4,1	3,8	3,9	4,2	3,9	4,3	4,1	3,9	4,2
Rohdichte	g/cm³	2,539	2,572	2,550	2,546	2,544	2,560	2,685	2,701	2,679
Erweichungspunkt R.u.1°C		55,0	52,8	51,8	53,6	52,6	53,2	57,0	59,2	56,2

Anhang 3.6: Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Stufe 1 (V 60-65)

Mischgutkontrollprüfungen "Praxiserprobung Stufe 1" (Proben 60 - 65)

Siebdurchmesser	Einheit	Asphaltbeton 0/11 S Schaumbitumen			Asphaltbinder 0/16 S Schaumbitumen		
		150°C 60	130°C 61	110°C 62	110°C 63	130°C 64	150°C 65
22,2	M.-%				4,6	5,4	5,1
16,2	M.-%	4,0	3,5	3,3	30,9	31,2	2,8
11,2	M.-%	15,6	16,4	16,9	15,0	14,3	11,7
8,0	M.-%	14,5	19,7	16,3	13,3	13,0	16,1
5,0	M.-%	19,0	14,5	16,0	9,2	8,5	11,4
2,0	M.-%	16,8	14,4	16,0	8,6	9,3	13,0
0,71	M.-%	15,4	14,8	15,2	9,6	9,1	10,0
0,25	M.-%	6,1	6,7	6,3	3,4	4,1	3,5
0,09	M.-%	8,6	10,0	10,0	5,4	5,1	5,4
Füller <0,09	M.-%						
Splitt	M.-%	53,1	54,1	52,5	73,0	72,4	68,1
Sand	M.-%	38,3	30,9	37,5	21,6	22,5	26,5
Bindemittelgehalt	M.-%	6,0	6,3	6,3	4,1	4,0	4,4
Rohdichte	g/cm³	2,572	2,559	2,561	2,637	2,637	2,622
Erweichungspunkt R.u.f °C		57,6	56,6	55,2	58,8	57,6	59,2

Anhang 4.1: Einbaudaten „Versuchsstrecke K 5“, Referenzmischgut und Sonderbindemittel Nytemp

**Asphaltbeton 0/11 mm S
mit Bitumen 50/70 (Referenz)**

Baukilometer		LKW	Ver- wiegung MA	Einbauzeit		Temperaturen	
von km	bis km	Kennzeichen	Uhrzeit	von	bis	MA	Einbau
0,000	0,050	BOR – WD 17	07:09	08:10	08:33	170 °C	161 °C
0,050	0,098	BOR – TT 190	07:40	08:35	08:44		163 °C
0,098	0,157	BOR – TT 203	07:45	08:45	08:56		168 °C
0,157	0,208	BOR – TT 201	07:53	08:57	09:07		161 °C
0,208	0,250	BOR – TT 45	08:03	09:09	09:22	175 °C	167 °C
0,250	0,325	BOR – WD 17	08:59	09:37	10:04		163 °C
0,325	0,375	BOR – TT 190	09:16	10:08	10:16		165 °C
0,375	0,430	BOR – TT 203	09:28	10:18	10:28		167 °C
0,430	0,490	BOR – TT 201	09:32	10:30	10:40		162 °C
0,490	0,550	BOR – TT 45	09:46	10:42	10:52		174 °C
0,550	0,575	BOR – WD 17	10:28	10:59	11:03		172 °C

Länge des Streckenabschnittes = 575 Meter

Gesamttonnage = 294,20

Bemerkung: Es wurde von Station 0,250 bis Station 0,310 (Unterführung der Autobahn) einbahnig eingebaut (FR Haltern).

**Asphaltbeton 0/11 mm S
mit Nytemp**

Baukilometer		LKW	Ver- wiegung MA	Einbauzeit		Temperaturen	
von km	bis km	Kennzeichen	Uhrzeit	von	bis	MA	Einbau
0,575	0,615	BOR – TT 190	10:49	11:16	11:23	140 °C	157 °C
0,615	0,660	BOR – TT 203	10:52	11:25	11:33	139 °C	145 °C
0,660	0,710	BOR – TT 201	11:06	11:40	11:46	139 °C	145 °C
0,710	0,760	BOR – TT 45	11:18	11:47	11:54	130 °C	135 °C
0,760	0,830	BOR – WD 17	11:31	12:00	12:08	131 °C	132 °C
0,830	0,870	BOR – TT 190	11:51	12:16	12:28	129 °C	129 °C
0,870	0,908	BOR – TT 203	12:03	12:31	12:38	134 °C	128 °C
0,908	0,962	BOR – TT 201	12:12	12:47	12:54	134 °C	131 °C
0,962	1,018	BOR – TT 45	12:22	12:57	13:04	131 °C	130 °C
1,018	1,065	BOR – WD 17	12:35	13:06	13:14	134 °C	131 °C
1,065	1,115	BOR – TT 152	12:47	13:21	13:30	135 °C	127 °C
1,115	1,185	BOR – TT 190	13:13	13:42	13:51	129 °C	129 °C

Länge des Streckenabschnittes = 610 Meter

Gesamttonnage = 340,55

Anhang 4.2: Einbaudaten „Versuchsstrecke K 5“, Sonderbindemittel
Mexphalte 65 S

**Asphaltbeton 0/11 mm S
mit Mexphalt 65S**

Baukilometer		LKW	Ver- wiegung MA	Einbauzeit		Temperaturen	
von km	bis km	Kennzeichen	Uhrzeit	von	bis	MA	Einbau
1,185	1,245	BOR – TT 203	13:08	13:53	14:00	126 °C	125 °C
1,245	1,295	BOR – HK 642	13:23	14:02	14:08	130 °C	130 °C
1,295	1,335	BOR – TT 201	13:31	14:12	14:18	137 °C	131 °C
1,335	1,385	BOR – TT 45	13:38	14:21	14:27	138 °C	131 °C
1,385	1,415	BOR – WD 17	13:43	14:29	14:34	133 °C	131 °C
1,415	1,453	BOR – TT 152	14:04	14:37	14:42	139 °C	132 °C
1,453	1,495	BOR – TT 115	14:23	14:49	14:54	141 °C	136 °C
1,495	1,525	DO – JW 130	14:20	14:56	15:01	136 °C	133 °C
1,525	1,560	BOR – TT 203	14:28	15:03	15:09	136 °C	134 °C
1,560	1,595	BOR – HK 642	14:31	15:11	15:16	140 °C	133 °C
1,595	1,645	BOR – TT 201	14:41	15:18	15:25	140 °C	131 °C
1,645	1,700	BOR – TT 45	14:51	15:28	15:35	134 °C	131 °C

Länge des Streckenabschnittes = 515 Meter

Gesamttonnage = 333,80

**Asphaltbeton 0/11 mm S
mit Sübit**

Baukilometer		LKW	Ver- wiegung MA	Einbauzeit		Temperaturen	
von km	bis km	Kennzeichen	Uhrzeit	von	bis	MA	Einbau
1,700	1,750	BOR – WD 17	14:57	15:38	15:45	134 °C	125 °C
1,750	1,805	BOR – TT 152	15:05	15:48	15:52	134 °C	130 °C
1,805	1,870	BOR – TT 190	15:17	16:00	16:06	130 °C	125 °C
1,870	1,920	DO – JW 130	15:34	16:07	16:15	139 °C	142 °C
1,920	1,975	BOR – TT 203	15:37	16:18	16:26	136 °C	135 °C
1,975	2,040	BOR – HK 642	15:50	16:29	16:36	136 °C	131 °C
2,040	2,095	BOR – TT 201	16:00	16:39	16:45	132 °C	128 °C
2,095	2,160	BOR – TT 45	16:14	16:51	16:59	135 °C	131 °C
2,160	2,220	BOR – WD 17	16:28	17:04	17:11	140 °C	134 °C
2,220	2,269	BOR – TT 152	16:40	17:15	17:30	142 °C	140 °C

Länge des Streckenabschnittes = 569 Meter

Gesamttonnage = 297,40

Anhang 4.3: Einbaudaten „L 463 n“, 1. Bauabschnitt, 1. September 2004

Kfz - Kennzeichen	Asphalttragschicht ohne Granulat (Referenz)			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke		
	8:35		170	Fahrtrichtung Voerde
OB-SB 136	8:55		173	
HSK-H 5844	8:55		170	zu dick eingebaut, mit Bagger Mischgut wieder abgetragen
BOR – F 3004	9:20		173	
HSK – H 5849	9:30		170	
	9:40			Ende des Einbaues
OB – IX 1	10:10		167	Fahrtrichtung Friedrichsfeld
BOR – D 2175	10:20		168	
KLE – VS 181	10:30		170	
HSK – H 5844	10:40		170	
OB – SB 136	10:50		171	
HSK – H 5849	11:00		169	
BOR – F 3004	11:15		172	
Wetter: trocken, sonnig, bis 20 °C				

Kfz - Kennzeichen	Asphaltbinderschicht 0/22 mm S			Bemerkungen	
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke			Temperatur °C hinter Bohle
BOR – F 3004	15:00		170	168	Fahrtrichtung Voerde Lkw hatte längere Standzeit
HSK – H 5849	15:20		182	178	
OB – IX 1	15:25		184	179	
HSK – H 5844	15:30		177	175	
OB – SB 136	15:40		178	175	
BOR – D 2175	15:50		179	177	
-	16:00		183	178	Ende der Tagesleistung

Anhang 4.4: Einbaudaten „L 463 n“, 1. Bauabschnitt, 2. September 2004

Kfz - Kennzeichen	Asphaltbinderschicht 0/22 mm S (Referenz)			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke	Temperatur °C Hinter Bohle	
BOR – WD 128	9:00	162	160	Fahrtrichtung Voerde
BOR – WD 220	9:35	140	134	
BOR – TT 257	10:05	153	150	
BOR – HK 628	10:15	149	148	
BOR – TT 101	10:25	147	145	
	10:30			
BOR – LN 810	11:10	162	160	
BOR – TT 45	11:20	158	154	
BOR – WD 220	11:40	160	158	
BOR – WD 128	11:50	157	154	
-	12:20	155	151	
-	12:30			Ende der Tagesleistung
Wetter: trocken, sonnig, kleine Bewölkung, 23 bis 26 °C				

Anhang 4.5: Einbaudaten „L 463 n“, 2. Bauabschnitt, 22. September 2004

Kfz - Kennzeichen	Asphalttragschicht 0/22 mm CS, Hydrokonfektor			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke	Temperatur °C Hinter Bohle / Fertiger	
-	7:30			
BOR - TT 410	8:10	142	142	
-	8:20			136 ° C 1. Walzgang
BOR - WD 17	8:25	156	147	146 ° C 1. Walzgang
BOR - WD 113	8:35	142	141	140 ° C 1. Walzgang
BOR - WD 220	8:55		150	
BOR - TT 102	9:05	151	146	
-	9:15	153	153	
BOR - TT 240	9:35	146	126	Beginn Einbau; Füllung Kübel mit Radlader (Hochspannungsleitung)
-	9:45			
Wetter: Regen, stürmisch, 9 °C				

Anhang 4.6: Einbaudaten „L 463 n“, 2. Bauabschnitt. 27. September 2004

Kfz - Kennzeichen	Asphalttragschicht 0/22 mm CS, Hydrokonfektor			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke		
-				3 Sattel mit Hydrokonfektor ATS
BOR - WD 220	8:15	142	137	134
BOR - WD 113	8:25	137	136	134
BOR - TT 410	9:10	158	157	141
BOR - TT 45	9:25	142	145	139
				letzter Sattel mit Hydrokonfektor
	Asphalttragschicht 0/22 mm CS mit Asphaltgranulat			
BOR - TT 135	10:30	138	137	131
BOR - TT 116	10:45	151	153	(min.)126 Rand (max)146
BOR - BJ 355	11:10	153	151	148
BOR - WD 43	12:25	163	161	156
BOR - TT 195		161		
				Handeinbau Rampe Nord; Kübel - Radlader 161 °C
Wetter: Regen, 14 °C				

Kfz - Kennzeichen	Asphaltbinderschicht 0/22 mm S, 2-Phasen			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke		
-				FR Voerde
BOR - TT 201	14:30	178	177	169
BOR - BJ 355	14:45	171	168	161
BOR - BJ 188	15:00	171	169	161
BOR - WD 220	15:10	168	169	159
BOR - WD 43	15:20	163	161	156
BOR - TT 45	16:00	163	163	159
BOR - TT 190	16:30	159	158	151
				30 min. Handeinbau; direkt in Radlader- schaufel Temperatur um 16:10, 162 °C

Anhang 4.7: Einbaudaten „L 463 n“, 3. Bauabschnitt, 27. Oktober 2004

Kfz - Kennzeichen	Asphalttragschicht 0/22 mm CS, Zeolith			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke	Temperatur °C hinter Bohle	
-				
BOR – WD 46	8.20	151	145	
BOR – UV 310	8:40		146	139
VIE – KB 310	8:45	152	146	144
				nach 45 min. letzter Walzgang 97 °C
BOR – WD 43	8:55	153	151	146
BOR – TT 190	9:10	156	155	151
E – CS 820	9:20	138	136	132
BOR – 116	9:30	153	155	152
WES – HV 138	9:45	153	155	151
BOR – WD 46	10:00	141	139	138
BOR – UV 999	10:15	146	146	146
BOR – WD 113	10:25	151	149	149

Wetter: sonnig, Luft 4 °C, Unterlage 3,5 °C (Beginn), 13 °C Luft (max.)

Kfz - Kennzeichen	Asphalttragschicht 0/22 mm CS, Zeolith			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke	Temperatur °C hinter Bohle	
-				2. Einbaustreifen, Beginn 11:40
WES – HV 138	11:40	150	148	146
VIE – KB 204	11:50	156	155	151
BOR – WD 17	11:55	149	149	148
BOR – UV 310	12:05	176	176	174
BOR – UV 999	12:30	177	176	176
BOR – TT 190	12:45	174	178	177

Kfz - Kennzeichen	Asphaltbinderschicht 0/22 mm S, KGO-Verfahren			Bemerkungen
	Uhrzeit	Temperatur °C Kübel / Schnecke	Temperatur °C hinter Bohle	
-				
VIE – KB 204	13 :50	176	184	181
BOR – WD 17	14:00	147	142	142
BOR – UV 310	14:30	147	151	149
BOR – WD 113	14:45	141	143	141
BOR – TT 190	14:55	143	142	141
BOR – TT 201	15:05	143	144	142
BOR – WD 220	15:20	139	137	137
WES – HV 237	15:30	143	144	141
BOR – WD 17	16:45	142	143	137
VIE – KB 204	17:00	146	146	144
BOR – UV 999	17:10	137	137	134
BOR – TT 190	17:30	139	139	137

Anhang 5.1: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, Referenz

Material: **AB 0/11 S, 50/70**
 Entnahmestelle: **Station 0,400 km**
 Bohrprobe: **1A bis 1E**

Eignungsprüfung: **00771300**
 Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**
 Entnahmedatum: **3.12.2003 (MG), 11.12.2003 (BK)**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	ZTV Asphalt		
Bohrprobe	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	ZTVT		
Aushackstück	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Vertrag		
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %					
16,0 - 22,4	M.- %					
11,2 - 16,0	M.- %	0,9		>11,2mm H 10,0		
8,0 - 11,2	M.- %	18,8		> 8,0mm 15,0 - 30,0		
5,0 - 8,0	M.- %	17,0				
2,0 - 5,0	M.- %	16,0				
Splitt	M.- %	52,7		50,0 - 60,0		47,4 - 63,4
0,71 - 2,0	M.- %	20,0				
0,25 - 0,71	M.- %	12,1				
0,09 - 0,25	M.- %	6,8				
Sand	M.- %	38,9				28,2 - 44,2
Füller < 0,09	M.- %	8,4		6,0 - 10,0		5,4 - 11,4
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	6,1		5,9 - 7,2		5,7 - 6,7
E.P. R. u. K.	°C	58,2			H 57,0	!
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	11,5				
Fließwert bei 60 °C	mm	3,2				
Rohdichte	g/cm ³	2,510				
Raumdichte *)	g/cm ³	2,399				
Hohlräume	Vol.-%	4,4		3,0 - 5,0		1,5 - 6,5
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	18,7				
Porenfüllungsgrad	%	76,5				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	>50				
Scherweg	mm	>2,1				
Raumdichte	g/cm ³	2,380				
Hohlräume	Vol.-%	5,2		H 7,0		
Verdichtungsgrad	%	99,2		U 97,0		
Schichtdicke	cm	3,1		4,0 - 5,0		!
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Grauwackesplitt, Diabasbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

*) Verdichtungstemperatur Mischgut (Labor) : 135 °C ± 5°C

Anhang 5.2: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, Nytemp

Material: **AB 0/11 S, Nytemp** Eignungsprüfung: **00771300**
 Entnahmestelle: **Station 0,850 km** Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**
 Bohrprobe: **2A bis 2E** Entnahmedatum: **3.12.2003 (MG), 11.12.2003 (BK)**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input type="checkbox"/> ZTVT		
Bohrprobe	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Aushackstück	<input type="checkbox"/>					
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %					
16,0 - 22,4	M.- %					
11,2 - 16,0	M.- %	3,1				
8,0 - 11,2	M.- %	21,1		>11,2mm H 10,0		
5,0 - 8,0	M.- %	18,0		> 8,0mm 15,0 – 30,0		
2,0 - 5,0	M.- %	13,6				
Splitt	M.- %	55,8		50,0 – 60,0		47,4 – 63,4
0,71 - 2,0	M.- %	18,2				
0,25 - 0,71	M.- %	9,6				
0,09 - 0,25	M.- %	6,4				
Sand	M.- %	34,2				28,2 – 44,2
Füller < 0,09	M.- %	10,0		6,0 – 10,0		5,4 – 11,4
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	5,8		5,9 – 7,2		5,7 – 6,7
E.P. R. u. K.	°C	79,6				#
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN·	11,0				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,1				
Rohdichte	g/cm³	2,519				
Raumdichte *)	g/cm³	2,415				
Hohlräume	Vol.-%	4,1		3,0 - 5,0		1,5 – 6,5
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	17,8				
Porenfüllungsgrad	%	77,0				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	46 / >50				
Scherweg	mm	2,5 / <2,3				
Raumdichte	g/cm³	2,413				
Hohlräume	Vol.-%	4,2		H 7,0		
Verdichtungsgrad	%	99,9		U 97,0		
Schichtdicke	cm	4,1		4,0 – 5,0		
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Grauwackesplitt, Diabasbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

*) Verdichtungstemperatur Mischgut (Labor) : 110 °C ± 5°C

Anhang 5.3: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, Mexphalte 65 S

Material: **AB 0/11 S, Mexp 65 S** Eignungsprüfung: **00771300**
 Entnahmestelle: **Station 1,440 km** Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**
 Bohrprobe: **3A bis 3E** Entnahmedatum: **3.12.2003 (MG), 11.12.2003 (BK)**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input type="checkbox"/> ZTVT		
Bohrprobe	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Aushackstück	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %					
16,0 - 22,4	M.- %					
11,2 - 16,0	M.- %	1,1	>11,2mm H 10,0			
8,0 - 11,2	M.- %	18,8	> 8,0mm 15,0 - 30,0			
5,0 - 8,0	M.- %	18,2				
2,0 - 5,0	M.- %	18,8				
Splitt	M.- %	56,9	50,0 - 60,0			47,4 - 63,4
0,71 - 2,0	M.- %	15,4				
0,25 - 0,71	M.- %	10,7				
0,09 - 0,25	M.- %	7,0				
Sand	M.- %	33,1				28,2 - 44,2
Füller < 0,09	M.- %	10,0	6,0 - 10,0			5,4 - 11,4
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	5,9	5,9 - 7,2			5,7 - 6,7
E.P. R. u. K.	°C	56,6				
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C.	kN	10,5				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,3				
Rohdichte	g/cm ³	2,499				
Raumdichte *)	g/cm ³	2,373				
Hohlräume	Vol.-%	5,0	3,0 - 5,0			1,5 - 6,5
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	18,7				
Porenfüllungsgrad	%	73,3				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	>50				
Scherweg	mm	> 1,7				
Raumdichte	g/cm ³	2,406				
Hohlräume	Vol.-%	3,7	H 7,0			
Verdichtungsgrad	%	101,4	U 97,0			
Schichtdicke	cm	6,1	4,0 - 5,0			!
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Grauwackesplitt, Diabasbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

*) Verdichtungstemperatur Mischgut (Labor) : 110 °C ± 5°C

Anhang 5.4: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Stufe 2, Sübit VR 45

Material: **AB 0/11 S, Sübit**
 Entnahmestelle: **Station 1,950 km**
 Bohrprobe: **4A bis 4E**

Eignungsprüfung: **00771300**
 Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**
 Entnahmedatum: **3.12.2003 (MG), 11.12.2003 (BK)**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	ZTV Asphalt		
Bohrprobe	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	ZTVT		
Aushackstück	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Vertrag		
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %					
16,0 - 22,4	M.- %					
11,2 - 16,0	M.- %	1,7		>11,2mm H 10,0		
8,0 - 11,2	M.- %	16,0		> 8,0mm 15,0 - 30,0		
5,0 - 8,0	M.- %	16,9				
2,0 - 5,0	M.- %	18,6				
Splitt	M.- %	53,2		50,0 - 60,0		47,4 - 63,4
0,71 - 2,0	M.- %	19,3				
0,25 - 0,71	M.- %	10,7				
0,09 - 0,25	M.- %	6,3				
Sand	M.- %	36,3				28,2 - 44,2
Füller < 0,09	M.- %	10,5		6,0 - 10,0	!	5,4 - 11,4 #
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	6,2		5,9 - 7,2		5,7 - 6,7
E.P. R. u. K.	°C	77,8				
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	12,5				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,0				
Rohdichte	g/cm ³	2,489				
Raumdichte *)	g/cm ³	2,371				
Hohlräume	Vol.-%	4,7		3,0 - 5,0		1,5 - 6,5
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	19,1				
Porenfüllungsgrad	%	75,4				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	>50				
Scherweg	mm	>1,9				
Raumdichte	g/cm ³	2,332				
Hohlräume	Vol.-%	6,3		H 7,0		
Verdichtungsgrad	%	98,4		U 97,0		
Schichtdicke	cm	3,6		4,0 - 5,0		!
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Grauwackesplitt, Diabasbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

*) Verdichtungs Temperatur Mischgut (Labor) : 110 °C ± 5°C

Anhang 6.1: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphalttragschicht, Referenz

Material: **ATS 0/22 CS, 50/70 (Referenz)**
 Entnahmestelle: **Baustelle**
 Entnahmedatum: **01.09.2004**

Eignungsprüfung: **00091131**
 Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input checked="" type="checkbox"/> ZTVT		
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Aushackstück	<input type="checkbox"/>					
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %			> 22,4 mm H 10,0 > 16,0 mm U 15,0		
22,4 - 31,5	M.- %	0,9				
16,0 - 22,4	M.- %	14,5				
11,2 - 16,0	M.- %	21,4				
8,0 - 11,2	M.- %	17,1				
5,0 - 8,0	M.- %	5,2				
2,0 - 5,0	M.- %	5,8				
Splitt	M.- %	64,9	60,0 - 80,0			60,8 – 78,8
0,71 - 2,0	M.- %	14,9				
0,25 - 0,71	M.- %	6,0				
0,09 - 0,25	M.- %	3,8				
Sand	M.- %	24,7				
Füller < 0,09	M.- %	10,4	3,0 - 10,0			3,0 – 13,0
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	3,9	U 3,6			3,6 – 4,8
E.P. R. u. K.	°C	55,6		H 59,0		
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	11,0				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,0				
Rohdichte	g/cm³	2,530				
Raumdicke	g/cm³	2,431				
Hohlräume	Vol.-%	3,9	5,0 - 10,0			!
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	13,1				
Porenfüllungsgrad	%	70,0				
Ausbaustück						
Raumdicke	g/cm³	2,409				
Hohlräume	Vol.-%	4,8				
Verdichtungsgrad	%	99,1				
Schichtdicke	cm	8,8				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 6.2: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphalttragschicht mit AG

Material: **ATS 0/22 CS, 50/70 (AG)**
 Entnahmestelle: **Baustelle**
 Entnahmedatum: **27.09.2004**

Eignungsprüfung: **00021140**
 Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input checked="" type="checkbox"/> ZTVT		
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Aushackstück	<input type="checkbox"/>					
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %			> 22,4 mm H 10,0		
22,4 - 31,5	M.- %	16,5		> 16,0 mm U 15,0		
16,0 - 22,4	M.- %	14,7				
11,2 - 16,0	M.- %	12,5				
8,0 - 11,2	M.- %	6,1				
5,0 - 8,0	M.- %	12,5				
2,0 - 5,0	M.- %	62,3				
Splitt	M.- %	17,5	60,0 - 80,0			54,9 - 72,9
0,71 - 2,0	M.- %	6,8				
0,25 - 0,71	M.- %	3,8				
0,09 - 0,25	M.- %	28,1				
Sand	M.- %	9,6	3,0 - 10,0			3,3 - 13,3
Füller < 0,09	M.- %	4,1				
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	58,2	U 3,6			3,6 - 4,8
E.P. R. u. K.	°C			H 59,0		
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	11,2				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,9				
Rohdichte	g/cm³	2,532				
Raumdichte	g/cm³	2,420				
Hohlräume	Vol.-%	4,4	5,0 - 10,0			!
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	14,1				
Porenfüllungsgrad	%	69,0				
Ausbaustück						
Raumdichte	g/cm³	2,388				
Hohlräume	Vol.-%	5,7				
Verdichtungsgrad	%	98,7				
Schichtdicke	cm	7,8				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 6.3: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphalttragschicht, Zeolith

Material: **ATS 0/22 CS, 50/70 (Zeolith)**
 Entnahmestelle: **Baustelle**
 Entnahmedatum: **27.10.2004**

Eignungsprüfung: **00091131Z**
 Lieferwerk: **Eurovia / Oberhausen**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input checked="" type="checkbox"/> ZTVT		
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>					
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>					
Aushackstück	<input type="checkbox"/>					
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %	3,6				
16,0 - 22,4	M.- %	23,3				
11,2 - 16,0	M.- %	16,5				
8,0 - 11,2	M.- %	13,3				
5,0 - 8,0	M.- %	3,7				
2,0 - 5,0	M.- %	3,9				
Splitt	M.- %	64,3		60,0 - 80,0		60,8 - 78,8
0,71 - 2,0	M.- %	9,7				
0,25 - 0,71	M.- %	12,0				
0,09 - 0,25	M.- %	5,2				
Sand	M.- %	26,9				
Füller < 0,09	M.- %	8,8		3,0 - 10,0		3,0 - 13,0
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	3,8		U 3,6		3,6 - 4,8
E.P. R. u. K.	°C	66,2			H 59,0	!
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	12,5				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,7				
Rohdichte	g/cm ³	2,571				
Raumdichte	g/cm ³	2,466				
Hohlräume	Vol.-%	4,1		5,0 - 10,0		!
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	13,2				
Porenfüllungsgrad	%	69,0				
Ausbaustück						
Raumdichte	g/cm ³	2,477				
Hohlräume	Vol.-%	3,7				
Verdichtungsgrad	%	100,4				
Schichtdicke	cm	10,2				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 6.4: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphalttragschicht, Schaum

Material: **ATS 0/22 CS, 50/70 (Schaum)**

Eignungsprüfung: **00091100H**

Entnahmestelle: **Baustelle**

Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**

Entnahmedatum: **27.09.2004**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input checked="" type="checkbox"/> ZTVT		
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Aushackstück	<input type="checkbox"/>					
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %	1,4		> 22,4 mm H 10,0		
16,0 - 22,4	M.- %	19,5		> 16,0 mm U 15,0		
11,2 - 16,0	M.- %	20,5				
8,0 - 11,2	M.- %	15,0				
5,0 - 8,0	M.- %	3,4				
2,0 - 5,0	M.- %	6,2				
Splitt	M.- %	66,0		60,0 - 80,0		57,6 - 75,6
0,71 - 2,0	M.- %	15,1				
0,25 - 0,71	M.- %	6,6				
0,09 - 0,25	M.- %	3,5				
Sand	M.- %	25,2				
Füller < 0,09	M.- %	8,8		3,0 - 10,0		3,1 - 13,1
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	4,0		U 3,6		3,6 - 4,8
E.P. R. u. K.	°C	52,7			H 59,0	
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	9,0				
Fließwert bei 60 °C	mm	3,9				
Rohdichte	g/cm³	2,532				
Raumdichte	g/cm³	2,354				
Hohlräume	Vol.-%	7,0		5,0 - 10,0		
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	16,2				
Porenfüllungsgrad	%	57,0				
Ausbaustück						
Raumdichte	g/cm³	2,435				
Hohlräume	Vol.-%	3,8				
Verdichtungsgrad	%	103,4				
Schichtdicke	cm	8,0				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
= entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 7.1: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphaltbinder, Referenz

Material: **ABi 0/22 S, 30/45 (Referenz)**
 Entnahmestelle: **Baustelle**
 Entnahmedatum: **01.09.2004**

Eignungsprüfung: **00850400**
 Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ZTV Asphalt	<input type="checkbox"/> ZTVT		
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Aushackstück	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %	2,5	> 22,4mm H 10,0			
16,0 - 22,4	M.- %	28,7	> 16,0mm U 25,0			
11,2 - 16,0	M.- %	16,5				
8,0 - 11,2	M.- %	15,6				
5,0 - 8,0	M.- %	5,9				
2,0 - 5,0	M.- %	6,3				
Splitt	M.- %	75,5	70,0 – 80,0			63,4 – 79,4
0,71 - 2,0	M.- %	9,3				
0,25 - 0,71	M.- %	6,7				
0,09 - 0,25	M.- %	2,8				
Sand	M.- %	18,8				20,9 – 24,5
Füller < 0,09	M.- %	5,7	4,0 - 8,0			2,9 – 8,9
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	3,9	4,0 - 5,0			3,7 – 4,7
E.P. R. u. K.	°C	56,8		H 64,0		
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	11,5				
Fließwert bei 60 °C	mm	4,8				
Rohdichte	g/cm ³	2,557				
Raumdichte	g/cm ³	2,335				
Hohlräume	Vol.-%	8,7	5,0 - 7,0			!
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	17,5				
Porenfüllungsgrad	%	50,0				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	0,0				
Scherweg	mm	0,0				
Raumdichte	g/cm ³	2,402				
Hohlräume	Vol.-%	6,1				
Verdichtungsgrad	%	102,9				
Schichtdicke	cm	9,3				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 7.2: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphaltbinder, 2-Phasen

Material: **ABi 0/22 S, 20/30-50/70 (2-Phasen)** Eignungsprüfung: **00850400Z**
 Entnahmestelle: **Baustelle** Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**
 Entnahmedatum: **28.09.2004**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ZTV Asphalt			
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ZTVT			
Aushackstück	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %	5,1		> 22,4mm H 10,0		
16,0 - 22,4	M.- %	21,1		> 16,0mm U 25,0		
11,2 - 16,0	M.- %	16,0				
8,0 - 11,2	M.- %	10,0				
5,0 - 8,0	M.- %	7,6				
2,0 - 5,0	M.- %	10,4				
Splitt	M.- %	70,2		70,0 - 80,0		63,4 - 79,4
0,71 - 2,0	M.- %	12,1				
0,25 - 0,71	M.- %	5,8				
0,09 - 0,25	M.- %	3,3				
Sand	M.- %	21,2				20,9 - 24,5
Füller < 0,09	M.- %	8,6		4,0 - 8,0		2,9 - 8,9
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	4,2		4,0 - 5,0		3,7 - 4,7
E.P. R. u. K.	°C	54,3			H 64,0	
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	13,7				
Fließwert bei 60 °C	mm	6,3				
Rohdichte	g/cm³	2,515				
Raumdichte	g/cm³	2,388				
Hohlräume	Vol.-%	5,0		5,0 - 7,0		
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	14,8				
Porenfüllungsgrad	%	66,0				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	25,7 / 17,5				
Scherweg	mm	1,3 / 1,2				
Raumdichte	g/cm³	2,419				
Hohlräume	Vol.-%	3,8				
Verdichtungsgrad	%	101,3				
Schichtdicke	cm	8,4				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert ! = Abweichung liegt vor
 U = unterer Grenzwert # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 7.3: Ergebnisse der Kontrollprüfungen, Asphaltbinder, ZGR

Material: **ABi 0/22 S, 30/45 (ZGR)**
 Entnahmestelle: **Baustelle**
 Entnahmedatum: **27.10.2004**

Eignungsprüfung: **00850400R**
 Lieferwerk: **Deutag / Marl-Brassert**

Art der Probe:		Prüf- ergebnis	Sollwerte nach		Sollwerte einschließlich Toleranzen	Sollwerte nach Eignungsprüfung einschließlich Toleranzen
Mischgut	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ZTV Asphalt			
Bohrprobe	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ZTVT			
Aushackstück	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Vertrag			
Mineral						
Körnung (mm)						
> 31,5	M.- %					
22,4 - 31,5	M.- %	1,4	> 22,4mm H 10,0			
16,0 - 22,4	M.- %	21,3	> 16,0mm U 25,0			
11,2 - 16,0	M.- %	15,8				
8,0 - 11,2	M.- %	11,0				
5,0 - 8,0	M.- %	9,5				
2,0 - 5,0	M.- %	12,0				
Splitt	M.- %	71,0	70,0 - 80,0			63,4 - 79,4
0,71 - 2,0	M.- %	9,5				
0,25 - 0,71	M.- %	6,8				
0,09 - 0,25	M.- %	4,1				
Sand	M.- %	20,4				20,9 - 24,5
Füller < 0,09	M.- %	8,6	4,0 - 8,0			2,9 - 8,9
Bindemittel						
Gehalt (gesamt)	M.- %	4,5	4,0 - 5,0			3,7 - 4,7
E.P. R. u. K.	°C	55,9		H 64,0		
Mischgut						
Stabilität bei 60 °C	kN	10,5				
Fließwert bei 60 °C	mm	6,8				
Rohdichte	g/cm ³	2,495				
Raumdichte	g/cm ³	2,368				
Hohlräume	Vol.-%	5,1	5,0 - 7,0			
Hohlraumgehalt im Mineralgerüst	Vol.-%	15,4				
Porenfüllungsgrad	%	67,0				
Ausbaustück						
Scherkraft	kN	> 50 / > 50				
Scherweg	mm	1,9 / 1,5				
Raumdichte	g/cm ³	2,408				
Hohlräume	Vol.-%	3,5				
Verdichtungsgrad	%	101,7				
Schichtdicke	cm	8,0				
Mineralstoffgemisch nach Augenschein: Kalksteinsplitt, Kalksteinbrechsand, n. n. u. Füller						

Erläuterung: H = oberer Grenzwert
 U = unterer Grenzwert

! = Abweichung liegt vor
 # = entspricht unter Berücksichtigung der Toleranzen

Anhang 8: Ergebnisse der Spurbildungsversuche, Kontrollmischgut Stufe 2

Mischgut	Spurtiefe Platte 1 [mm]	Spurtiefe Platte 2 [mm]	Mittlere Spurtiefe [mm]
Asphaltbeton 0/11 mit 50/70	1,21	0,94	1,1
Asphaltbeton 0/11 mit Nytemp	1,83	1,72	1,8
Asphaltbeton 0/11 mit Mexphalte 65 S	1,97	1,65	1,8
Asphaltbeton 0/11 mit Sübit VR 45	2,08	1,64	1,9
Asphaltbinder 0/22 S mit 30/45	4,13	3,71	3,9
Asphaltbinder 0/22 S mit 50/70 + 20/30 (Zweiphasen)	4,93	5,02	5,0
Asphaltbinder 0/22 S mit 50/70 (ZGR)	4,77	4,69	4,7
Asphaltbinder 0/22 S mit 50/70 (Schaumbitumen)	4,68	4,83	4,8
Asphalttragschicht 0/22 CS mit 50/70	5,22	5,19	5,2
Asphalttragschicht 0/22 CS mit 50/70 + Asphaltgranulat	2,70	2,25	2,5
Asphalttragschicht 0/22 CS mit 50/70 + Zeolith	4,61	4,01	4,3

Anhang 9: Ergebnisse der Biegezugprüfungen, Kontrollmischgut Stufe 2

Mischgut	Biegezugfestigkeit		
	bei 20 °C	bei 0 °C	bei -20 °C
Asphaltbeton 0/11 mit 50/70	2,5	9,2	12,7
Asphaltbeton 0/11 mit Nytemp (Sasobit)	3,1	8,9	12,4
Asphaltbeton 0/11 mit Mexphalte 65 S	2,3	9,3	13,1
Asphaltbeton 0/11 mit Sübit VR 45	2,9	9,1	13,5
Asphaltbinder 0/22 S mit 30/45	4,8	10,1	12,0
Asphaltbinder 0/22 S mit 50/70 + 20/30 (Zweiphasen)	2,3	9,6	9,0
Asphaltbinder 0/22 S mit 50/70 (ZGR)	2,9	10,2	10,9
Asphaltbinder 0/22 S mit 50/70 (Schaumbitumen)	3,2	10,1	10,4
Asphalttragschicht 0/22 CS mit 50/70	2,5	9,8	9,7
Asphalttragschicht 0/22 CS mit 50/70 + Asphaltgranulat	3,3	6,0	7,8
Asphalttragschicht 0/22 CS mit 50/70 + Zeolith	2,6	6,1	7,6

Protokollformular Troxlersonde **Anhang 10.1**
Dichtebestimmung auf Asphalt mit radiomerischem Verfahren
Kontrollprüfung auf kalten Schichten



Baustelle: L 463n
 Auftraggeber: Straßen NRW, NL Wesel
 Geprüfte Schicht: TS 0/22 CS
 Unterlage: Schottertragschicht
 Solldicke: 10 cm

Datum: 01.09.2004
 Witterung: sonnig/trocken
 Gerätetyp: _____
 Geräte-Nr.: _____
 eingestellte Messtiefe: 8.0 cm

Kalibrierung an Bohrkernen? ja nein Besonderheiten: NTA-Versuchstrecke
 Feldkalibrierung ja nein Referenzfeld
 Messzeit: 30 s Prüfer: M.Bednorz

Überprüfung am Bezugsstandard ausgeführt: Vor Beginn der Messung Nach Messpunkt
 Nach Beendigung der Messung Nach Messpunkt

Messpunkt	Station	Temperatur [°C]	Messwert [g/cm³]	Bezugswert [g/cm³]	Verdichtungsgrad [%]	Bemerkung
1. Spur	0+000	104	2,440	2,407	101,37	mitte
1. Spur	0+050	118	2,486	2,407	103,28	rechts
1. Spur	0+100	116	2,416	2,407	100,37	links
1. Spur	0+150	106	2,320	2,407	96,39	mitte
1. Spur	0+200	116	2,352	2,407	97,71	rechts
1. Spur	0+250		2,410	2,407	100,12	links
1. Spur	0+280	126	2,437	2,407	101,25	mitte
1. Spur	0+250	138	2,106	2,407	87,49	FVV 178°C/159°C
1. Spur	0+250	132	2,234	2,407	92,81	1. Übergang statisch
1. Spur	0+250	125	2,389	2,407	99,25	2. Übergang dynamisch
1. Spur	0+140		2,049	2,407	85,13	Fertigervorverdichtung
1. Spur	0+150		2,070	2,407	86,00	Fertigervorverdichtung
1. Spur	0+180		2,120	2,407	88,08	Fertigervorverdichtung
1. Spur	0+250		2,106	2,407	87,49	Fertigervorverdichtung
2. Spur	0+000	118	2,403	2,407	99,83	links
2. Spur	0+050	127	2,369	2,407	98,42	mitte
2. Spur	0+100	107	2,347	2,407	97,51	rechts
2. Spur	0+150	98	2,339	2,407	97,17	mitte
2. Spur	0+200	106	2,426	2,407	100,79	links
2. Spur	0+250	99	2,333	2,407	96,93	rechts
2. Spur	0+280	111	2,366	2,407	98,30	mitte

