

TL/TP-ING 6-2 / TP BEL-B 2

Technische Lieferbedingungen und
Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten

TL/TP-ING

Teil 6: Bauwerksausstattung

**Abschnitt 2: Technische Prüfvorschriften
für die Dichtungsschicht
aus zwei Bitumen-Schweißbahnen
zur Herstellung von
Brückenbelägen auf Beton**

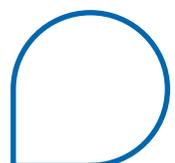
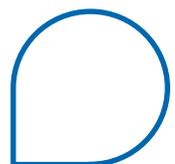
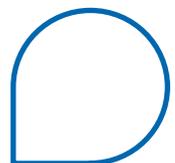
TP BEL-B 2

Ausgabe 2010

Stand Januar 2022

Alle Bezeichnungen der Teile und Abschnitte der ZTV-ING
und der TL/TP-ING wurden entsprechend der
Neugliederung vom Januar 2022 redaktionell umgestellt.

R 1



Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen
Arbeitsausschuss: Brückenbeläge
Arbeitskreis: Beläge auf Betonbrücken

Leiter:

Dipl.-Ing. Manfred Eilers, Bergisch Gladbach

Mitglieder:

Dipl.-Ing. Sabine Altkrüger, Berlin
Dipl.-Ing. Holger Bornstedt, Hannover
Dr. Gerhard Faßbender, Bad Hersfeld
Helmut Habermann, Neumarkt
Wolfgang Hofmann, Bonn
Jürgen Wagner, Flörsheim-Wicker
Dipl.-Ing. Marlitt Michel, Berlin
BDir. Dipl.-Ing. Ulrich Neuroth, Mainz
Dipl.-Ing. Helmut Neuß, Düsseldorf
Dipl.-Ing. Peter Rode, Bonn
Dipl.-Ing. Edwin Seemann, Würzburg
Dr. Norbert Simmleit, Köln
Dipl.-Ing. Ansgar Tölle, Mettmann
Dipl.-Ing. Ernst Willand, Stuttgart

Vorbemerkung

Die „Technischen Prüfvorschriften für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton“ (TP BEL-B 2), Ausgabe 2010 (TL/TP-ING 6-2), wurden vom Arbeitskreis „Beläge auf Betonbrücken“ des Arbeitsausschusses „Brückenbeläge“ (Leiter: Dipl.-Ing. Eilers) erarbeitet.

© 2010/2023 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdruckes, der Übersetzung, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen sowie Verbreitung im Internet bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

ISBN 978-3-941790-60-5

TL/TP-ING 6-2 / TP BEL-B 2

Technische Lieferbedingungen und
Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten

TL/TP-ING

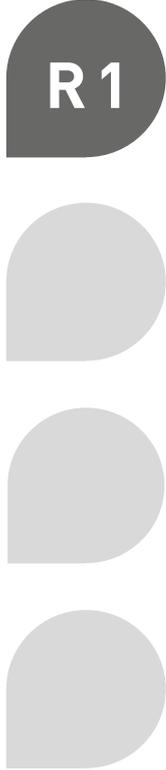
Teil 6: Bauwerksausstattung

**Abschnitt 2: Technische Prüfvorschriften
für die Dichtungsschicht
aus zwei Bitumen-Schweißbahnen
zur Herstellung von
Brückenbelägen auf Beton
TP BEL-B 2**

Ausgabe 2010

Stand Januar 2022

Alle Bezeichnungen der Teile und Abschnitte der ZTV-ING
und der TL/TP-ING wurden entsprechend der
Neugliederung vom Januar 2022 redaktionell umgestellt.



R 1

Inhaltsübersicht

	Seite		Seite
1 Allgemeines	4		
2 Proben- und Materialkennzeichnung	5		
2.1 Allgemeines	5	3.22 Erweichungspunkt nach Ring und Kugel (RuK) an der abgeschobenen Klebmasse unterhalb der Trägereinlage	10
2.2 Versiegelungen	5	3.23 Nadelpenetration an der abgeschobenen Klebmasse unterhalb der Trägereinlage	10
2.3 Bitumen-Schweißbahnen	5	3.24 Eigenschaften des rückgewonnenen Bindemittels	11
2.4 Schutz- und Deckschicht	5	3.25 Kaltbiegeverhalten – Kaltbiegetemperatur der Bahn	11
3 Prüfungen an Bitumen-Schweißbahnen und Trägereinlagen	5	4 Prüfungen an den Verbundkörpern (Bauartprüfungen)	11
3.1 Allgemeines	5	4.1 Allgemeines	11
3.2 Flächengewicht der Bahn	6	4.2 Herstellung der Verbundkörper	11
3.3 Flächengewicht Rohträgereinlage	6	4.2.1 Grundkörper	11
3.4 Flächengewichte der Trägereinlage, der Trennfolie nach Extraktion der Tränk-, Deck- oder Klebmasse	6	4.2.2 Versiegelung	12
3.5 Löslicher Bindemittelanteil der Klebmasse der Bahn	6	4.2.3 Dichtungsschicht aus Bitumen-Schweißbahnen	12
3.6 Art und Anteil der Polymere sowie Zusätze im Bitumen der Klebmasse ..	7	4.2.4 Schutzschicht	12
3.7 Verteilung der Polymere in der Klebmasse	7	4.3 Bearbeitung der Verbundkörper	12
3.8 Art der Füllstoffe der Klebmasse	7	4.4 Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht	12
3.9 Füllstoffgehalt der Klebmasse	7	4.5 Abreißfestigkeit der Schutzschicht	13
3.10 Art und Eigenschaften der Trägereinlage (Rohträgereinlage)	7	4.6 Prüfung der Rissüberbrückung	14
3.11 Äußere Beschaffenheit der Bahn, Durchtränkung bzw. Einbettung der Trägereinlage und Art der Trennfolie ...	8	4.6.1 Dynamische Rissüberbrückung	14
3.12 Dicke der Bahn	8	4.6.2 Statische Rissüberbrückung	14
3.13 Dicke der Klebeschichten unterhalb und oberhalb der Trägereinlage	8	4.6.3 Ergebnisse und Bewertung	15
3.14 Rollenbreite der Bahn	9	4.7 Prüfung der Schubfestigkeit	15
3.15 Breite des Kleberandes	9	4.8 Prüfung auf Hohlstellen nach dem Einbau der Schweißbahnen	17
3.16 Kantenflucht der Bahn	9	4.9 Verklebungsprüfung	18
3.17 Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens der Bahn	9	5 Prüfungen beim Einbau des Belages	18
3.18 Wasserdichtheit	9	5.1 Allgemeines	18
3.19 Veränderungen infolge Wasserlagerung	9	5.2 Abreißfestigkeit	18
3.20 Wärmestandfestigkeit der Bahn	10	5.3 Standfestigkeit der Dichtungsschicht beim Einbau der Splittmastixasphalt-Schutzschicht	18
3.21 Verarbeitbarkeit bei niedrigen Temperaturen	10		

	Seite
6 Beanspruchungen	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Hitzebeanspruchung	19
6.3 Wärmebeanspruchung	19
6.4 Temperaturwechsel- / Wasserbeanspruchung	19
7 Normen und sonstige Technische Regelwerke	21
7.1 Normen	21
7.2 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien	21
7.3 Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften	21
Anhang A Schema des Prüfungsablaufs, Diagramme	22
Anhang B Vergleichsbildreihe für die Verteilung der Polymere im Bitumen	29

1 Allgemeines

(1) Die „Technischen Prüfvorschriften für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton“ (TP BEL-B 2) enthalten alle notwendigen Angaben zur Durchführung der nach den Technischen Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton (TL BEL-B 2) geforderten Prüfungen. Angaben zu den Prüfeinrichtungen können bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) eingeholt werden. Art und Umfang der Einzelprüfungen sowie die entsprechenden Anforderungen sind ebenfalls den TL BEL-B 2 zu entnehmen.

(2) Die Menge der für die Grundprüfung einzureichenden Materialproben ist mit der Prüfstelle abzustimmen. Der Antragsteller ist verpflichtet, das für die Prüfung nicht benötigte Material zurückzunehmen.

(3) Die Prüfungen beziehen sich auf die Dichtungsschicht (Stoffprüfungen), auf das Abdichtungsverfahren und auf die Funktionstüchtigkeit des Systems (Bauartprüfungen). Davon ausgenommen sind die für die Behandlung des Betons verwendeten Versiegelungen auf Epoxidharzbasis. Diese Stoffe müssen die Grundprüfung nach den Technischen Lieferbedingungen für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton (TL BEL-EP) bestanden haben.

(4) Die Grundprüfung liefert den Nachweis der grundsätzlichen Eignung der Baustoffe, der Baustoffgemische und des Abdichtungssystems für die Bauart. Sollten sich bei einer bestimmten Baumaßnahme besondere Anforderungen ergeben, wären hierfür ggf. zusätzliche Eignungsprüfungen durchzuführen.

(5) Die Grundprüfung setzt sich zusammen aus:

- chemischen, physikalischen und technologischen Prüfungen an den Bitumen-Schweißbahnen zur Ermittlung der stoffspezifischen Kennwerte,
- Funktionsprüfungen (Systemprüfungen) zur Untersuchung der Gebrauchseigenschaften als Brückenabdichtung. Diese umfassen die Prüfung der Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht und der Schutzschicht, die Prüfung der Rissüberbrückung sowie die Prüfung der Schubfestigkeit. Bei den Prüfungen wird unterschieden zwischen unbeanspruchten Vergleichsproben (V-Proben) und beanspruchten Proben (B-Proben) und
- Prüfungen des Abdichtungsverfahrens (Applikationsprüfungen) zur Untersuchung der Verarbeitungseigenschaften.

(6) Die Prüfungen sind unter Berücksichtigung der angegebenen Prüffehler der Ergebnisse unter Wiederholbedingungen auszuwerten. Die Ergebnisse sind den in den TL BEL-B 2 formulierten Anforderungen gegenüberzustellen. Dabei ist zu beachten, dass die Prüffehler unter Vergleichsbedingungen nicht in Ansatz gebracht werden dürfen. Sie sind bereits in den Anforderungen enthalten. Werden die Anforderungen nicht in allen Punkten eingehalten, können ergänzende Funktionsprüfungen nach entsprechenden Beanspruchungen zwischen Prüfinstitut und Antragsteller vereinbart werden.

(7) Art und Umfang der stoffspezifischen Kennwerte für die Bitumen-Schweißbahnen und die zugehörigen Anforderungen sind in den TL BEL-B 2 festgelegt. Für die Ermittlung der Kennwerte ist es notwendig, dass der Hersteller vor Beginn der Grundprüfung die auf sein Produkt zutreffenden Kennwerte und deren Bestimmungsmethoden dem Prüfinstitut angibt. Wird kein Kennwert angegeben, gilt der an dem für die Grundprüfung eingereichten Material ermittelte Wert als Kennwert.

(8) Die ermittelten Kennwerte werden im Prüfungszeugnis tabellarisch aufgelistet und den Anforderungen gegenübergestellt. Die Proben für die Kennwertbestimmung sind durch das Prüfinstitut den geschlossenen Originalrollen bzw. -gebunden zu entnehmen. Falls einzelne Kennwerte nicht nach den hier beschriebenen Verfahren bestimmt werden können, sind zwischen Hersteller und Prüfinstitut ggf. andere Kennwerte zu vereinbaren und die Bestimmungsverfahren festzulegen.

(9) Es werden zunächst die Stoffprüfungen an den Bitumen-Schweißbahnen durchgeführt, um festzustellen, ob die Bahnen die Anforderungen der TL BEL-B 2 erfüllen. Erst dann erfolgt die Herstellung der für die Bauartprüfungen benötigten Proben (Verbundkörper, siehe Nr. 4.2).

(10) Die Herstellung erfolgt nach baustellengerechten Verfahren in einer Halle oder auf einem überdachten Freiplatz. Alle Proben werden, wenn nichts anderes bestimmt ist, bis zur Prüfung oder ersten Beanspruchung bei Raumtemperatur gelagert. Soweit nichts anderes angegeben ist, erfolgen die Prüfungen bei Normalklima 23/50-2 gemäß DIN 50014-2.

(11) Sofern V- und B-Proben geprüft werden, sollen diese zum Zeitpunkt der Prüfung das gleiche Alter haben. Die benötigte Probenanzahl sowie die Beanspruchungs- und Prüfungsfolge ergeben sich aus den Diagrammen im Anhang A.

2 Proben- und Materialkennzeichnung

2.1 Allgemeines

Die Materialproben sind eindeutig zu kennzeichnen. Sie müssen aus einer Charge stammen.

2.2 Versiegelungen

(1) Es dürfen nur Produkte verwendet werden, die eine Grundprüfung nach den TL BEL-EP bestanden haben. Das Grundprüfzeugnis ist vorzulegen. Die Identität des Produktes ist anhand von Identitätskennwerten aus der Grundprüfung nachzuweisen.

(2) Das Material muss mindestens wie folgt gekennzeichnet sein:

- Produktbezeichnung und Chargen-Nr. sowie
- Gefahrenklasse nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF).

(3) Folgende Angaben zur Verarbeitung müssen dokumentiert werden:

- Applikationsverfahren und -bedingungen,
- Materialverbrauchsmenge [g/m²],
- Verarbeitungszeit,
- Zwischentrocknungszeiten,
- minimale und maximale Wartezeit bis zum Abstreuen der Schichten,
- Abstreumaterial (Art, Körnung und Menge),
- Sicherheitsdatenblätter mit Hinweisen nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und
- minimale Wartezeit bis zum Einbau der Bitumen-Schweißbahnen.

2.3 Bitumen-Schweißbahnen

(1) Das Material muss mindestens wie folgt gekennzeichnet sein:

- Produktbezeichnung und Chargennummer,
- Art und Menge der Deck- und Klebmasse,
- Art der Einlage,
- Ausstattung der Bahn (Ober- und Unterseite),
- Art und Menge der Polymere,
- Art der Füllstoffe,
- Rollenlänge der Bahn
- Gefahrenklasse nach VbF und
- Flammpunkt der Deck- und Klebmasse.

(2) Folgende Angaben zu der Verarbeitung müssen dokumentiert werden:

- Verlegeverfahren und -bedingungen sowie
- Sicherheitsdatenblätter mit Hinweisen auf GefStoffV.

2.4 Schutz- und Deckschicht

(1) Das Material muss mindestens wie folgt gekennzeichnet sein:

- Art des Mischgutes,
- Bindemittelart und -menge,
- Kornverteilung der Gesteinskörnungen,
- Marshall-Stabilität und Fließwert,
- Hohlraumgehalt und
- Verdichtungsgrad.

(2) Folgende Angaben zu der Verarbeitung müssen dokumentiert werden:

- Mischguttemperatur,
- Schichtdicke,
- Maschinelles Einbau oder Einbau von Hand und
- Art der Verdichtung.

3 Prüfungen an Bitumen-Schweißbahnen und Träger-einlagen

3.1 Allgemeines

(1) Die Prüfungen dienen der Ermittlung der stoffspezifischen Kennwerte der Bitumen-Schweißbahnen. Die Kennwerte, ggf. mit den Anforderungen, sind in den TL BEL-B 2 zusammengestellt.

(2) Die Proben für die chemischen, physikalischen und technologischen Prüfungen an den Bahnen werden entsprechend der DIN 52123 aus jeweils einem 3,0 m langen Probestück aus der Mitte einer Rolle hergestellt. Dabei müssen die Oberseite und die Fertigungsrichtung der Bahn gekennzeichnet werden. Größe und Anzahl der einzelnen Proben sind den Diagrammen im Anhang A zu entnehmen.

(3) Für die Untersuchungen der Trägereinlage (Rohträgereinlage) nach den Nrn. 3.3 und 3.10 sind aus jeweils mindestens 2,0 m langen ungetränkten bahnbreiten Probestücken der Trägereinlagen Proben auszuschneiden. Größe und Anzahl der einzelnen Proben sind den Diagrammen im Anhang A zu entnehmen.

(4) Für die Gewinnung von Klebemasse von der Unterseite der Bahn wird die Bahnenunterseite mit einem Brenner erhitzt bis sich die Oberseite verflüssigt, blank wird und die Abstreuerung einsinkt. Mit einem heißen, senkrecht gehaltenen Spachtel wird die obere Schicht der Klebemasse mit der Abstreuerung abgeschoben. Anschließend wird die auf der Trägereinlage verbliebene Klebemasse nochmals mit einem Brenner vorsichtig erhitzt und mit einem heißen Spachtel so abgeschoben, dass möglichst wenig Klebemasse an der Trägereinlage verbleibt. Die so abgeschobene Klebemasse wird in einer Porzellankasserolle gesammelt.

3.2 Flächengewicht der Bahn

(1) Den Probestücken der Bahnen (siehe Nr. 3.1) sind entsprechend DIN 52123 je ein Streifen von mindestens 100 mm Länge über die ganze Breite der Bahn zu entnehmen. Aus diesen Streifen sind drei Proben 100 x 100 [mm] zu entnehmen, und zwar zwei Proben jeweils 100 mm von den Enden des Streifens entfernt und eine Probe aus der Mitte. Die drei Proben einer Bahn werden zu einer Sammelprobe zusammengefasst.

(2) Nach dem Entfernen eventuell noch anhaftender loser Teile mit einem Pinsel werden die drei Proben zusammen in einem offenen Wägegglas von 60 mm Durchmesser und 120 mm Höhe bei ca. 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und nach Abkühlen im Exsikkator im geschlossenen Wägegglas auf 0,01 g gewogen.

(3) Nach dem Herausnehmen der Proben sind Wägegglas und Deckel zurückzuwägen. Die Differenz aus beiden Wägungen ist das Wägeergebnis in g, das mit 100/3 zu vervielfachen ist und das mittlere Flächengewicht der Bahn angibt. Das Ergebnis wird auf drei Wert anzeigende Ziffern gerundet in g/m² angegeben.

3.3 Flächengewicht Rohträgereinlage

(1) Das Flächengewicht der nicht getränkten Trägereinlage (Rohträgereinlage) wird für Glasgewebeeinlagen nach DIN 18191 und für Einlagen aus Polyestervlies nach DIN 18192 bestimmt. Als Proben dienen zusammenhängende Stücke über die gesamte Breite der Bahn von 1 m² Größe.

(2) Zusätzlich zum Flächengewicht der Rohträgereinlage wird das Flächengewicht der Trägereinlage nach Extraktion der Tränk-, Deck- oder Klebmassen ermittelt (siehe Nr. 3.4).

3.4 Flächengewichte der Trägereinlage, der Trennfolie nach Extraktion der Tränk-, Deck- oder Klebemasse

In Anlehnung an DIN 52123 werden die für die Ermittlung der Flächengewichte der Bahnen verwendeten drei Einzelproben 100 x 100 [mm] (siehe Nr. 3.2) mit Toluol heiß extrahiert. Die auf diese Weise gewonnenen Stücke der Trägereinlage und der Trennfolie werden jeweils zusammen gewogen und die Gewichte in g mit 100/3 vervielfacht. Als Ergebnis werden die mittleren Flächengewichte auf drei Wert anzeigende Ziffern gerundet in g/m² angegeben.

3.5 Löslicher Bindemittelanteil der Klebemasse der Bahn

(1) Die Bestimmung des Bindemittelgehalts der Klebemasse der Bahn erfolgt in Anlehnung an DIN 1996-6 an der abgeschobenen Klebemasse. Eventuell vorhandene Trennfolien oder Bestreuungen sind vorher zu entfernen (z.B. durch Abziehen bei -20 °C bzw. durch Abbürsten).

(2) Nach Art des Bindemittels in der Klebemasse ist die Kaltextraktion oder die Heißextraktion durchzuführen. Als Lösemittel dient Toluol.

(3) Für die Heißextraktion sind Extraktionshülsen nach DIN 12449 zu verwenden. Die Extraktionshülsen werden vorher bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, im Exsikkator über Blaugel oder Calciumchlorid auf Raumtemperatur abgekühlt und auf 0,01 g gewogen. Von einem Probestück der Bahn werden dann etwa 200 g der Deck- oder Klebemasse abgeschoben (z.B. mit einem heißen Metallspachtel), in eine gewogene Hülse gefüllt und sofort ebenfalls auf 0,01 g gewogen. Anschließend ist in einem Extraktionsgerät erschöpfend zu extrahieren.

(4) Die nach der Heißextraktion in der Hülse verbleibenden Rückstände werden entnommen, gewogen und homogenisiert. An einer Teilmenge wird nach DIN 53568-1 bei 550 °C der Glührückstand ermittelt. Der dabei festgestellte Gewichtsverlust wird dem Bindemittel zugerechnet.

(5) Die Gewichts-differenz der geleerten Hülse gegenüber deren Ausgangsgewicht wird den mineralischen Füllstoffen zugerechnet. Nach Abzug des Gewichts der Füllstoffe vom Ausgangsgewicht der eingewogenen Deck- oder Klebemasse ergibt sich der Bindemittelanteil. Er wird auf zwei Wert anzeigende Ziffern gerundet angegeben und schließt den Anteil an organischen Zusätzen, z. B. den Polymeranteil, mit ein.

3.6 Art und Anteil der Polymere sowie Zusätze im Bitumen der Klebmasse

(1) Die halbquantitative und qualitative Bestimmung der SBS-Polymerzusätze (Styrol-Butadien-Copolymer) im Bitumen der Klebmasse erfolgt durch Infrarotanalyse nach DIN 51451¹⁾.

(2) Für die Bestimmung der SBS-Polymerzusätze sind ein IR-Spektrometer, das den Anforderungen der DIN 51451 entspricht und abgedichtete Küvetten mit 0,5 mm Schichtdicke zu verwenden. Das Küvettenmaterial muss der DIN 51451 Nr. 3.2 entsprechen.

(3) Die für die Bezugskurven erforderlichen Komponenten oder Polymer-Bitumen mit bekannter Stoffmengenkonzentration sind vom Hersteller zur Verfügung zu stellen.

(4) Die Probenvorbereitung und Messung haben wie folgt zu erfolgen:

- Die Klebmasse unterhalb der Trägereinlage wird - ggf. nach dem Entfernen der Trennfolie - mit einem heißen Spachtel von der Einlage abgeschoben.
- 5 g der Klebmasse werden auf 0,01 g genau eingewogen und in einem 150 ml Becherglas in ca. 50 ml Chloroform (für Spektroskopie) vollständig gelöst.
- Die Lösung wird zusammen mit den Feststoffen quantitativ in einen 100 ml Messkolben überführt, bis zur Marke mit Chloroform aufgefüllt und kräftig geschüttelt.
- Zum Erreichen der Füllstofffreiheit der zu messenden Probe wird die Lösung entweder zentrifugiert, gefiltert oder 24 h stehen gelassen.
- Ein Teil der füllstofffreien schwarzen Lösung über den Feststoffen wird in die Küvette zum Vermessen gefüllt.
- Die Vorbereitung der IR-Messung erfolgt nach Nr. 8, die Durchführung nach Nr. 9.2 bzw. 9.5 der DIN 51451.

(5) Die Auswertung der Messung erfolgt durch Bestimmung der Extinktion bei 970 cm^{-1} nach Nr. 10.2.1 der DIN 51451. Die Bestimmung der Stoffmengenkonzentration erfolgt nach Nr. 10.2.2 (Auswertung anhand einer Bezugskurve) und ggf. nach Nr. 10.2.3 (Additionsverfahren) der DIN 51451. Die Bezugskurve wird durch Messung der Extinktion genau bekannter, geeignet abgestufter Stoffmengenkonzentrationen bestimmt.

(6) Im Prüfbericht sind der Gerätetyp, das Küvettenmaterial, das Auswertungsverfahren und

die Besonderheiten der Probenvorbereitung anzugeben.

(7) Für Klebmassen, deren Bindemittel mit anderen Polymeren als SBS modifiziert sind, ist ein geeignetes Bestimmungsverfahren in Zusammenarbeit mit dem Hersteller festzulegen.

3.7 Verteilung der Polymere in der Klebmasse

(1) Unter Verwendung eines Auflicht-Mikroskops mit UV-Licht-Lampe (Blaulichfilter für Polymerfluoreszenz-Abbildung) werden Proben auf die Verteilung der Polymere und Ausbildung der Polymernetzstruktur untersucht.

(2) Als Proben dienen Bahnenabschnitte, die so ausgeschnitten werden, dass der Querschnitt der Bahn die zur Beurteilung notwendige Fläche darstellt. Die Oberfläche des Querschnittes durch die Bahn ist im tiefgekühlten Zustand mit dem Mikrotom plan zu hobeln und ohne Deckglas unter dem Mikroskop aufzunehmen.

(3) Ausgewertet werden Aufnahmen der Probe bei einer 16-fachen und einer 250-fachen Vergrößerung. Bewertet wird mit Hilfe der beigegebenen Vergleichsbildreihe (siehe Anhang B).

3.8 Art der Füllstoffe der Klebmasse

Die Art der Füllstoffe ist zu beschreiben. In Zweifelsfällen ist eine gesteinskundliche Untersuchung nach DIN 52100-2 durchzuführen.

3.9 Füllstoffgehalt der Klebmasse

Der Gehalt an mineralischen Füllstoffen in der Klebmasse wird durch Ermittlung des Glührückstands nach DIN 53568-1 bei 550 °C bestimmt. Es sind mindestens zwei Versuche durchzuführen. Das Ergebnismittel ist als Glührückstand in M.-% auf drei Wert anzeigende Ziffern gerundet anzugeben. Der Glührückstand kann angenähert mit dem Anteil an mineralischen Füllstoffen gleichgesetzt werden.

3.10 Art und Eigenschaften der Trägereinlage (Rohträgereinlage)

(1) Die Art der Trägereinlage ist unter Anwendung einfacher Bestimmungsmethoden, wie z.B. Betrachtung durch eine Lupe und Glühen mit offener Flamme, zu beschreiben. In Zweifelsfällen oder bei besonderer Veranlassung ist eine chemische Analyse durchzuführen. Die Proben sind den Probestücken der Trägereinlagen (siehe Nr. 3.3) zu entnehmen. Maßgebend für die Bezeichnung der Trägereinlagen ist die Übereinstimmung mit den Anforderungen für das Textilglasgewebe nach DIN 18191 und für das verfestigte Polyestervlies nach DIN 18192.

¹⁾ Derzeit liegen noch keine gesicherten Werte unter Wiederholbedingungen und Vergleichsbedingungen vor.

(2) In der Regel genügen jedoch die folgenden Nachweise:

- Höchstzugkraft und Dehnung bei Höchstzugkraft nach DIN 18192,
- Dimensionsstabilität von Polyestervlieseinlagen nach DIN 18192,
- Beurteilung der Endverfestigung von Polyestervlieseinlagen durch vergleichende Betrachtung mit „Mustervliesen“,
- Ermittlung der Anzahl von Glasfäden bzw. Glasfaserbündeln bei Glasgeweben. Mittels eines Fadenzählgerätes wird die Anzahl in Kettrichtung (Fertigungs- bzw. Längsrichtung) und in Schussrichtung bestimmt und ganzzahlig angegeben und
- optischer Vergleich zwischen Rohträgereinlage und extrahierter Einlage.

3.11 Äußere Beschaffenheit der Bahn, Durchtränkung bzw. Einbettung der Trägereinlage und Art der Trennfolie

(1) Die äußere Beschaffenheit der Bahn und die Durchtränkung bzw. Einbettung der Trägereinlage werden nach DIN EN 1850-1 untersucht und den Anforderungen der DIN 18191 (Textilglasgewebe) und DIN 18192 (Polyestervlieseinlagen) gegenübergestellt. Die Durchtränkung und die Einbettung der Trägereinlage werden nach der Zugprüfung (Nr. 3.17) durch Betrachten der an den Bruchstellen frei liegenden Einlage beurteilt.

(2) Es ist visuell festzustellen und anzugeben, durch welche Behandlung der Ober- und Unterseite das Zusammenkleben der Bahn verhindert wird, z.B. durch Aufkleben einer schmelzbaren Folie oder durch mineralische Bestreuung.

(3) Um Fehlstellen innerhalb der Bahn festzustellen, werden drei Proben der Größe 100 x 100 [mm], die, wie unter Nr. 3.2 beschrieben, aus einem Probestreifen geschnitten werden, in Anlehnung an DIN EN 444 mit einem Röntgendurchstrahlungsverfahren untersucht.

(4) Die Proben werden dabei vor einem feinkörnigen Film in eine senkrecht auf die Oberfläche gerichtete parallele Röntgenstrahlung gebracht, so dass die Struktur der Bahn auf dem Film 1 : 1 abgebildet wird. Die Strahlungsintensität, d.h. die Belichtungszeit, und die Wellenlänge sind so zu wählen, dass insbesondere Unregelmäßigkeiten der Dichte der Klebeschicht unterhalb der Trägereinlage auf dem Film erkennbar werden²⁾.

²⁾ Bei Versuchen in der BAM haben sich folgende Versuchsparameter bewährt:

- 25 kV Röntgenröhre, Fa. Philips; Intensität 4 mA; D4 Film, Fa. Agfa-Gevaert;
- Abstand Fokus - Film 700 mm; Belichtungszeit 3 - 5 min

(5) Vor dem Hintergrund der gleichmäßig grau abgebildeten Abstreuerung auf der Oberseite der Bahn treten Unregelmäßigkeiten in der Klebeschicht als hellere und dunklere Stellen hervor: Größere nicht aufgeschlossene Polymerpartikel, aber auch Hohlräume, erscheinen dunkler und Partikel größerer Dichte, wie z.B. Gesteinskörner oder Metallteilchen, erscheinen hell bis weiß.

(6) Um die Art der Fehlstellen festzustellen, werden diese auf dem Film eingemessen, auf die Probe übertragen und mit geeigneten Mitteln oder Verfahren³⁾ näher untersucht.

3.12 Dicke der Bahn

Bestimmt wird die Bruttodicke der Bahn. Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an DIN 52123, wobei der Kleberand ausgenommen wird. Die Prüfung wird zweckmäßigerweise in Verbindung mit der Ermittlung der Dicke der Klebeschichten (siehe Nr. 3.13) durchgeführt. Angegeben werden der Mittelwert \bar{x} und die Einzelwerte x_i auf zwei Wert anzeigende Ziffern gerundet in mm.

3.13 Dicke der Klebeschichten unterhalb und oberhalb der Trägereinlage

(1) Unter den Klebeschichten der Bahn werden die Schichten oberhalb und unterhalb der Trägereinlage verstanden. Zunächst wird in der Nähe einer Schnittkante an 10 Stellen in gleichen Abständen über die Breite der Bahn die Dicke der Bahn auf 0,1 mm genau gemessen. Der Kleberand ist auszunehmen. Anschließend wird an den Messstellen mit einem heißen Spachtel die Klebmasse unterhalb der Trägereinlage bis auf die Einlage abgeschoben und die verbleibende Dicke an denselben Stellen erneut gemessen.

(2) Die Differenz aus beiden Messungen ergibt die Dicke der Klebeschicht unterhalb der Trägereinlage. Alternativ kann die Dicke auch mikroskopisch bestimmt werden. Angegeben werden der Mittelwert \bar{x} und der kleinste Einzelwert $\min x_i$ in mm auf 0,1 mm genau.

(3) In der gleichen Weise wird die Dicke der Klebeschicht oberhalb der Trägereinlage bestimmt.

³⁾ Unvermishtes SBS-Polymer in Form runder 3 bis 5 mm großer Klümpchen ließ sich z. B. durch Aufschneiden der Klebeschicht-Oberfläche und Herauslösen mit einer Pinzette separieren und durch IR-Spektroskopie identifizieren.

3.14 Rollenbreite der Bahn

Die Rollenbreite der Bahn wird an 10 über die Bahnlänge verteilten Stellen auf 1 mm genau gemessen. Als Ergebnis werden der Mittelwert \bar{x} und der kleinste Einzelwert $\min x_i$ auf drei Wert anzeigende Ziffern gerundet in cm angegeben.

3.15 Breite des Kleberandes

Es wird sinngemäß wie bei der Ermittlung der Rollenbreite verfahren.

3.16 Kantenflucht der Bahn

Zur Bestimmung der Kantenflucht wird die Bahn in ganzer Länge ausgerollt. An beiden Bahnkanten werden zwei 5 m entfernte Punkte durch eine gerade Linie (z.B. Schnurschlag oder Messlatte) miteinander verbunden und der größte r Abstand der Kante von dieser Linie gemessen. Das Ergebnis wird, bezogen auf 5 m Bahnlänge, in cm angegeben und auf zwei Wert anzeigende Ziffern gerundet.

3.17 Bestimmung des Zug – Dehnungsverhaltens der Bahn

(1) Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an DIN EN 12311-1. Aus dem Probestück der Bahn sind jeweils fünf Proben von 50 mm Breite und ca. 350 mm Länge in Längs- und Querrichtung zu entnehmen. Bei Einlagen aus Gewebe und fadenverstärkten Vliesen ist auf fadengerades Herausschneiden zu achten. Vor der Prüfung sind die Proben 24 h im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu lagern.

(2) Die Prüfung selbst erfolgt nach der oben genannten Norm in einer Zugprüfmaschine. Dabei sind pneumatische Spannwerkzeuge mit gekühlten Spannbacken zu verwenden, mit denen sich eine feste, schlupffreie Einspannung erzielen lässt⁴⁾.

(3) Als Ergebnis werden die Mittelwerte der Höchstzugkraft (in N) und der Dehnung (in %) in Längs- und Querrichtung mit den zugehörigen Standardabweichungen, gerundet auf 10 N bzw. 1 % angegeben. Ein frühzeitiges Reißen der Klebeschichten ist zu vermerken.

3.18 Wasserdichtheit

Die Prüfung der Wasserdichtheit wird mittels Schlitzdruckprüfung nach DIN EN 1928 durchgeführt. Dafür werden aus den Probestücken der Bahnen jeweils drei kreisrunde Proben mit dem Durchmesser der Schlitzscheibe herausgeschnitten. Der Druck wird auf die Oberseite der Bahn

aufgebracht. Polymerbitumen-Schweißbahnen werden 24 h mit einem Wasserdruck von 2 bar belastet.

3.19 Veränderungen infolge Wasserlagerung

(1) Die Wasserlagerung wird an zwei Einzelproben jeder Bahn mit den Abmessungen 50 x 50 [mm] durchgeführt. Um eine Dochtwirkung der Trägereinlage an den Schnittflächen zu verhindern, werden die Flächen mit der Klebmasse der gleichen Bahn versiegelt. Dazu werden die Schnittflächen kurzzeitig flach in durch Erhitzen verflüssigte Klebmasse getaucht, so dass die Schnittkanten der Trägereinlage mit Bitumen überdeckt sind. Um die Klebrigkeit herabzusetzen, werden die versiegelten Kanten anschließend mit Talkumpuder bestäubt.

(2) Die Lagerung erfolgt nach DIN EN ISO 62 Verfahren 2L in entsalztem Wasser bei 23 °C ± 2 °C bis zur Gewichtskonstanz, mindestens jedoch über 28 d. Das Wasser ist wöchentlich zu erneuern. Die Proben werden vor der Wasserlagerung und nach Sättigung einer Trocknungslagerung im Wärmeschrank unterzogen und anschließend im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt.

(3) Die Bestimmung der Gewichtsänderung erfolgt im Abstand von 7, 14, 21, 28 d usw. bis zur Sättigung. Dabei sind auch die an das Wasser abgegebenen Bestandteile mit anzugeben.

$$\Delta G' = \frac{(m_1 - m_3)}{m_1} * 100 [\%]$$

mit

$\Delta G'$ Gewichtsänderung [%]

m_1 Masse nach Trocknung vor der Wasserlagerung

m_3 Masse nach Trocknung nach der Wasserlagerung

(4) Aus der graphischen Darstellung der Abhängigkeit der Gewichtsänderung $\Delta G'$ von \sqrt{t} lässt sich der Wasseraufnahmekoeffizient nach DIN 52617 bestimmen. Als Ergebnis werden die Mittelwerte zusammen mit den Einzelwerten auf drei Wert anzeigende Ziffern gerundet in M.-% angegeben.

(5) Die Änderungen der Abmessungen vor, während und nach der Beanspruchung durch Wasser werden in Anlehnung an DIN 53377 bzw. DIN 53353 bei Raumtemperatur an denselben Einzelproben bestimmt. Auf den Proben werden entsprechend Bild 1 je vier Punkte mit säurefester Farbe markiert (D_1 bis D_4), die die Messstellen bzw. -strecken für die vier Längen- und Dickenmessungen festlegen (L_1 bis L_4 = Längenmessungen; D_1 bis D_4 = Dickenmessungen).

⁴⁾ In der BAM haben sich folgende Versuchsparameter bewährt:

- Kühlflüssigkeit Wasser-Methanol-Gemisch 1 : 1
- Temperatur der Kühlflüssigkeit ca. 5 °C
- Temp. der Spannbacken vor dem Zugversuch 8 bis 9 °C
- Zeit vom Einspannen der Probe bis zum Versuch 3 min

(6) Die Längen und Dicken werden auf 0,01 mm genau gemessen. Für die Längenmessungen eignet sich z.B. ein Messmikroskop, für die Dickenmessungen wird ein Messbügel mit einer ebenen kreisförmigen Messfläche \varnothing 10 mm mit einem Anpressdruck von ca. 0,05 N/mm² verwendet.

(7) Als Ergebnis werden die Änderungen der Abmessungen (ΔL und ΔD) beider Einzelproben als Mittelwerte der acht Einzeldifferenzen zusammen mit der Standardabweichung und der Spannweite der Einzelwerte sowie die errechnete Volumenänderung ΔV [%] auf drei Wert anzeigende Ziffern genau angegeben. ΔV errechnet sich aus ΔL [%] und ΔD [%] nach folgender Formel:

$$\Delta V = \left[\frac{(\Delta L + 100)^2 * (\Delta D + 100)}{10^6} - 1 \right] * 100 [\%]$$

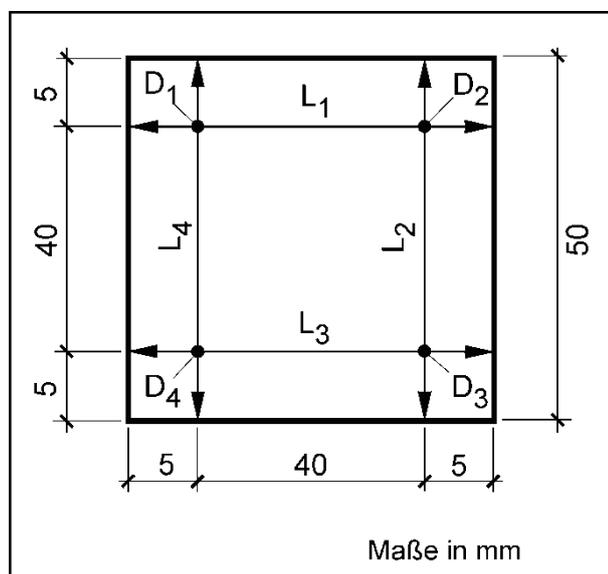


Bild 1: Messstellen bzw. -strecken für die Längen- und Dickenmessungen

3.20 Wärmestandfestigkeit der Bahn

Die Prüfung der Wärmestandfestigkeit der Bahn erfolgt in Anlehnung an DIN EN 1110 bei Prüftemperaturen von 70 °C, 100 °C, 130 °C und 150 °C mit einer Toleranz von jeweils ± 2 °C.

3.21 Verarbeitbarkeit bei niedrigen Temperaturen

(1) Die Verarbeitbarkeit bei niedrigen Temperaturen wird durch die Prüfung des Kaltbiegeverhaltens in Anlehnung an DIN 52123 untersucht. Abweichend von der Norm wird für die Prüfung eine Biegeplatte mit einem Radius von 35 mm verwendet, um die die Probe innerhalb von 5 s zu biegen ist.

(2) Die Prüfung erfolgt bei 0 °C. Je Bahn sind drei Proben so zu prüfen, dass die Oberseite der Bahn, d.h. die Trägereinlage an der Biegeplatte anliegt. Eine ggf. vorhandene Trennfolie darf nicht entfernt werden.

3.22 Erweichungspunkt nach Ring und Kugel (RuK) an der abgeschobenen Klebemasse unterhalb der Trägereinlage

Der Erweichungspunkt der abgeschobenen Klebemasse wird nach DIN EN 1427 mit Glycerin als Prüfflüssigkeit bestimmt. Hierfür wird die Klebeschicht unterhalb der Trägereinlage, ggf. nachdem die Trennfolie abgezogen wurde (z.B. mit Druckluft oder durch Abziehen bei -20 °C), mit einem erhitzten Spachtel abgeschoben und entsprechend der DIN EN 58 schonend erwärmt (bis maximal 180 °C). Diese nun gießfähige Probe wird, wie in DIN EN 1427 beschrieben, in erwärmte Ringe gefüllt und geprüft.

3.23 Nadelpenetration an der abgeschobenen Klebemasse unterhalb der Trägereinlage

(1) Das Abschieben der Klebemasse erfolgt in der gleichen Weise wie unter Nr. 3.22 beschrieben.

(2) Die mit Klebemasse gefüllte Kasserolle wird auf einem temperaturgeregelten Labor-Heizer unter ständigem Rühren mit einem geeigneten Rührthermometer auf eine Temperatur über den Erweichungspunkt erhitzt (für polymermodifiziertes Bitumen darf die Temperatur unabhängig vom Erweichungspunkt 200 °C nicht überschreiten) und, nachdem sich die Klebemasse homogenisiert hat, in zwei 130 °C heiße Penetrationsbecher (DIN EN 1426) gefüllt. Die Becher werden mit Aluminium-Folie abgedeckt und mit einer kalten Platte beschwert auf Raumtemperatur abgekühlt.

(3) Die anschließende Prüfung wird mit einem Penetrometer nach DIN EN 1426 mit Kreuztisch-Verstellung durchgeführt, mit dessen Hilfe die Anordnung der sieben Messpunkte auf der Oberfläche, wie in der Bild 2 dargestellt, exakt eingehalten werden kann.

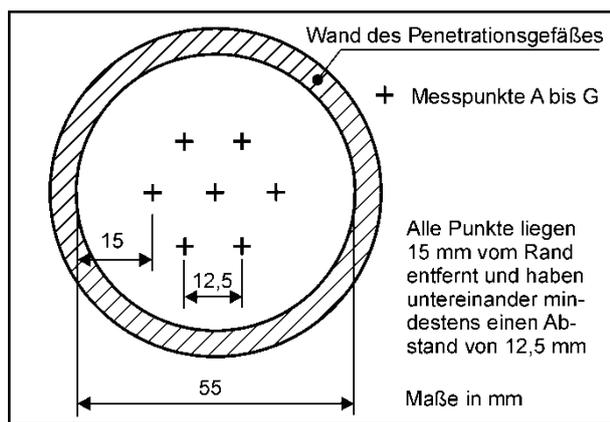


Bild 2: Messpunktverteilung bei der Einsinktiefmessung

3.24 Eigenschaften des rückgewonnenen Bindemittels

Der Erweichungspunkt RuK wird nach DIN EN 1427 ermittelt. Die Bestimmung der Nadelpenetration erfolgt nach DIN EN 1426. Ansonsten siehe Nrn. 3.22 und 3.23

3.25 Kaltbiegeverhalten - Kaltbiegetemperatur der Bahn

Die Ermittlung des Kaltbiegeverhaltens und der Kaltbiegetemperatur der Bahn erfolgt nach DIN EN 1109. Je Temperaturstufe sind von jeder Bahn fünf Proben der Größe 140 x 50 [mm] zu prüfen.

4 Prüfungen an den Verbundkörpern (Bauartprüfungen)

4.1 Allgemeines

(1) Die Funktionsprüfungen sollen die Eignung und die Funktionsfähigkeit der Dichtungsschicht im Verbund mit der jeweiligen Unterlage und der Splittmastixasphalt-Schutzschicht nachweisen. Die Herstellung der Proben für die Bauartprüfungen (Verbundkörper) erfolgt nach Abschluss der chemischen, physikalischen und technologischen Prüfungen an den Bahnen.

(2) Die Prüfungen erfolgen an V-Proben und B-Proben. Die Beanspruchungen und der Prüfungsablauf sind aus den Diagrammen im Anhang A ersichtlich.

4.2 Herstellung der Verbundkörper

(1) Die für die Herstellung der Verbundkörper benötigten Betonplatten (Grundkörper) werden vom Prüfinstitut gestellt. Die Anzahl ist den Diagrammen im Anhang A zu entnehmen. Die Grundkörper werden ausschließlich versiegelt.

(2) Die Herstellung der Verbundkörper erfolgt unter Aufsicht der Prüfstelle durch den Antragsteller oder durch einen von ihm Beauftragten nach der Ausführungsanweisung des Herstellers. Die angewendeten Verfahren müssen der für die Baustelle vorgesehenen Verarbeitung entsprechen. Verbundkörper, bei denen Hohlstellen festgestellt werden, sind von der Prüfung auszuschließen.

(3) Bei der Herstellung der Verbundkörper sind während bzw. nach den einzelnen Arbeitsgängen vom Prüfinstitut Aufzeichnungen über:

- den Abdichtungsaufbau,
- die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchte,
- die Oberflächentemperatur der Probekörper,
- die Bezeichnung und Beschreibung der Komponenten, die Chargen-Nr., das Mischungsverhältnis, das Auftragsverfahren und die Auftragsmengen des Reaktionsharzes der Versiegelung,
- die Abstreuerung des Reaktionsharzes der Versiegelung (Art und Menge),
- die Bezeichnung, die Beschreibung und die Chargen-Nr. der Bitumen-Schweißbahnen,
- die Temperatur der Klebmasse beim Schweißen der Bitumen-Schweißbahnen,
- die Beschreibung des Brenners, den Brennerabstand und die Vorschubgeschwindigkeit,
- die Rezeptur, die Einbautemperatur, und die Verdichtung (Walze, Anzahl der Übergänge) der Splittmastixasphalt-Schutzschicht und
- die Wartezeiten zwischen den einzelnen Arbeitsgängen

zu fertigen.

(4) Die einzelnen Arbeitsschritte sind fotografisch zu dokumentieren.

4.2.1 Grundkörper

Für Bauartprüfungen nach den Nrn. 4.4 bis 4.7 (Funktionsprüfungen am Verbundkörper) werden Beton-Gehwegplatten nach DIN EN 1339 in einschichtiger Ausführung der Größe 500 x 250 x 50 [mm] benötigt. Im Alter von mindestens 28 d sind die Platten auf der Oberseite durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel (z.B. Sandstrahlen) für das Aufbringen der Reaktionsharzversiegelung vorzubereiten. Dabei soll eine Rautiefe der Oberfläche zwischen 1,0 und 1,5 mm hergestellt werden (siehe ZTV-ING 1-3). Vor dem Auftragen der Versiegelung sind die Platten mindestens 7 d bei Raumtemperatur zu lagern.

4.2.2 Versiegelung

Die Grundkörper sind auf der gesandstrahlten und entstaubten Oberfläche entsprechend den ZTV-ING 6-2 mit Reaktionsharz zu versiegeln. Es dürfen nur Epoxidharze verwendet werden, die eine Grundprüfung nach den TL BEL-EP bestanden haben.

4.2.3 Dichtungsschicht aus Bitumen-Schweißbahnen

(1) Nach dem Erhärten der Versiegelung werden entsprechend des Aufbaus der Dichtungsschicht (Art der Bahnen) die beiden Lagen der Dichtungsschicht eingebaut. Beim Schweißen nach dem Flamm-Schmelz-Klebeverfahren (FSK) soll der Brennerabstand bis ca. 30 cm (maximaler Abstand zwischen aufgerollter Bahn und den Brennerdüsen) und die Vorschubgeschwindigkeit bis ca. 1,5 m pro min betragen. Die Flammenlänge ist über den Druck des Heizgases so zu regeln, dass sich vor der Bahnrolle immer ein Wulst flüssiger Klebmasse befindet. Dadurch ist gewährleistet, dass nicht Flächenteile unverklebt bleiben oder Luft zwischen der Reaktionsharzversiegelung und der Schweißbahn eingeschlossen wird.

(2) Für den Einbau der Dichtungsschicht werden die versiegelten Betonplatten zu 75 cm breiten (drei Platten nebeneinander), der Bahnlänge entsprechenden Flächen zusammengelegt, so dass die Bahnen darauf ausgerollt werden können. Nach dem Abkühlen der Bahnen werden die Platten auseinander geschnitten und überstehende Ränder entfernt.

4.2.4 Schutzschicht

(1) Auf die mit der Dichtungsschicht versehenen Betonplatten wird eine 5 cm dicke Schutzschicht aus Splittmastixasphalt aufgebracht. Die Betonplatten werden dafür auf einem festen, horizontalen Untergrund aus Beton oder Asphalt im Mörtelbett zu einer rechteckigen Fläche zusammengelegt und mit einem stabilen Rahmen aus Holzbalken eingefasst. Um sicherzustellen, dass der Splittmastixasphalt auf den Probeplatten einwandfrei verdichtet wird und ungünstige Randeinflüsse (stärkere Auskühlung und schlechtere Verdichtung) vermieden werden, sollte die Einbaufäche durch eine Reihe gleich großer unbehandelter Betonplatten, die um die Proben herum gelegt werden, vergrößert werden. Der Holzrahmen überragt die Plattenoberfläche um die Dicke der verdichteten Splittmastixasphalt-Schutzschicht. Für das Auf- und Abfahren der Walze sind auf zwei gegenüberliegenden Seiten flache Rampen, z.B. aus Betonbruch, anzuschütten. Vor dem Asphalt-einbau werden auf dem Rahmen die Plattenfugen angezeichnet.

(2) Es ist ein Splittmastixasphalt 0/11 bzw. 0/11 S gemäß den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt (ZTV-Asphalt) und den ZTV-ING 6-2 einzubauen, Einbautemperatur $170\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$. Der Splittmastixasphalt wird von Hand verteilt und mit einer Glattmantelwalze ohne Vibration verdichtet. Nach dem Erkalten werden die Plattenfugen anhand der Markierungen auf dem Rahmen nachgezeichnet und die einzelnen Platten mit einer Steinsäge nass ausgeschnitten.

(3) Eine Deckschicht wird nicht eingebaut.

4.3 Bearbeitung der Verbundkörper

Aus den Verbundkörpern werden Proben für die einzelnen Prüfungen nass geschnitten. Dies geschieht teilweise an unbeanspruchten und teilweise an wärmebeanspruchten Verbundkörpern (siehe Nr. 6.3). Die seitlichen Betonflächen der Proben für die Temperaturwechselbeanspruchung sind wasserdicht mit Reaktionsharz zu beschichten, die Rückseiten zu hydrophobieren (siehe Nr. 6.4). Größe und Anzahl der einzelnen Proben sind den Diagrammen im Anhang A zu entnehmen.

4.4 Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht

(1) Die Abreißfestigkeit der zweilagigen Dichtungsschicht auf der versiegelten Betonunterlage wird in Anlehnung an ZTV-ING 1-3 geprüft.

(2) Die Dichtungsschicht ist um die aufgeklebten Prüfstempel ($\varnothing 50\text{ mm}$) herum bis auf die Unterlage mit einem scharfen Messer senkrecht einzuschneiden (siehe Bild 4). Die Prüfung erfolgt, indem die Stempel mit einem Zugprüfgerät bei $8\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ mit einer Lastanstiegsgeschwindigkeit von 300 N/s senkrecht zur Oberfläche abgezogen werden. Je Temperatur sind fünf Einzelwerte, jeweils an derselben Probe, zu ermitteln.

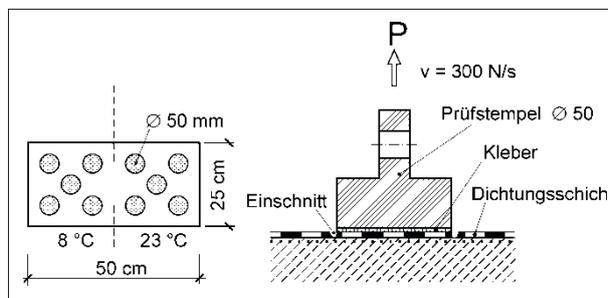


Bild 4: Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht; Anordnung der Prüfstellen, Prüfprinzip

(3) Als Ergebnis ist für jede der beiden Prüftemperaturen der Mittelwert zusammen mit der Standardabweichung und der Spannweite der Einzelwerte auf drei Wert anzeigende Ziffern genau in N/mm^2 anzugeben. Weiterhin sind die Bruchbilder zu beschreiben und ihre Flächenanteile für jede Prüffläche auf 10 % genau abzuschätzen.

(4) Es ist eine Bewertung vorzunehmen, die unterschieden wird zwischen dem Trennfall A (Adhäsionsbruch) bei dem eine Trennung zwischen Dichtungsschicht und versiegelter Unterlage auftritt, wobei die Bruchfläche mindestens 50 % der Stempelfläche betragen muss und dem Trennfall K (Kohäsionsbruch) bei dem die Trennung in der Unterlage, in der Versiegelung, in der Dichtungsschicht oder im Kleber erfolgt.

(5) Beim Trennfall A entsprechen die gemessenen Werte der Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht auf der Unterlage. Beim Trennfall K liegt die Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht auf der Unterlage über diesem Wert. Wenn der Bruch im Kleber erfolgt, kann die Prüfung wiederholt werden. Einzelwerte, denen der Trennfall K zugrunde liegt, werden in die Mittelwertbildung einbezogen, wobei anzugeben ist, dass die tatsächliche Abreißfestigkeit größer ist als der ermittelte Wert. Eine Mittelwertbildung kann nur mit den Prüferten erfolgen, die zum überwiegenden Teil gleiche Bruchformen aufweisen.

(6) Es können folgende Präzisionen für Adhäsionsbrüche zwischen Dichtungsschicht und Unterlage angegeben werden:

- die Zulässige Spannweite der fünf Einzelwerte ist $d_a = 0,81 N/mm^2$,
- die Wiederholbarkeit für zwei Ergebnisse aus fünf Einzelwerten ist $r = 0,26 N/mm^2$,
- die Vergleichbarkeit für zwei Ergebnisse aus fünf Einzelwerten ist $R = 0,52 N/mm^2$ und
- der Vertrauensbereich für ein Ergebnis ist unter Wiederholbedingungen $q_r = \pm 0,18 N/mm^2$ und unter Vergleichsbedingungen $q_R = \pm 0,36 N/mm^2$.

4.5 Abreißfestigkeit der Schutzschicht

(1) Die Prüfung der Abreißfestigkeit der Splittmastixasphalt-Schutzschicht auf der Dichtungsschicht erfolgt bei $8\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und zwar an einer B-Probe - nach Wärmebeanspruchung (siehe Nr. 6.3) und Temperaturwechselbeanspruchung (siehe Nr. 6.4) und einer V-Probe.

(2) Für die Prüfung werden in der Mitte der Proben im Asphalt drei quadratische Prüfflächen von 100×100 [mm] freigeschnitten (siehe Bild 5). Dabei ist der Asphalt mit einem Fugenschneidgerät

bis auf den Beton nass einzuschneiden. Als Vorbereitung für das Aufkleben der stählernen Prüfstempel ist die Asphaltoberfläche im Bereich der Prüffläche trocken anzuschleifen.

(3) Die quadratischen Prüfstempel mit einer Fläche von 100×100 [mm] und einer Dicke von 25 mm werden mit einem geeigneten Reaktionskleber aufgeklebt. Um dabei Luft einschließen zu vermeiden, ist der Kleber auf der Prüffläche als flacher Kegel aufzutragen. Die Prüfstempel sind so aufzusetzen, dass an allen Seiten etwas Kleber herausgedrückt wird. Der Einschnitt ist offen zu halten. Nach Erhärtung des Klebers und mindestens 16-stündiger Temperierung bei der jeweiligen Prüftemperatur werden die Stempel mit einem Zugprüfgerät mit einer Lastanstiegsgeschwindigkeit von $1500 N/s$ senkrecht zur Probenoberfläche abgezogen.

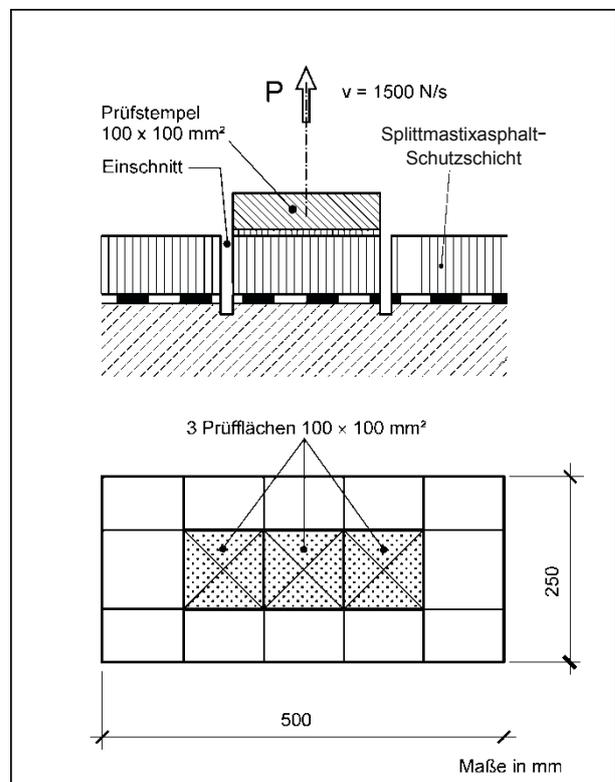


Bild 5: Abreißfestigkeit der Schutzschicht; Schnittführung für das Ausschneiden der Prüfflächen

(4) Als Ergebnis sind für jede der beiden Prüftemperaturen der Mittelwert zusammen mit der Standardabweichung auf drei Wert anzeigende Ziffern genau in N/mm^2 sowie der Mittelwert für den jeweiligen Beanspruchungseffekt in Prozent auf zwei Wert anzeigende Ziffern genau anzugeben. Die Bruchflächen sind in Anlehnung an Nr. 4.4 zu beschreiben, wobei auf eventuell eingedrungene Feuchtigkeit zu achten ist. Bei Versagen in der Klebeebene ist die Prüfung nach Neuverklebung zu wiederholen.

(5) Präzisionen des Verfahrens können derzeit nicht angegeben werden.

4.6 Prüfung der Rissüberbrückung

(1) Die Prüfung erfolgt an einem mit Reaktionsharz nach den TL/TP BEL-EP behandelten, mit der zweilagigen Dichtungsschicht und der Splittmastixasphalt-Schutzschicht versehenen Grundkörper (siehe Nrn. 4.2 ff). Es wird zunächst nur eine B-Probe, nach Wärmebeanspruchung (siehe Nr. 6.3), geprüft. Bei Versagen der B-Probe kann zum Vergleich eine unbeanspruchte V-Probe geprüft werden.

(2) Die Prüfung besteht aus einem dynamischen (wechselnde Rissweiten) und einem statischen Teil (fixierte Rissweite). Sie wird in einer Prüfeinrichtung durchgeführt, die die Möglichkeit einer Proben temperierung zwischen -20 °C und $+70\text{ °C}$ hat und mit der Dauerschwellbelastungen möglich sind.

4.6.1 Dynamische Rissüberbrückung

(1) Die Prüfung wird mit einem speziellen Prüfgerät in einer servo-hydraulischen Prüfmaschine (siehe Bild 6) durchgeführt. Das Prüfgerät ist auf einer Grundplatte aufgebaut, die horizontal auf den T-Nuten-Tisch der Prüfmaschine montiert wird. Es besteht im Wesentlichen aus der Probenhalterung, einem 50 kN-Prüfzylinder und einer zwischen beiden angeordneten 50 kN-Kraftmessdose. Bei der Probenhalterung handelt es sich um einen zweiteiligen Probentisch, deren beide Hälften gegeneinander verschoben werden können. Die linke Hälfte des Probentisches mit stirnseitiger Anschlagplatte ist mit der Grundplatte fest verbunden; die rechte Hälfte mit dem gegenüber stirnseitig angeordneten Querhaupt, an dem der Prüfzylinder angreift, ist über Gleitlager auf zwei Wellen verschiebbar.

(2) Vor dem Einbau der Probe in die Versuchseinrichtung wird zur Erzeugung einer Sollbruchstelle die Probe oberseitig und unterseitig in Plattenmitte quer zur Längsrichtung eingeschnitten (Bild 8). Zuerst erfolgt der Einschnitt im Asphalt. Dann werden am Asphalt über dem Einschnitt beidseitig Blechstreifen mit der Größe $150 \times 25 \times 3$ [mm] zur Fixierung angeklebt. Danach wird die Betonplatte eingeschnitten. Die Tiefe des Einschnitts beträgt im Asphalt ca. 30 mm und im Beton ca. 40 mm.

(3) Der Einbau erfolgt, indem die Probe auf den Probentisch gelegt wird und die Laschen mit der Anschlagplatte am festen bzw. mit dem Querhaupt am beweglichen Teil der Probenhalterung verschraubt werden. Außerdem werden die Laschen an den Längsseiten der Betonplatte verklebt. Dies muss so geschehen, dass keine Zwängungen in der Probe entstehen. Nach dem 48-stündigen Aushärten des Klebers werden die Blechstreifen vom Asphalt entfernt. Anschließend werden die Verbindungslaschen entfernt und auf beiden

Seiten der Betonplatte über dem Schlitz direkt unterhalb der Schweißbahn Wegaufnehmer angebracht.

(4) Vor Beginn der dynamischen Prüfung wird zunächst bei Raumtemperatur ein erster Riss im Beton und im Asphalt erzeugt. Die Probe wird dafür einer langsam ansteigenden, sinusförmig an- und abschwelenden Zugbeanspruchung (Frequenz 5 Hz) bis zum Bruch im Beton und im Asphalt (erkennbarer Riss bzw. starker Abfall der Kraft) ausgesetzt. Nach Entlasten der Probe (Kraft = 0) folgt mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1,0 mm/min eine fünfmalige Rissbewegung zwischen 0,1 und 0,3 mm. Dann wird der Riss auf den kleinstmöglichen Wert zurückgefahren (Kraft = 0) und die Probe mindestens 16 h auf $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ temperiert. Während der Temperierung wird die Kraft nachgeregelt (Kraft = 0).

(5) Durch eine Dauerschwellbelastung wird anschließend eine Rissbewegung von $0,2\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ bei einer Frequenz von 0,03 Hz in Form einer Trapezfunktion erzeugt, die überlagert wird von einer sinusförmigen Rissbewegung $\pm 0,05\text{ mm}$ mit einer Frequenz von 5 Hz (siehe Bild 7: $W_{T,o} = 0,3\text{ mm}$ und $W_{T,u} = 0,1\text{ mm}$).

(6) Die Prüfung wird verformungsgeregelt durchgeführt. Die Regelung erfolgt über den Wegaufnehmer, der bei der Rissöffnung die größere Rissweite anzeigt. Insgesamt wird die Probe mit 1.000 (0,03 Hz Trapez) und 100.000 (5 Hz Sinus) Rissbewegungszyklen beansprucht. Da eine visuelle Risserkennung während des Versuchs außer an den Kanten nicht möglich ist, sind der Kraftverlauf und insbesondere die Höchstkräfte der einzelnen Zyklen aufzuzeichnen. Nach dem Bruch des Asphalts und dem damit verbundenen Kraftabfall würde ein weiterer deutlicher Kraftabfall auf eine Schwächung der Dichtungsschicht durch Risse hindeuten.

(7) Nach 1.000 (Trapez) bzw. 100.000 (Sinus) Risswechseln wird der Versuch bei Rissweite 0,1 mm angehalten. Nach Umstellung der Prüfmaschine auf Kraftregelung wird der Riss anschließend mit 1,0 mm/min bis zum Erreichen einer Kraft = 0 geschlossen. Die Probe wird dann mindestens 16 h auf Raumtemperatur temperiert, wobei die Kraft nachgeregelt wird (Kraft = 0). Die sich am Ende der Temperierphase bei Kraft = 0 einstellende Rissöffnung wird festgehalten. Sie dient als Ausgangsposition für die folgende statische Belastungsfunktion.

4.6.2 Statische Rissüberbrückung

(1) Ist ein offensichtlicher Durchriss der Dichtungsbahn, einschließlich der Trägereinlage, nicht erkennbar, wird der Riss mit 1,0 mm/min auf $1,0\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ geöffnet und fixiert.

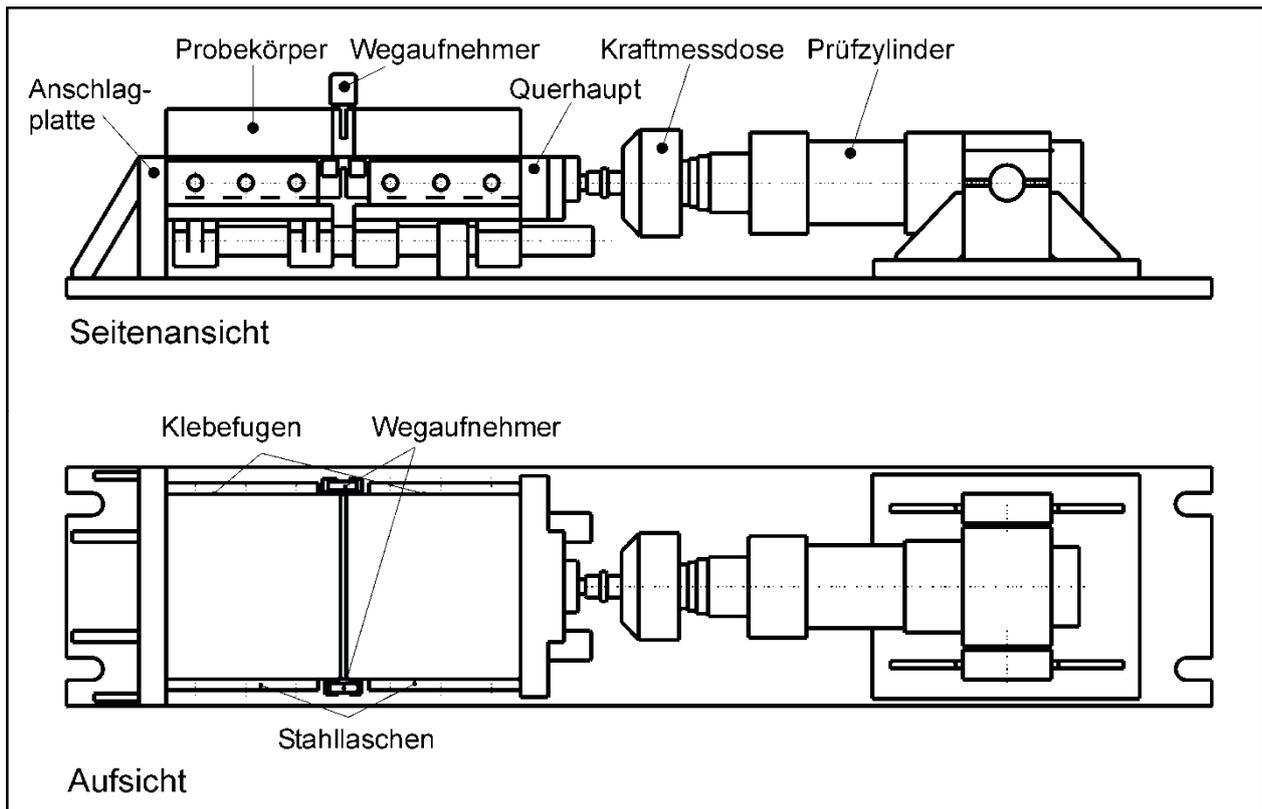


Bild 6: Prüfung der Rissüberbrückung; Prüfeinrichtung

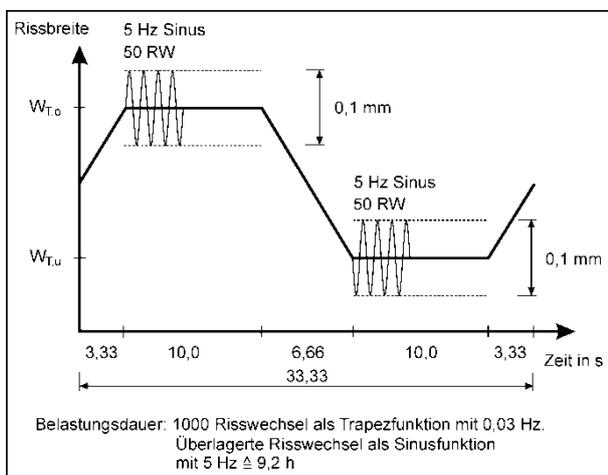


Bild 7: Prüfung der Rissüberbrückung; Belastungszyklus der dynamischen Prüfung

(2) Die Probe wird in fixiertem Risszustand auf eine Temperatur von $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ aufgeheizt und bei dieser Temperatur 7 d lang beansprucht. Während dieser Zeit wird der Verlauf der Kraft, die notwendig ist, um die Rissöffnung aufrecht zu erhalten, gemessen. Nach Ablauf der 7 d wird die Probe vollends entlastet und die Temperierung abgeschaltet. Nach Erreichen der Umgebungstemperatur wird die Probe ausgebaut.

(3) Anschließend wird der Asphalt entfernt, indem die Probe umgedreht und bei 120 °C an den überstehenden Stahllaschen aufgehängt bzw. unter-

stützt wird, so dass der Asphalt flach über dem Boden hängt und sich unter dem Eigengewicht ablöst. Um festzustellen, ob und wie weit die Trägereinlage im Rissbereich geschädigt wurde, ist diese vorsichtig vom Asphalt bzw. Beton zu lösen (evt. mit Heißluft), mit Toluol zu extrahieren und unter dem Mikroskop zu untersuchen.

4.6.3 Ergebnisse und Bewertung

- (1) Es gelten die Anforderungen nach den TL BEL-B 2.
- (2) Im Prüfbericht ist anzugeben, ob die Dichtungsschicht durch Risse in der Trägereinlage beschädigt worden ist.
- (3) Bei der Bewertung werden die Randbereiche von 5 cm Breite nicht berücksichtigt (siehe Bild 8).

4.7 Prüfung der Schubfestigkeit

(1) Die Prüfung der Schubfestigkeit der System-schichten untereinander (Verbundfestigkeit) wird an B-Proben nach der Wärmebeanspruchung (Nr. 6.3) und der Temperaturwechselbeanspruchung (Nr. 6.4) und an V-Proben durchgeführt. Die Proben werden aus mit dem Belag versehenen Grundkörpern (Verbundkörpern) geschnitten (nass). Das Schneiden geschieht nach der Wärmebeanspruchung und vor der Temperaturwechsellagerung. Vier B-Proben werden innerhalb von 24 h nach der Temperaturwechselbeanspruchung bei Klima 23/50-2 gemäß DIN 50014 geprüft.

(2) Bild 9 zeigt die verwendeten Definitionen für den Bruchzustand. Es sind für qualitativ unterschiedliche Verläufe der Schubspannungs-Verschiebungsweg-Kurven die als Schubspannungen im Bruchzustand gewählten Punkte der Kurven durch den Buchstaben B gekennzeichnet.

(3) Die Prüfung erfolgt in einer Belastungseinrichtung nach Bild 10, die in eine Druckprüfmaschine eingebaut wird. Sie besteht aus zwei Last verteilenden oberen und unteren Querhäuptern, die seitlich von zwei Führungssäulen stabilisiert und in vertikaler Richtung verschieblich geführt werden.

(4) Das Gewicht des oberen Querhauptes wird durch zwei Schraubenfedern in der Achse der Führungssäulen ausgeglichen. Die Kraft wird über zwei verstellbare winkelförmige Widerlager aus Stahl in Probenlängsrichtung eingeleitet und wirkt unter einem Winkel von $11,5^\circ$ auf die Scherfläche⁵⁾. Die Widerlager sind beweglich gelagert, so dass während des Scherversuchs eine zwangungsfreie Beanspruchung der Probe gewährleistet ist. Die Anschlagwinkel sind so einzustellen, dass die Schenkel genau mit der Betonkante bzw. der Asphaltkante in der Abdichtungsebene abschließen. Die Proben sind vor der Prüfung mindestens 24 h im Prüfklima zu lagern.

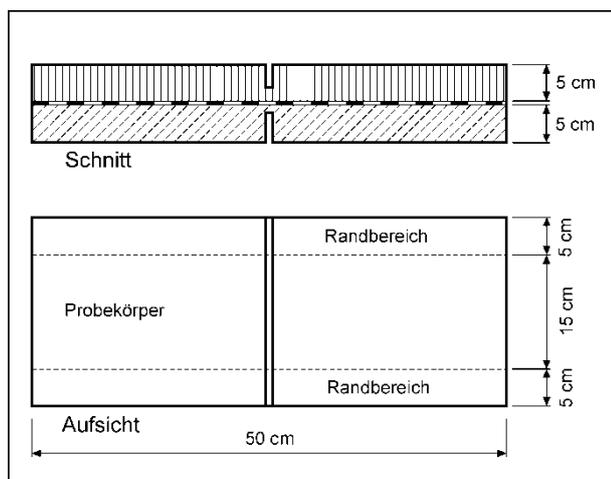


Bild 8: Probekörper mit Kennzeichnung der Randbereiche

(5) Die Prüfung erfolgt mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 10 mm/min. Die Lastverformungskurve ist aufzuzeichnen. Als kennzeichnende Größe wird die maximale Schubspannung τ , die sich aus der maximalen Last und der Scherfläche errechnen lässt, nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\max \tau = \frac{\max P}{F} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

mit:

$\max P$ = Maximallast [N]

F = Scherfläche = 250×100 [mm]

(6) Darüber hinaus wird der Schubverzerrungswinkel γ (in Bogenmaß) berechnet:

$$\gamma = \arctan \frac{s}{d} \text{ [-]}$$

mit:

s : Verschiebungsweg beim Erreichen der Maximallast [mm]

d : Dicke der Dichtungsschicht [mm]

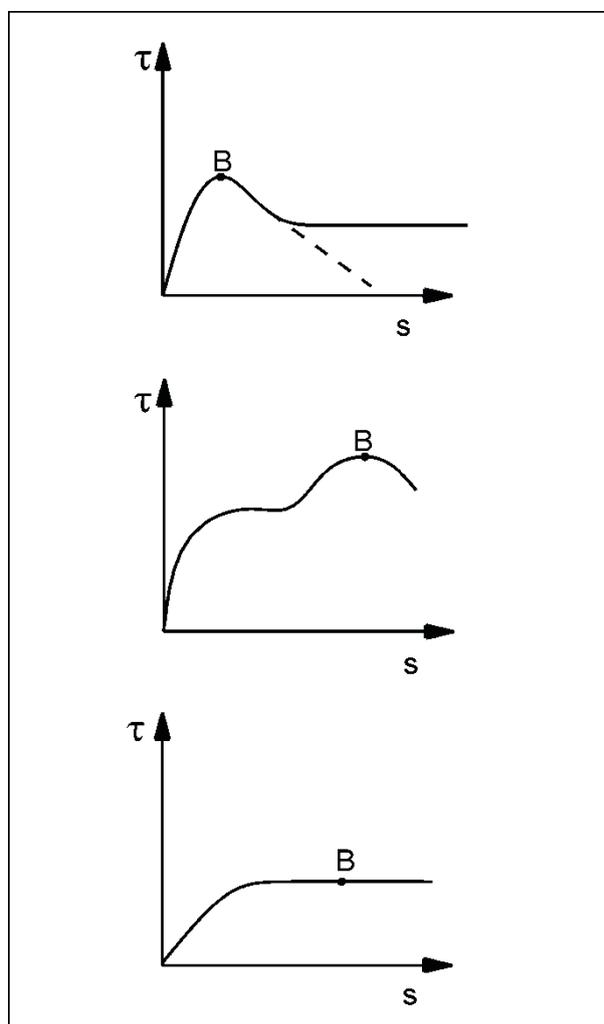


Bild 9: Definitionen der Schubspannungen im Bruchzustand für qualitativ unterschiedliche Schubspannungs-Verschiebungsweg-Kurven

⁵⁾ Der Winkel ist abhängig von der Probenlänge. Für die Probenlänge 25 cm beträgt der Winkel $11,5^\circ$.

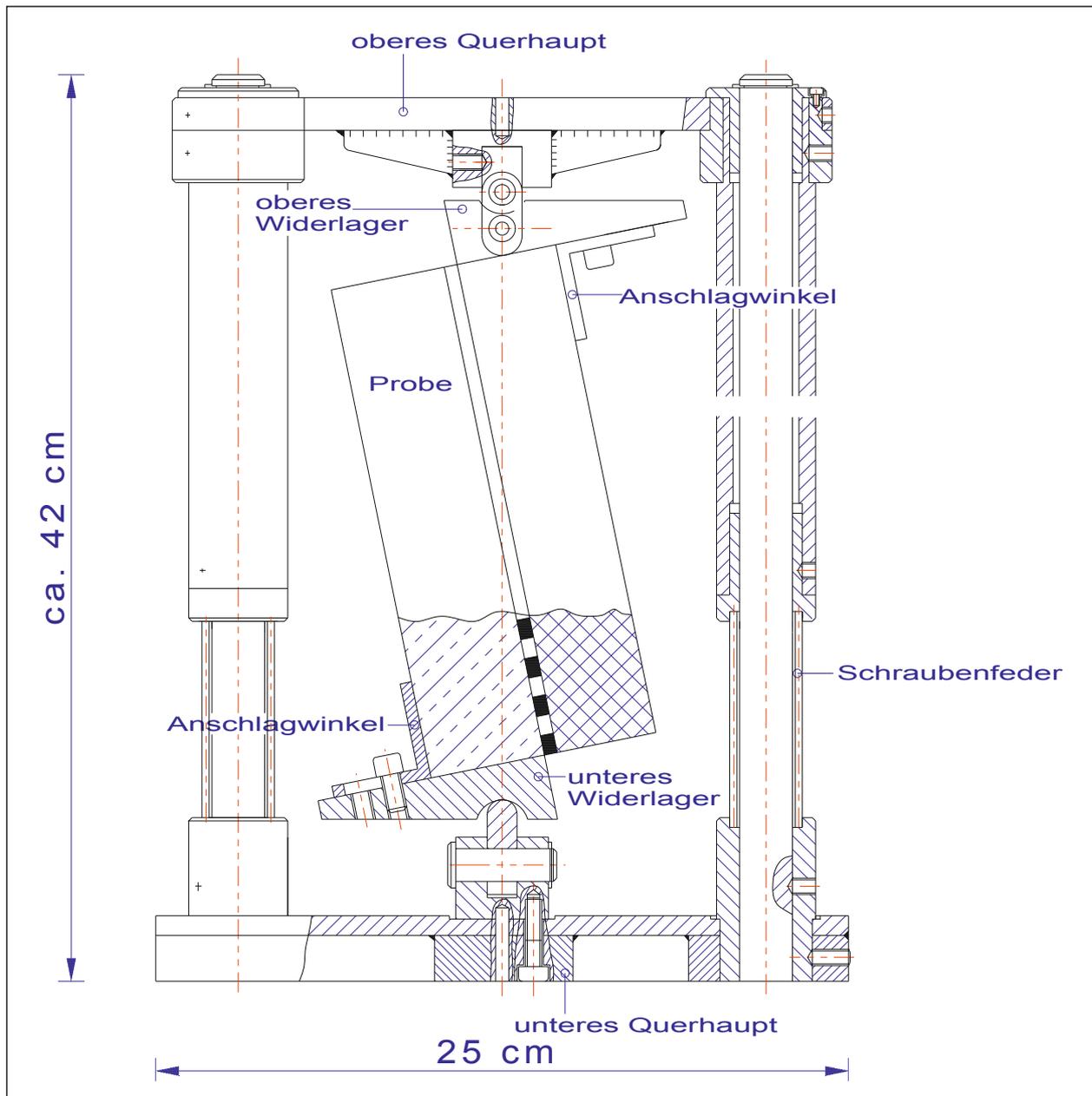


Bild 10: Belastungseinrichtung für den Schubversuch

(7) Als Ergebnis werden größter und kleinster Einzelwert, Standardabweichung und Mittelwert von drei Versuchen auf zwei Wert anzeigende Ziffern genau in N/mm^2 angegeben. Ebenso sind die Lage der Bruchfläche sowie eventuell eingedrungene Feuchtigkeit zwischen Dichtungsschicht und Asphalt festzustellen. Die abgeschobene Asphaltunterseite ist auf Hohlstellen und Kavernen zu untersuchen.

(8) Für die Schubfestigkeit können folgende Prüffehler angegeben werden:

- die Zulässige Spannweite der Einzelwerte ist $d_a = 0,175 \text{ N/mm}^2$,
- die Wiederholbarkeit für zwei Ergebnisse aus je drei Einzelwerten ist $r = 0,086 \text{ N/mm}^2$,

- die Vergleichbarkeit für zwei Ergebnisse aus je drei Einzelmessungen ist $R = 0,172 \text{ N/mm}^2$ und
- der Vertrauensbereich für ein Ergebnis ist unter Wiederholbedingungen $q_r = \pm 0,051 \text{ N/mm}^2$ und unter Vergleichsbedingungen $q_R = \pm 0,102 \text{ N/mm}^2$.

(9) Für den Effekt infolge Temperaturwechselbeanspruchung gilt für den Vertrauensbereich (Signifikanzgrenze) unter Wiederholbedingungen $q_r = \pm 0,086 \text{ N/mm}^2$, und unter Vergleichsbedingungen $q_R = \pm 0,172 \text{ N/mm}^2$. Für die Vergleichbarkeit von zwei Effekten gilt $R = 0,290 \text{ N/mm}^2$.

4.8 Prüfung auf Hohlstellen nach dem Einbau der Schweißbahnen

Nach dem Erkalten ist jede Bahnenlage durch federndes Abklopfen mit einem Holzstab auf Hohl-

stellen zu untersuchen. Diese sind ggf. in ihrer Größe zu bestimmen. In der gleichen Weise werden bei dem Referenzobjekt auch die Überlappungsnähte geprüft, die außerdem visuell zu beurteilen und auf Fehlstellen zu untersuchen sind.

4.9 Verklebungsprüfung

Zur Bestimmung des Flächenanteils unverklebter Stellen auf der Unterseite der Bahn werden Probekörper nach der Prüfung der Abreißfestigkeit (siehe Nrn. 4.4, 4.5 und 5.2) verwendet. Der Flächenanteil der Hohlräume wird unter Verwendung von transparentem Millimeterpapier ausgezählt. Es werden mindestens drei Flächenstücke aus unterschiedlichen Proben untersucht. Angegeben wird das Verhältnis der verklebten Fläche zur Gesamtfläche in % (Verklebungsgrad). Sofern bei einer bestimmten Temperatur der Abriss nicht in der Kontaktzone zwischen Klebeschicht und Versiegelung erfolgt, muss die Prüftemperatur variiert werden.

5 Prüfungen beim Einbau des Belages

5.1 Allgemeines

Die Applikationsprüfungen lassen Aussagen über die Eignung der Dichtungsbahnen für das vorgesehene Verarbeitungsverfahren in Verbindung mit der Unterlage und der Splittmastixasphalt-Schutzschicht zu. Die Untersuchungen erfolgen bei der Herstellung auf einer Brücke, die als Referenzobjekt dient. Während der Ausführung des Referenzobjektes sind folgende Untersuchungen durchzuführen bzw. sind Angaben zu folgenden Punkten zu protokollieren:

- a) Neigung der Brückentafel in Längs- und Quer- richtung,
- b) Luft-, Bauwerks- und Taupunkttemperatur,
- c) Zustand der Grundierung, Versiegelung bzw. Kratzspachtelung nach Augenschein,
- d) Übereinstimmung der Verarbeitungsverfahren und der Materialien mit der Grundprüfung; Probenahme aller Materialien für Identitätsprüfungen im Labor,
- e) Verhalten der Bahnen beim Verlegen; Messung der Temperatur in der Klebemasse,
- f) Untersuchung der verlegten Bahnen auf Hohlstellen durch Abklopfen (siehe Nr. 4.8),
- g) Prüfung der Abreißfestigkeit der Bahn (siehe Nr.4.4),
- h) Bestimmung des Verklebungsgrades (siehe Nr. 4.9),

- i) Splittmastixasphalt-Schutzschicht:
 - Dicke,
 - Einbau von Hand oder maschinell,
 - Einbautemperatur,
 - Standfestigkeit der Dichtungsschicht beim Einbau der Schutzschicht,
 - Verschieben der Bahnen untereinander und zum Rand (siehe Nr. 5.3),
 - Abreißfestigkeit der Schutzschicht (siehe Nr. 4.5).
- j) Schäden durch Befahren der Abdichtung und
- k) Fotodokumentation.

5.2 Abreißfestigkeit

Im Hinblick auf die Prüfung der Abreißfestigkeit auf einer Brücke sind zu den Ausführungen in den Nrn. 4.4 und 4.5 folgende Ergänzungen zu machen:

- Die Prüfung der Abreißfestigkeit darf nur im Temperaturbereich zwischen 8 °C und 23 °C vorgenommen werden.
- Die Messung der jeweils maßgebenden Temperatur erfolgt unmittelbar an der Trennfläche des Abreißkörpers.
- Der Anforderungswert für die Abreißfestigkeit bei der jeweiligen Prüftemperatur wird durch lineare Interpolation der in den TL BEL-B 2 festgelegten Werte ermittelt.

5.3 Standfestigkeit der Dichtungsschicht beim Einbau der Splittmastixasphalt-Schutzschicht

(1) Die Standfestigkeit der Dichtungsschicht beim Einbau der Splittmastixasphalt-Schutzschicht auf geneigten Flächen wird an dem Referenzobjekt untersucht. Die Brückentafel sollte dafür eine Längsneigung von mindestens 4 % aufweisen.

(2) Nach dem Einbau der beiden Lagen der Dichtungsschicht werden auf der oberen Lage, mit ihren Spitzen in die Trägereinlage der Bahn hineinreichend, zwei bis drei nagelförmige Metallmarken befestigt. Es sollte möglichst eine Stelle gewählt werden, an der drei Bahnen der oberen Lage überlappen (Stoß über Naht). Die Abstände der Marken untereinander und zu zwei Punkten am Fahrbahnrand werden gemessen. Die Marken sollten so angeordnet werden, dass sie innerhalb einer Fläche von etwa 30 x 30 [cm] in den drei überlappenden Bahnen befestigt sind. Für den Asphalteinbau werden sie mit zwei Lagen Glasgewebe überdeckt.

(3) Nach dem Einbau und dem Verdichten der Schutzschicht werden der noch heiße Asphalt und die Glasgewebestücke über den Messmarken wieder vorsichtig entfernt (ohne die Marken zu verschieben) und die Marken erneut eingemessen. Die Verschiebung der Bahnen untereinander und gegenüber dem Rand wird festgestellt.

6 Beanspruchungen

6.1 Allgemeines

Zum Nachweis der Beständigkeit und der dauerhaften Erfüllung der geforderten Funktion unter Praxisbedingungen werden die Systemeigenschaften Abreißfestigkeit, Schubfestigkeit und Rissüberbrückung auch nach den im Folgenden beschriebenen Einwirkungen untersucht. Der Einfluss der verschiedenen Beanspruchungen ergibt sich aus dem Vergleich der Ergebnisse von V- und B-Proben. Der den Einfluss kennzeichnende Effekt wird als Differenz zweier Ergebnisse der geprüften Zielgröße ermittelt. Die Effekte werden in % bezogen auf den Ausgangswert angegeben. Ein positives Vorzeichen „+“ bedeutet Zunahme, ein negatives Vorzeichen „-“ die Abnahme des Messergebnisses infolge des jeweiligen Einflusses. Die genaue Probenanzahl und die Prüfungen ergeben sich aus den Diagrammen im Anhang A.

6.2 Hitzebeanspruchung

Die Beanspruchung durch heißen Splittmastixasphalt erfolgt bereits während der Herstellung der Verbundkörper beim Einbau der Schutzschicht (siehe auch 4.2.4).

6.3 Wärmebeanspruchung

(1) Zur Simulation sommerlicher Temperaturen im Belag infolge starker Sonneneinstrahlung werden die Verbundkörper einer Wärmebestrahlung ausgesetzt. Dies geschieht z.B. in einer Bestrahlungseinrichtung mit fünf Wärmelampen zu je 375 Watt. Die Wärmestrahler sind an einem an den Seiten offenen Gestell befestigt und so angeordnet, dass eine Fläche von 1 x 1 [m] möglichst gleichmäßig erwärmt wird. Die Verbundkörper-Typ B werden zu Flächen 1 x 1 [m] zusammengelegt. Die Oberflächentemperatur des Asphaltes wird über den Abstand der Wärmestrahler von den Proben geregelt.

(2) Etwa 2 h nach dem Einschalten der Wärmestrahler soll die Temperatur unter dem Strahlungskegel $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und zwischen den Strahlungskegeln $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ betragen. Bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C wird dies mit einem Abstand von ca. 50 cm zwischen den Glaskolben der Wärmestrahler und der Asphaltoberfläche erreicht.

(3) Die Proben werden über eine Zeitschaltung 40 Bestrahlungszyklen ausgesetzt. Ein Zyklus besteht aus 6 h Bestrahlung und 6 h Abkühlung.

6.4 Temperaturwechsel- / Wasserbeanspruchung

(1) Die Temperaturwechsel- / Wasserbeanspruchung erfolgt an Verbundkörpern, deren Seitenflächen vorher wasserdicht mit einem Reaktionsharz versiegelt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der Bereich zwischen Dichtungsbahn und Splittmastixasphalt-Schutzschicht nicht verschlossen wird, um einen direkten Wasserzutritt in diesem Bereich zu ermöglichen. Die Rückseiten der Platten sind zu hydrophobieren.

(2) Die Temperaturwechselbeanspruchung muss in einer geschlossenen Prüfruhe mit Umluft-, Heizungs-, Kühl- und Flutungseinrichtung durchgeführt werden. Die Beanspruchung beginnt mit einer 24-stündigen Vorlagerung in Wasser bei Raumtemperatur. Die Verbundkörper werden waagrecht, mit der Betonseite nach unten, in die Prüfruhe gelegt. Der Abstand der Platten untereinander und zu den Wänden der Prüfruhe muss mindestens 10 cm betragen. Die Medientemperaturen T in der Prüfruhe müssen so geregelt werden, dass sie im Verlauf des folgenden Prüfzyklus in einem Abstand von $10\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ vom Mittelpunkt jeder Plattenoberfläche innerhalb der zulässigen Toleranzen liegen.

(3) Die Vorlagerung im Wasser erfolgt bei $T = 20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 24 h (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende).

(4) Der Prüfzyklus setzt sich zusammen aus:

- 3 h Abkühlung mit Luft auf $T = -20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen 20 °C und -20 °C beträgt $\pm 3\text{ °C}$),
- 4 h Lagerung bei $T = -20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$,
- 15 min Erwärmung mit Wasser auf $T = 20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (Wasserüberdeckung mindestens 5 cm),
- 105 min Wasserlagerung bei $T = 20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$,
- 90 min Aufheizen mit Luft auf $T = 60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (zulässige Abweichung vom linearen Temperaturverlauf zwischen 20 °C und 60 °C beträgt $\pm 3\text{ °C}$),
- 4 h Luftlagerung bei $T = 60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$,
- 15 min Abkühlen mit Wasser auf $T = 20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (Wasserüberdeckung mindestens 5 cm) und
- 105 min Wasserlagerung bei $T = 20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (einschließlich Entleeren innerhalb von maximal 15 min am Ende).

(5) Ein Zyklus dauert etwa 16,5 h. Die gesamte Temperaturwechselbeanspruchung umfasst 20 Zyklen. Für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Prüfruhe ist eine ausreichende Bewegung von Luft und Wasser sicherzustellen. Ein Temperaturfühler ist im Abstand von $10\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ von der Oberfläche einer Probe zu positionieren. Die Prüftemperatur ist kontinuierlich aufzuzeichnen.

7 Normen und sonstige Technische Regelwerke

7.1 Normen

DIN EN 58: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Probenahme bitumenhaltiger Bindemittel

DIN EN ISO 62: Kunststoffe - Bestimmung der Wasseraufnahme

DIN EN 444: Zerstörungsfreie Prüfung; Grundlagen für die Durchstrahlprüfung von metallischen Werkstoffen mit Röntgen- und Gammastrahlen

DIN EN 1109: Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für Dachabdichtungen - Bestimmung des Kaltbiegeverhaltens

DIN EN 1110: Abdichtungsbahnen-Bitumenbahnen für Dachabdichtungen - Bestimmung der Wärerstandfestigkeit

DIN EN 1339: Platten aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 1426: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Nadelpenetration

DIN EN 1427: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des Erweichungspunktes - Ring- und Kugel-Verfahren

DIN EN 1850-1: Abdichtungsbahnen - Bestimmung sichtbarer Mängel - Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen.

DIN EN 1928: Abdichtungsbahnen - Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen - Bestimmung der Wasserdichtheit.

DIN 1996-6: Prüfung von Asphalt - Rückgewinnung des Bindemittels - Bestimmung des Bindemittelgehaltes

DIN EN 12311-1: Abdichtungsbahnen - Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen - Bestimmung des Zug- und Dehnungsverhaltens

DIN 12449: Laborgeräte aus Papierfaserstoffen; Extraktionshülsen

DIN 18191: Textilglasgewebe als Einlage für bituminöse Bahnen

DIN 18192: Verfestigtes Polyestervlies als Einlage für Bitumen- und Polymerbitumenbahnen - Begriff, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung

DIN 50014: Klimate und ihre technische Anwendung - Normalklimate

DIN 51451: Prüfung von Mineralölerzeugnissen und verwandten Produkten - Infrarotspektrometrische Analyse - Allgemeine Arbeitsgrundlagen

DIN 52100-2: Naturstein und Gesteinskörnungen - Gesteinskundliche Untersuchungen - Allgemeines und Übersicht

DIN 52123: Prüfung von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

DIN 52617: Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten von Baustoffen

DIN 53353: Prüfung von Kunstleder und ähnlichen Flächengebilden; Bestimmung der Dicke mit mechanischen Testgeräten; Ausgabe Juni 1971

DIN 53377: Prüfung von Kunststoff-Folien - Bestimmung der Maßänderung

DIN 53568-1: Prüfung von Kunststoff, Kautschuk und Elastomeren - Bestimmung des Glührückstandes ohne chemische Vorbehandlung der Probe.

7.2 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien

ZTV-ING: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

ZTV Asphalt-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbestigungen aus Asphalt

7.3 Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften

TL BEL-B 2: Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton

TL BEL-EP: Technische Lieferbedingungen für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton

TP BEL-EP: Technische Prüfvorschriften für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton

Anhang A

Schema des Prüfungsablaufs, Diagramme

Tabelle 1: Probenmaterial

Material	Menge	Bemerkungen
Reaktionsharz und Abstreusand	Material für ca. 5 m ² Versiegelung aus einer Charge	mit Grundprüfungszeugnis und Unbedenklichkeitserklärung; Das Restmaterial ist vom Antragsteller zurückzunehmen
untere Lage: Bitumen-Schweißbahn	mindestens 15 m ² aus einer Charge	
obere Lage: Bitumen-Schweißbahn	mindestens 15 m ² aus einer Charge	Angaben zu Art und Anteil der Polymeren
Trägereinlagen	je mindestens 2 m ²	Verfestigungsart (Polyestervlies)
Splittmastixasphalt SMA 11 S 170 °C ± 10 °C	ca. 0,5 t	Bezug und Einbau seitens Antragsteller
Betonplatten 500 x 250 x 50 [mm]	10 Platten (+ 5 Reserveplatten)	stellt das Prüfinstitut

Tabelle 2: Chemische, physikalische und technologische Prüfungen an der Trägereinlage

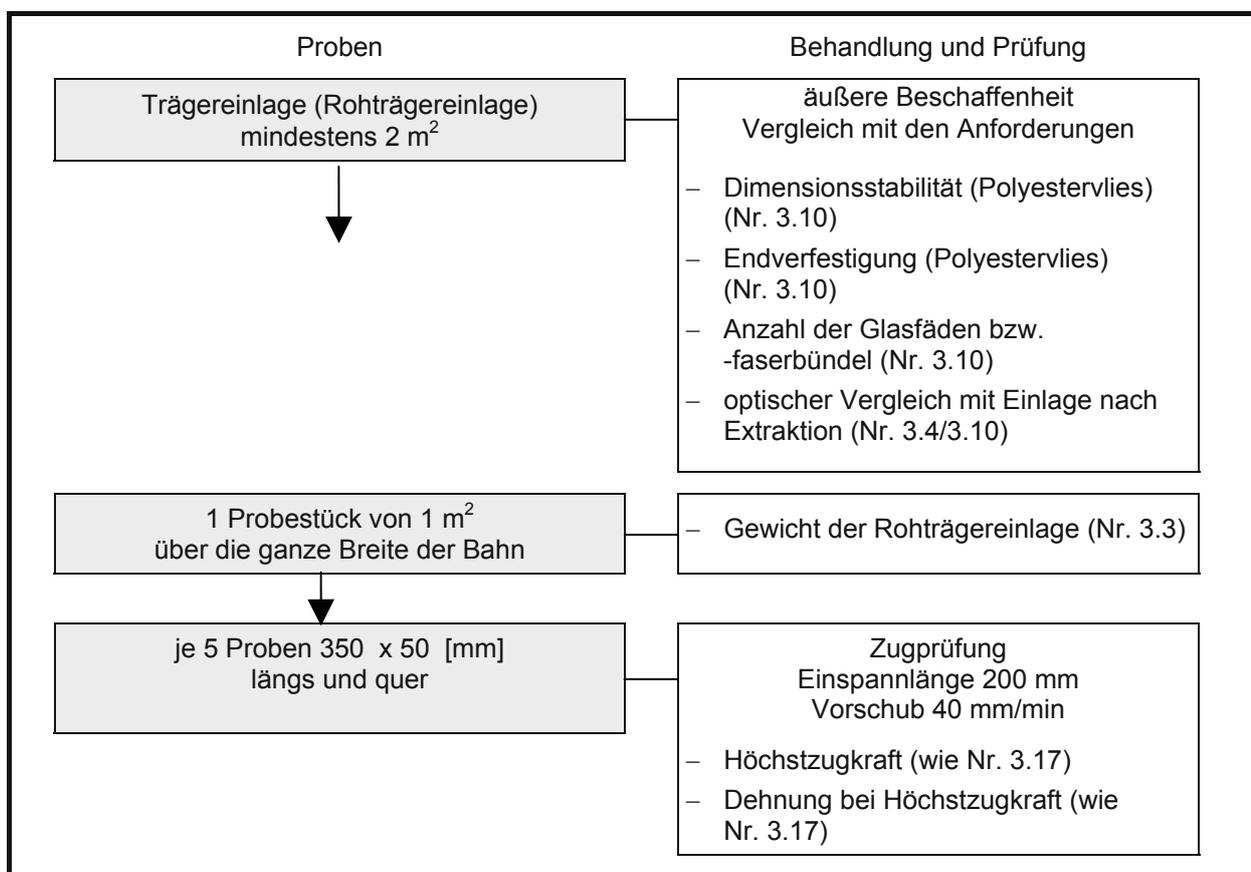
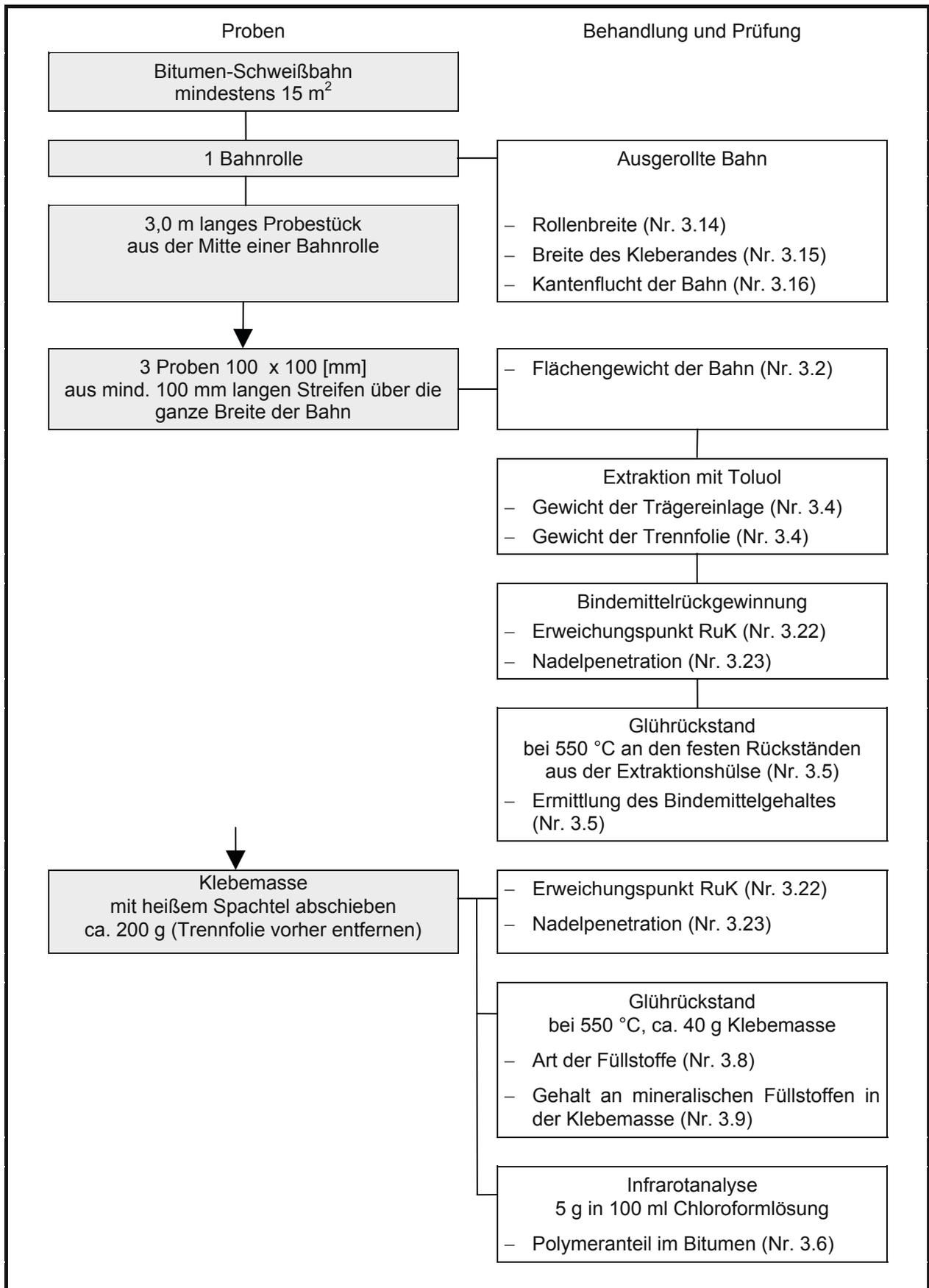
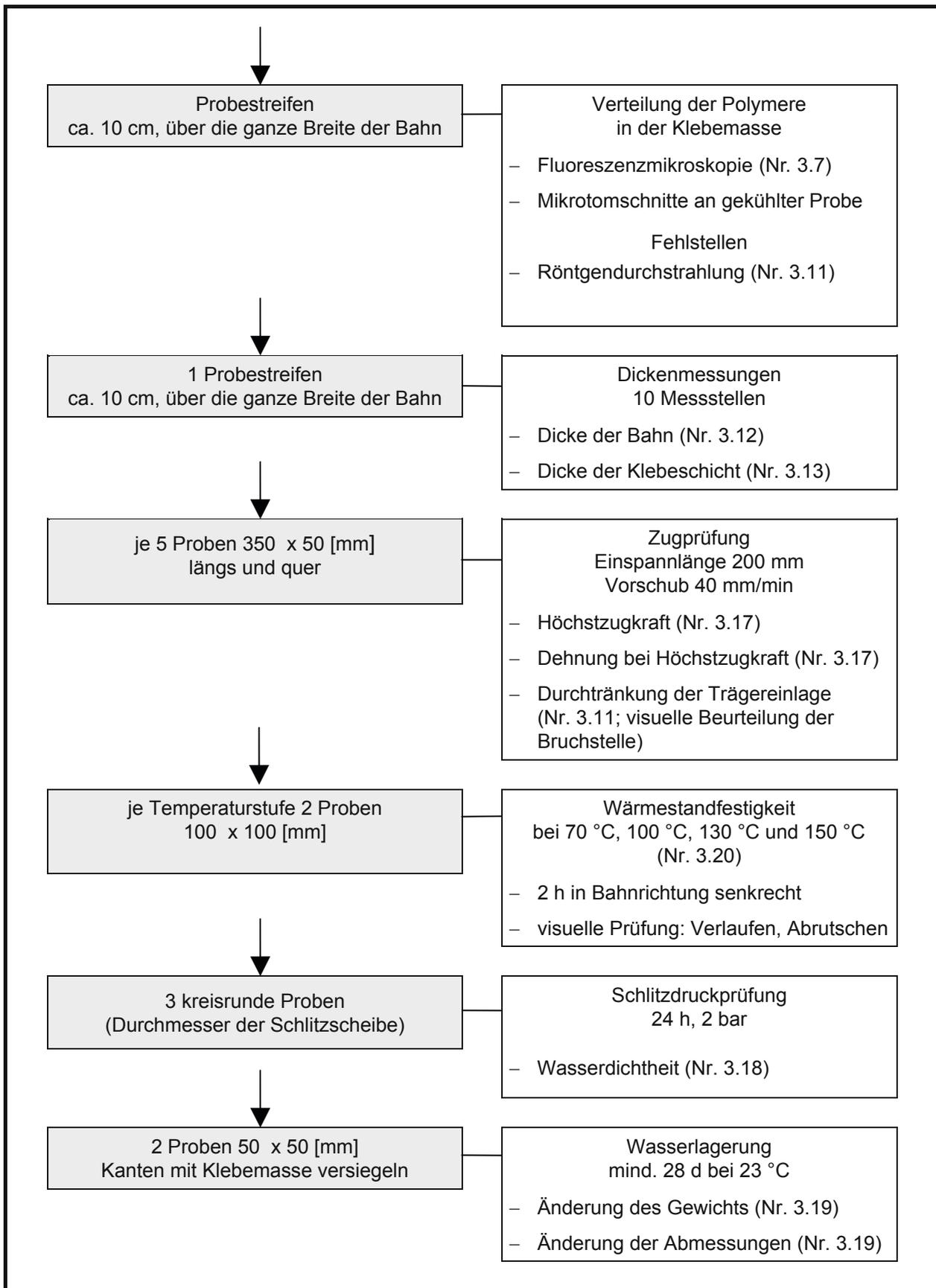


Tabelle 3: Chemische, physikalische und technologische Prüfungen an den Bahnen



noch **Tabelle 3**



noch **Tabelle 3**

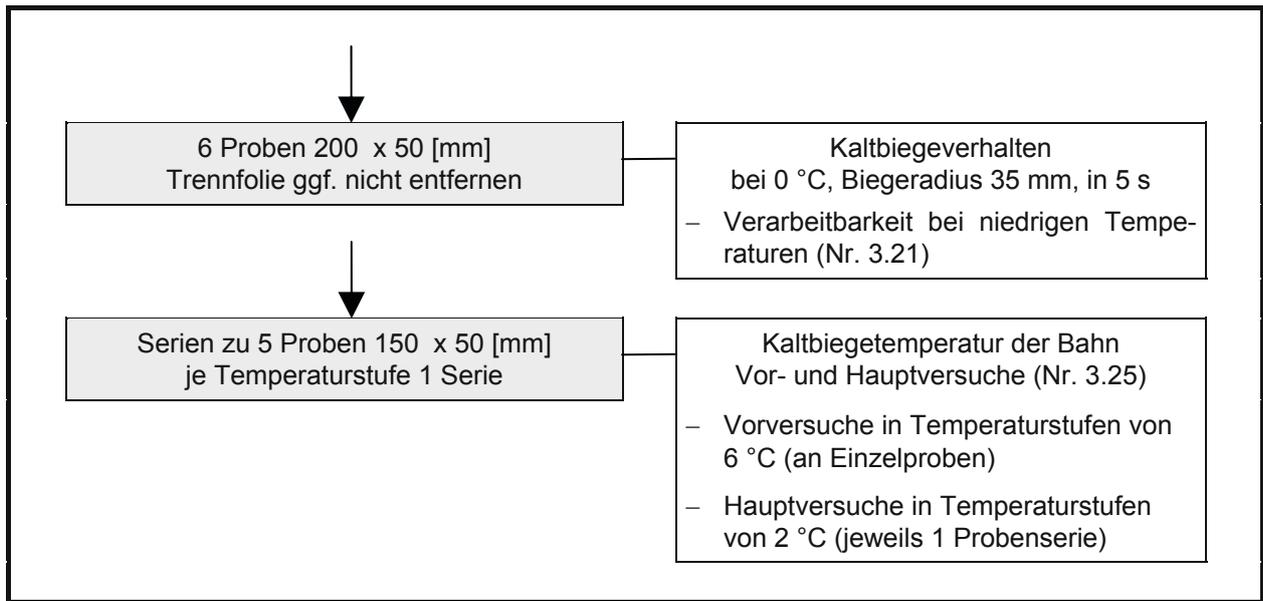


Tabelle 4: Prüfungen an den Verbundkörpern Abreißfestigkeit der Dichtungsschicht

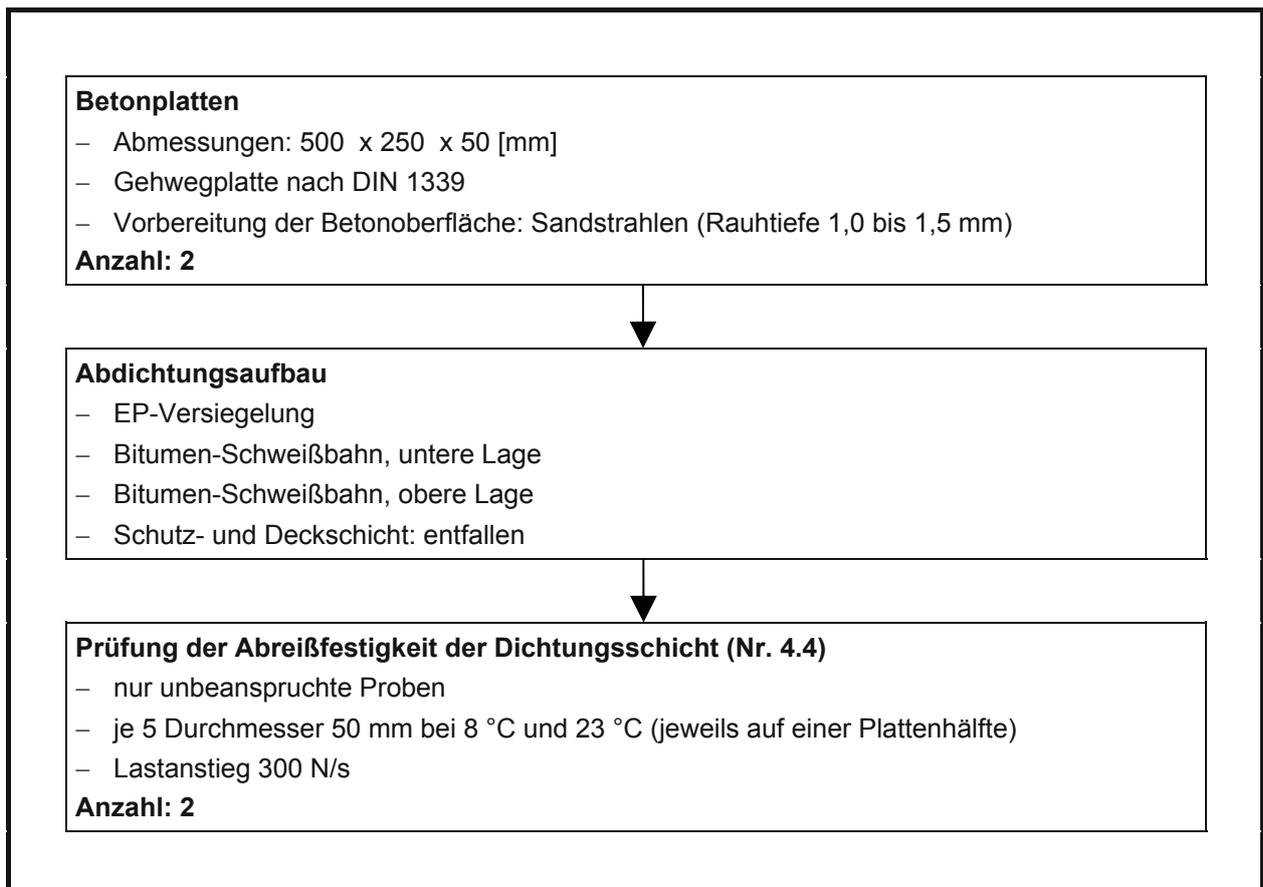


Tabelle 5: Prüfungen an den Verbundkörpern, Abreißfestigkeit der Schutzschicht

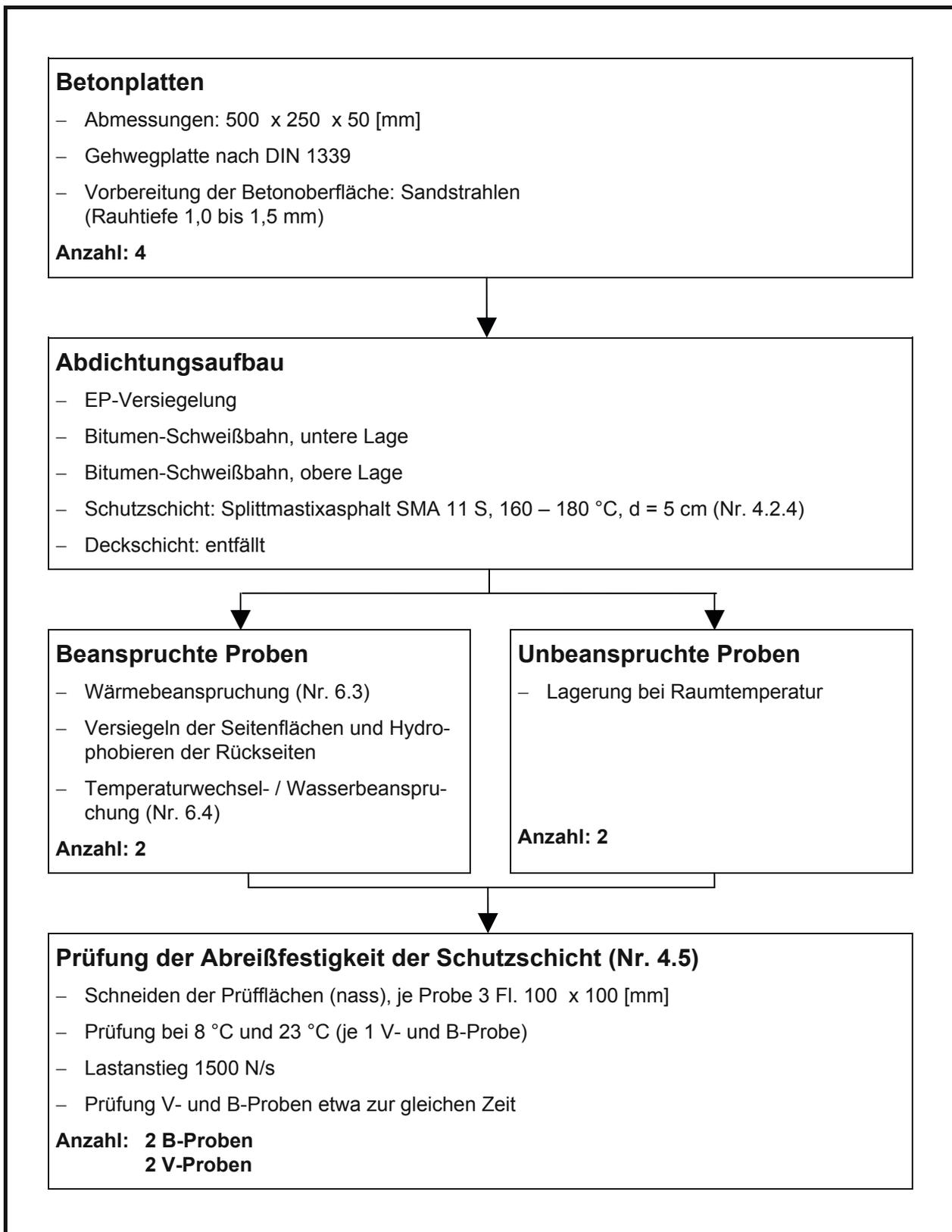


Tabelle 6: Prüfungen an den Verbundkörpern, Prüfung der Rissüberbrückung

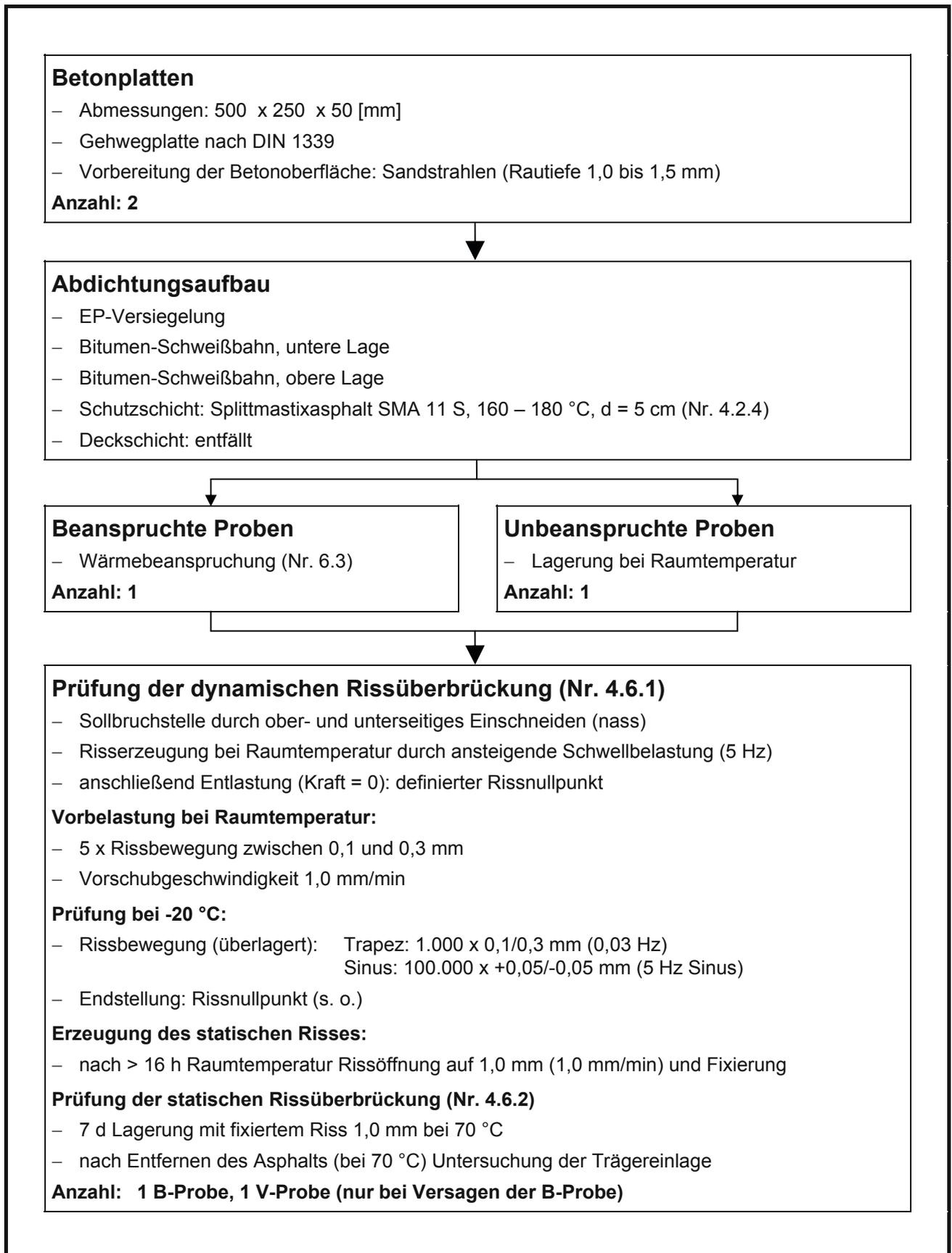


Tabelle 7: Prüfungen an den Verbundkörpern, Prüfung der Schubfestigkeit

Betonplatten

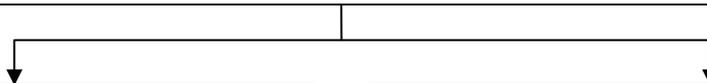
- Abmessungen: 500 x 250 x 50 [mm]
- Gehwegplatte nach DIN 1339
- Vorbereitung der Betonoberfläche: Sandstrahlen (Rauhtiefe 1,0 bis 1,5 mm)

Anzahl: 2



Abdichtungsaufbau

- EP-Versiegelung
- Bitumen-Schweißbahn, untere Lage
- Bitumen-Schweißbahn, obere Lage
- Schutzschicht Splittmastixasphalt SMA 11 S, 160 – 180 °C, d = 5 cm (Nr. 4.2.4)
- Deckschicht wie vor



Beanspruchte Proben

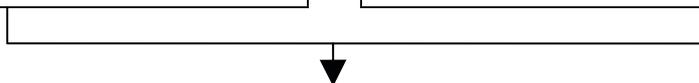
- Wärmebeanspruchung (Nr. 6.3)
- Schneiden der Einzelproben (250 x 100 [mm])
- Versiegeln der Seitenflächen und Hydrophobieren der Rückseiten
- Temperaturwechsel-/Wasserbeanspruchung (Nr. 6.4)

Anzahl: 1 x 4

Unbeanspruchte Proben

- Lagerung bei Raumtemperatur
- Schneiden der Einzelproben (250 x 100 [mm])

Anzahl: 1 x 4



Prüfung der Schubfestigkeit (Nr. 4.7)

- ggf. 3 mm Stahlblech auf den Asphalt kleben
- Prüfung bei 23 °C (je 4 V- und B-Proben 250 x 100 [mm])
- Vorschubgeschwindigkeit 10 mm/min
- Prüfung V- und B-Proben etwa zur gleichen Zeit

**Anzahl: 1 x 4 B-Proben
1 x 4 V-Proben**

Erläuterung zur Systematik von Technischen Veröffentlichungen der FGSV

R steht für Regelwerke:

Solche Veröffentlichungen regeln entweder, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen (R 1), oder empfehlen, wie diese geplant oder realisiert werden sollten (R 2).

W steht für Wissensdokumente:

Solche Veröffentlichungen zeigen den aktuellen Stand des Wissens auf und erläutern, wie ein technischer Sachverhalt zweckmäßigerweise behandelt werden kann oder schon erfolgreich behandelt worden ist.

Die Kategorie **R 1** bezeichnet Regelwerke der 1. Kategorie:

R 1-Veröffentlichungen umfassen Vertragsgrundlagen (ZTV – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien, TL – Technische Lieferbedingungen und TP – Technische Prüfvorschriften) sowie Richtlinien. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Sie haben, insbesondere wenn sie als Vertragsbestandteil vereinbart werden sollen, eine hohe Verbindlichkeit.

Die Kategorie **R 2** bezeichnet Regelwerke der 2. Kategorie:

R 2-Veröffentlichungen umfassen Merkblätter und Empfehlungen. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung als Stand der Technik.

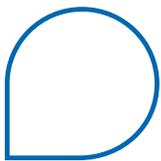
Die Kategorie **W 1** bezeichnet Wissensdokumente der 1. Kategorie:

W 1-Veröffentlichungen umfassen Hinweise. Sie sind stets innerhalb der FGSV, jedoch nicht mit Externen abgestimmt. Sie geben den aktuellen Stand des Wissens innerhalb der zuständigen FGSV-Gremien wieder.

Die Kategorie **W 2** bezeichnet Wissensdokumente der 2. Kategorie:

W 2-Veröffentlichungen umfassen Arbeitspapiere. Dabei kann es sich um Zwischenstände bei der Erarbeitung von weitergehenden Aktivitäten oder um Informations- und Arbeitshilfen handeln. Sie sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt; sie geben die Auffassung eines einzelnen FGSV-Gremiums wieder.

FGSV 784/3



FGSV
DER VERLAG

Herstellung und Vertrieb:

FGSV Verlag GmbH

Wesselinger Str. 15-17 · 50999 Köln

Tel. 02236 3846-30

info@fgsv-verlag.de · www.fgsv-verlag.de

**An die Neugliederung der TL/TP-ING
redaktionell angepasst, März 2023
ISBN 978-3-941790-60-5**