



Universität der Bundeswehr München

Institut für **Werkstoffe**
des Bauwesens

Bauchemie und Werkstoffe des
Bauwesens
Bitumen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. K.-Ch. Thienel

Wintertrimester 2021

Inhaltsverzeichnis

	1
1 Einleitung	3
2 Bituminöse Baustoffe	4
3 Bitumen	5
3.1 Eigenschaften des Bitumens	5
3.2 Bitumenarten [4, 5]	5
3.2.1 Heißbitumen	6
3.2.2 Verschnittbitumen	7
3.2.3 Bitumenemulsionen	8
3.2.4 Alterung des Bitumens	8
3.2.5 Verhalten gegenüber Chemikalien	9
3.2.6 Verarbeitbarkeit	9
3.2.7 Weitere Eigenschaften	10
3.2.8 Umweltrelevante Daten	10
3.3 Prüfverfahren	11
3.3.1 „Allgemeine“ Prüfverfahren zur Klassifizierung von Bitumen	11
3.3.2 Weiterführende Prüfverfahren	13
3.3.3 Zusätzliche Prüfverfahren für Polymermodifiziertes Bitumen (PmB)	13
3.4 Anwendungsgebiete im Bauwesen	14
3.4.1 Bitumen	14
3.4.2 Bitumenemulsionen	16
3.4.3 Spezialbitumen	16
3.5 Fugenvergussmassen	16
4 Asphalt	17
4.1 Eigenschaften	17
4.1.1 Anwendungsgebiete im Bauwesen	17
4.2 Herstellung von Asphalt	17
4.2.1 Wiederverwendung von Ausbauasphalt (Recycling)	18
4.3 Weitere Anwendungsgebiete von Asphalt	18
5 Teer, Teerpech [2]	20
6 Abdichtungen	21
6.1 Anwendungsbereiche	21
6.2 Bituminöse Stoffe für Abdichtungen	22
6.3 Abdichtungskonstruktionen	22
6.4 Verarbeitung	23
7 Literatur	24

Das vorliegende Skript basiert im Wesentlichen auf [1-3]. Bilder und Diagramme wurden den in der Literaturliste aufgeführten Werken entnommen.

1 Einleitung

Ausgangspunkt für alle Arten von Erdölen, Naturasphalten und Bitumen sind die Ablagerungen abgestorbener Organismen auf dem Meeresgrund. Durch die Einwirkung hoher Drücke, Temperaturen und günstiger Randbedingungen konnten im Verlauf von Millionen Jahren Erdöle entstehen. Unterschiedliche Randbedingungen haben die Öle so geprägt, dass charakteristische Eigenschaften entstanden, die auch entscheidend für die Rohölauswahl zur Bitumenproduktion sind.

Die heute vorhandenen Öle konnten zum Teil durch das Entweichen der leicht flüchtigen Bestandteile und durch chemische Veränderungen (begünstigt durch den Luftsauerstoff) selbst zu bitumenähnlichen Stoffen werden. Derartige Umwandlungsprodukte werden als Asphalt (Erdpech) und Ozokerit (Erdwachs) bezeichnet. Asphalte sind Mischungen von Asphaltene und Maltenen (lösliche Oxidbitumen mit Anteilen von Harzen).

In der Geschichte der Menschheit spielen die Asphalte seit über 5000 Jahren eine wechselnd große Rolle. Schon 3200 v. Chr. wurde Asphalt im Zweistromland als Baustoff verwendet. Später berichtete Cassius Dio darüber: „dort in Babylon sah Trajan den Asphalt, mit dem man die Mauern gebaut hat, denn zusammen mit Ziegeln oder Kies gibt er ein so festes Material, dass man Mauern damit errichten kann, die stärker sind als Felsen und alle Art Eisen.“ Diese Art des Mörtelersatzes in Mesopotamien wurde im Verlaufe der Zeit noch verfeinert. So weiß die Bibel zu berichten, dass selbst der Turm zu Babel unter Zuhilfenahme von Asphalt gemauert worden war. Weitere Dokumente belegen, dass es in Indien schon 3000 v. Chr. Hofbefestigungen aus Asphalt gegeben hat. Einen ganz wesentlichen Beitrag zum Asphaltstraßenbau hat Nebukadnezar geleistet: „Die Straßen von Babylon, die mein Vater Nabopolassar mit Asphalt und Ziegeln glatt gemacht hatte, habe ich mit Asphalt und Ziegeln zu einer Hochstraße verstärkt.“ Auch zu den jetzt aktuellen Prüfverfahren gibt Plinius schon Hinweise: „... das Bitumen, das bildsam und träge ist, nicht zerrissen werden kann, denn es klebt an allem, was mit ihm in Berührung kommt. Es bleibt ein langer Faden, der in klebrige Masse getaucht ist, daran hängen.“

2 Bituminöse Baustoffe

Bei den bituminösen Baustoffen handelt es sich um organische Werkstoffe, die im Bauwesen häufig verwendet werden. Bei ihrer Anwendung stehen weniger die Festigkeitseigenschaften, sondern mehr Eigenschaften wie z. B. Klebefähigkeit, Dichtigkeit und Verformbarkeit im Vordergrund. Sie werden vorwiegend im Straßenbau als Bindemittel sowie als Kleb-, Sperr- und Verhütungsmittel im Wasser- und Hochbau eingesetzt.

Die Begriffe sind folgendermaßen definiert:

Bitumen: Bitumen sind dunkelfarbige halbfeste bis springharte Kohlenwasserstoffgemische, die bei der Destillation geeigneten Erdöls als Rückstand anfallen.

Asphalt: Asphalt ist ein Gemisch aus Gesteinskörnung und Bitumen als Bindemittel. Die Gesteinskörnung wird durch das Bitumen miteinander verklebt.

Naturasphalt: Erdölhaltiges Gestein, aus dem die leichteren (kohlenstoffärmeren) Bestandteile verdunstet sind.

Teerpech: Teerpech wird durch die trockene Destillation von Stein-, Braunkohle und anderen fossilen Brennstoffen hergestellt.

3 Bitumen

3.1 Eigenschaften des Bitumens

Bitumen sind schwer-flüchtige dunkelfarbige Vielstoffgemische, die neben Kohlenwasserstoffen und Kohlenwasserstoffderivaten, noch Schwefel, Sauerstoff und Stickstoff enthalten können. Bitumen ist ein Thermoplast. Es besteht aus:

- einer öligen Phase (Matrix) = Maltene mit einer Molekülmasse von 500 - 1000
- einer festen Phase (Füller) = Asphaltene mit einer Molekülmasse von 5000 - 100000

Die Asphaltene können von einer Schutzschicht aus Asphaltarzen umgeben sein. Die Einheit Asphaltene - Asphaltarze wird als Mizelle bezeichnet (Bild 1). Die Anteile dieser Phasen im Vielstoffgemisch sind temperaturabhängig. Bitumen überstreicht in den für den Straßenbau wichtigen Bereichen die Aggregatzustände fest bis flüssig. Die Temperaturbereiche dieser Zustände sind abhängig von den jeweiligen Bitumensorten.

Die Struktur des Bitumens entspricht der eines Sols (siehe Skript „Einführung in die Bauchemie“), das ist eine kolloidale Lösung der Asphaltene in den Maltene, ohne dass ein steifes Traggerüst entsteht. Die mechanischen Eigenschaften, im Besonderen die Festigkeit, Verformbarkeit und Temperaturbeständigkeit, hängen entscheidend vom Verhältnis Maltene/Asphaltene ab. Als nichtkristalliner Werkstoff sind die Eigenschaften des Bitumens in hohem Maße temperaturabhängig (thermoplastisch). Bitumen besitzt keinen definierten Schmelzpunkt, sondern einen Erweichungspunkt. Unterhalb der Temperatur, bei der die Erweichung eintritt, verhält sich Bitumen relativ spröde, oberhalb dieser Temperatur ist es gut verformbar und zeigt viskose Eigenschaften.

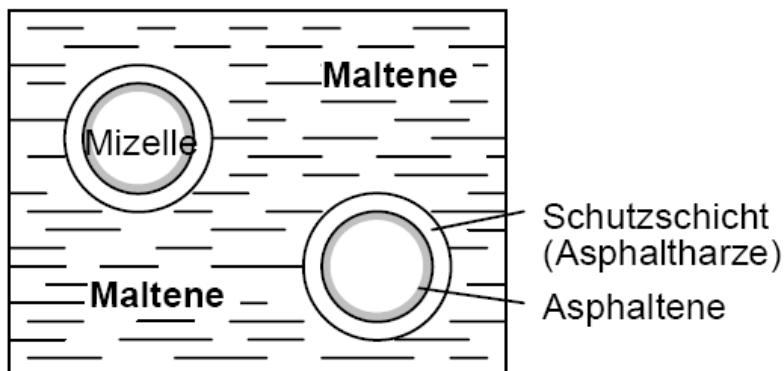


Bild 1: Schematischer Aufbau von Bitumen [2]

Eine Verkettung der Asphaltene untereinander wird durch die Schutzschicht aus Asphaltarzen verhindert. Beim Oxidationsbitumen (geblasenes Bitumen) wird diese Schutzschicht durch Einblasen von Luft zerstört, so dass ein starres Gerüst aus Asphaltene mit der Struktur eines Gels entsteht.

3.2 Bitumenarten [4, 5]

Je nach Art und Anzahl der bei der Bitumenherstellung durchlaufenen Verfahrensschritte werden viskose bis spröde Produkte erhalten. Die Unterscheidung der Bitumenarten erfolgt anhand der Herstellungsverfahren, der Anwendungsgebiete sowie der Konsistenzdaten. Die Zusammenhänge der einzelnen Bitumenbezeichnungen bzw. Zubereitungen aus Bitumen sind in der DIN EN 12597[6] definiert und in Bild 2 dargestellt.

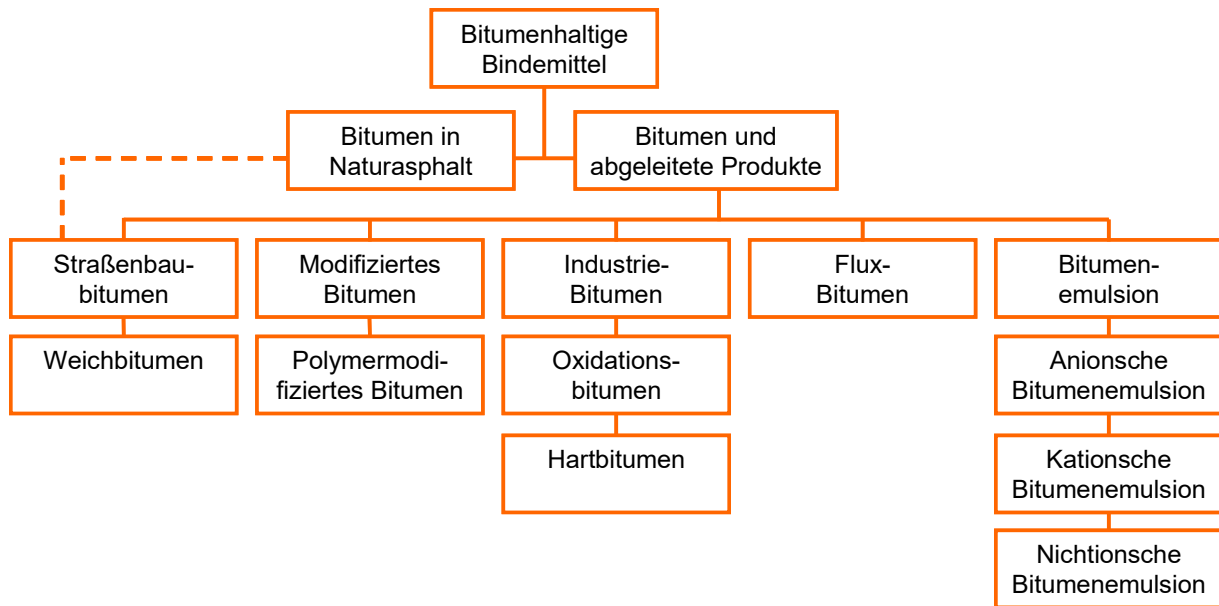


Bild 2: Zusammenhänge zwischen Bitumenbezeichnungen und Zubereitungen aus Bitumen

Nach ihren Eigenschaften können Bitumen in folgende Hauptgruppen unterteilt werden:

- Heißbitumen
- Verschnittbitumen
- Bitumenemulsionen

3.2.1 Heißbitumen

Heißbitumen müssen vor der direkten Bearbeitung erhitzt werden. Sie werden nach ihrem Erweichungspunkt weiter unterteilt in:

- Destillationsbitumen
- Hochvakuumbitumen
- Oxidationsbitumen

Zu Beginn des Destillationsprozesses in der Raffinerie findet eine Vorwärmung des Rohöls in Wärmetauschern statt. In dem darauffolgenden Röhrenofen erfolgt eine Aufheizung auf 350 °C bis 400 °C. Die Rohöle liegen nun als Dampf - Flüssigkeitsgemisch vor. In diesem Zustand werden sie in den ersten Fraktionierturm mit atmosphärischem Druck geleitet. Die Dämpfe steigen in dem bis zu 50 m hohen Turm hinauf. Der Destillationsturm (Destillationskolonne) besteht aus einer größeren Anzahl von Böden, von denen einige als Trennböden mit der gleichzeitigen Funktion der Fraktionsableitung dienen. Die leichtesten Produkte, wie Methan, Ethan, Butan und Propan, durchströmen den Fraktionierturm und werden am oberen Ende des Turmes aufgefangen. Je nach Siedebereich werden die Produkte (von oben nach unten) am Fraktionierturm abgezogen. Am Boden der Kolonne wird der Rückstand (sogenannter atmosphärischer Rückstand) aufgefangen.

Der atmosphärische Rückstand aus der Rohöldestillation wird wieder in einem Röhrenofen erhitzt und in einen Fraktionierturm mit vermindertem Druck geleitet. In der Vakuumdestillationsanlage wird bei einem Druck von ca. 50 mbar der Rückstand nochmals destilliert. Produkte hierbei sind: Vakuumgasöl, verschiedene Destillate für andere Verwendungszwecke, wie z. B. für Schmieröle, und Vakuumrückstand zur Verarbeitung zu Heizöl oder Bitumen.

Die einzelnen Phasen der Bitumenherstellung sind in Bild 3 schematisch dargestellt.

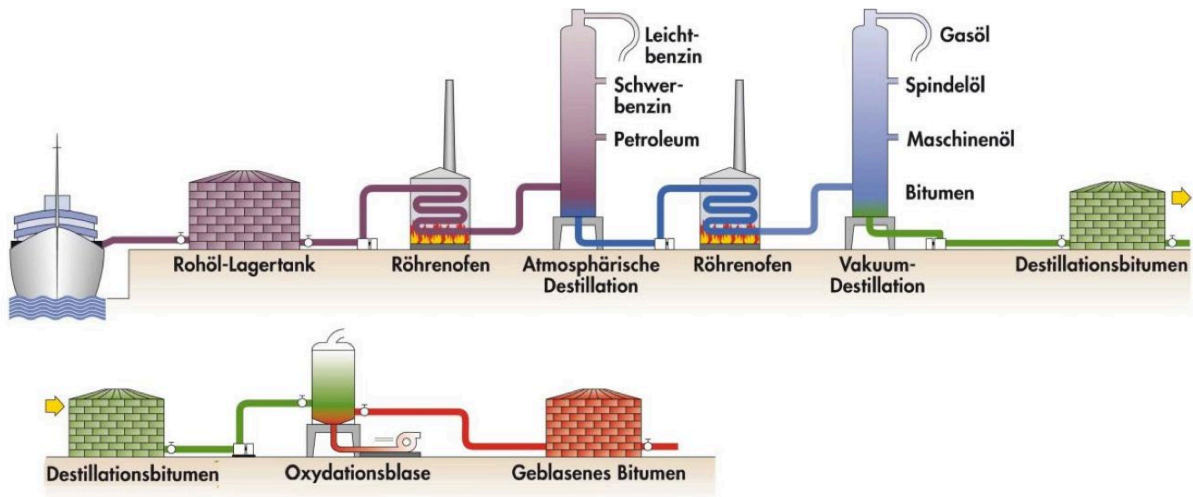


Bild 3: Schema der Bitumenherstellung [7]

Der Rückstand nach der Erdöldestillation, meist unter Anwendung eines Vakuums, wird als Destillationsbitumen bezeichnet. Es hat einen Erweichungspunkt zwischen 27 °C und 72 °C und zeichnet sich durch eine gute Klebefähigkeit und hohe plastische Verformbarkeit aus.

Das **Straßenbaubitumen** wird durch Destillation und ggf. anschließende Oxidation hergestellt. Je nach Art des Rohöls und der Dauer der Destillation erhält man Bitumen mit unterschiedlichen Härtegraden. Je nach Härtegrad wird Destillationsbitumen vorzugsweise im Asphaltstraßenbau zur Herstellung von Walz- oder Gussasphalt, sowie zur Tränkung von Bitumenpappen und -papieren und als Grundstoff für Bitumenemulsionen und -lösungen eingesetzt. Bei entsprechender Einstellung der Vakuumkolonne und geeigneter Rohölauswahl kann Destillationsbitumen auch direkt für den Straßenbau gebrauchsfertig hergestellt werden. Zur Herstellung sehr harter Bitumensorten wird eine besondere Hochvakuum-Destillationstechnik benötigt. Hierbei werden weitere schwere Schmieröldestillate bei besonders geringem Druck abdestilliert. Dazu wird eine separate Anlage benötigt, die der normalen Vakuumdestillation nachgeschaltet ist. Das **Hochvakuumbitumen** hat einen geringeren Ölanteil als Destillationsbitumen und entsprechend einen erhöhten Erweichungspunkt (85 °C bis 140 °C). Es wird für Gussasphalte (in der Regel für Estriche) in Innenräumen angewendet.

Durch Einblasen von Luft in heißflüssiges, weiches Destillationsbitumen wird eine innere Umwandlung erreicht, bei der sich die dispergierten Anteile zu einem Gel zusammenlagern (vgl. Kapitel 3.1). Es entsteht ein Produkt mit einer vergrößerten Plastizitätsspanne (vgl. Kapitel 3.3.1.3), d. h., dass **Oxidationsbitumen** auch bei höheren Temperaturen nicht erweicht bzw. abfließt und bei tiefen Temperaturen nicht versprödet. Das Oxidationsbitumen hat einen Erweichungspunkt von 70 °C bis 175 °C. Weiterhin hat Oxidationsbitumen vergleichsweise hohe Penetrationswerte. Im Bauwesen wird es als Beschichtung und Verklebung für Dachbahnen sowie als Fugenvergussmasse eingesetzt. In der Gummiindustrie findet es Verwendung als Weichmacher für Kautschuk.

3.2.2 Verschnittbitumen

Durch Zugabe von Verschnittölen kann die Verarbeitbarkeit von Bitumen erhöht und der Erweichungspunkt unter Umständen soweit reduziert werden, dass auch ein Kalteinbau des Bitumens möglich ist. Durch langsames Entweichen des Lösungsmittels erhärtet das Verschnittbitumen im Laufe der Zeit.

Sogenannte **Fluxbitumen** sind weiche Bitumenlösungen. Für sie werden Straßenbaubitumen mit hochviskosen Ölen, den sogenannten Fluxölen verschnitten, d. h. vermischt oder fachlich heute richtig "gefluxt", wodurch ihre Viskosität so herabgesetzt wird, dass sie bereits leicht

angewärmt verarbeitet werden können. Fluxbitumen findet hauptsächlich Anwendung im Straßenbau, wird heutzutage allerdings nur noch selten eingesetzt.

Durch den Zusatz natürlicher oder synthetischer Polymere zu Destillationsbitumen mit teilweiser chemischer Vernetzung entstehen **Polymermodifizierte Bitumen (PmB)**. Der Polymerzusatz von 3 bis 5 % bewirkt eine Veränderung des viskoelastischen Verhaltens von Bitumen mit für den Verwendungszweck optimierten Produkteigenschaften wie einer verbesserten Standfestigkeit bei Wärme (erhöhter Erweichungspunkt) und erhöhter Haftung an Gesteinskörnung. Ein wesentlicher Unterschied zum normalen Straßenbaubitumen besteht in der größeren Plastizitätsspanne und in der elastischen Rückformung. Diese elastische Eigenschaft des PmB lässt sich durch viele Prüfverfahren meist nur indirekt nachweisen (vgl. Kapitel 3.3.3). Die wichtigsten Polymergruppen, die heute zur PmB -Herstellung genutzt werden, sind:

PE	Polyethylen
SBR/SBS	Styrol-Butadien-Copolymere/ - Blockcopolymere
EPDM	Ethylen - Propylen - Dien - Terpolymer
EVA	Ethylen - Venylacetat - Copolymer
ACM	Ethylen - Acrylester – Copolymer

Die zur Zeit gebräuchlichste Methode, eine Polymermodifizierung des Bindemittels zu erreichen, ist es, das Polymer in der Raffinerie einzuarbeiten. Je nach der Art des verwendeten Polymers wird auch eine entsprechende Rezeptur zur Einarbeitung des Polymers angewandt. Gebrauchsfertige PmBs haben entsprechend ihrer Bezeichnung vergleichbare Eigenschaften wie Straßenbaubitumen.

3.2.3 Bitumenemulsionen

Bei Bitumenemulsionen ist in der Regel eine wässrige Lösung in der die dispergierte Phase das Bitumen ist [6]. Eine feine Verteilung des Bitumens im Wasser wird durch Emulgatoren stabilisiert. Es bieten sich hierbei zwei Möglichkeiten der Modifizierung an:

- Emulgieren eines polymermodifizierten Bitumens
- Modifizierung einer Bitumenemulsion.

Bei den mit Hilfe von Emulgatoren und ggf. Stabilisatoren (Tonmineralien wie Bentonit) hergestellten Bitumenemulsionen unterscheidet man je nach Ladungscharakter der Bitumenteilchen kationische, anionische oder nichtionische Emulsionen. Beim Vermischen mit Gesteinskörnungen wird die Emulsion gebrochen, d. h. das Bitumen fällt aus und verklebt die Gesteinskörnungen miteinander.

Wie bei den Straßenbaubitumen ist es auch bei Bitumenemulsionen möglich, eine Polymermodifizierung vorzunehmen. Die Modifizierung einer fertigen Bitumenemulsion erfolgt in der Regel durch Zugabe von Polymeren in Latexform (wässrige Dispersion von Natur- oder Kunstkautschuk).

3.2.4 Alterung des Bitumens

Die Alterung des Bitumens lässt sich in drei Gruppen einteilen, die miteinander kommunizieren:

- Verdunstungsalterung (destillative Alterung),
- oxidativer Alterung und
- Strukturalterung.

Die Verdunstungsalterung beruht auf physikalischen Vorgängen. Es werden leichtflüchtige Ölanteile durch thermisch - destillative Vorgänge abgedampft. Mit zunehmender Bitumenhärte nimmt dabei die Neigung zu diesem Vorgang ab. Die oxidative Alterung ist eine chemische Alterung. Der wesentliche Auslöser dieser Alterungsform ist der Luftsauerstoff. Werden die Asphaltene und die Erdöl - Harze vergrößert, kommt es zu einer Strukturalterung. Alle Alterungsformen sind irreversible Prozesse.

Die gealterten Bitumen führen zu einer Verschlechterung des Gebrauchsverhaltens des Asphaltbelages. Sie können in der Folge nicht unbegrenzt als Recycling-Bindemittel eingesetzt werden.

3.2.5 Verhalten gegenüber Chemikalien

Bitumen ist gegen die Einwirkung der meisten anorganischen Säuren, Salze, aggressiver Wässer, Kohlensäure und Alkalien widerstandsfähig. Allerdings gibt es bei der Widerstandsfähigkeit gegenüber starken Säuren neben einer Temperaturabhängigkeit auch eine Abhängigkeit von der oxidierenden Wirkung von Säuren. In der Regel kann man sagen, dass mit zunehmender Bitumenhärte die Widerstandsfähigkeit gegenüber Chemikalien wächst. Chemikalien in flüssiger Konsistenz sind dem Bitumen gegenüber aggressiver als in fester oder gasförmiger Form. Gegenüber Kraftstoffen (Benzin, Diesel), Ölen, Fetten und vielen organischen Lösemitteln ist Bitumen nicht beständig.

3.2.6 Verarbeitbarkeit

Die Verarbeitung eines flüssigen Mediums (Bitumen) erfordert die Einhaltung bestimmter Viskosität. In Bild 4 sind Viskosität und Gebrauchstemperaturen verschiedener Bitumensorten dargestellt.

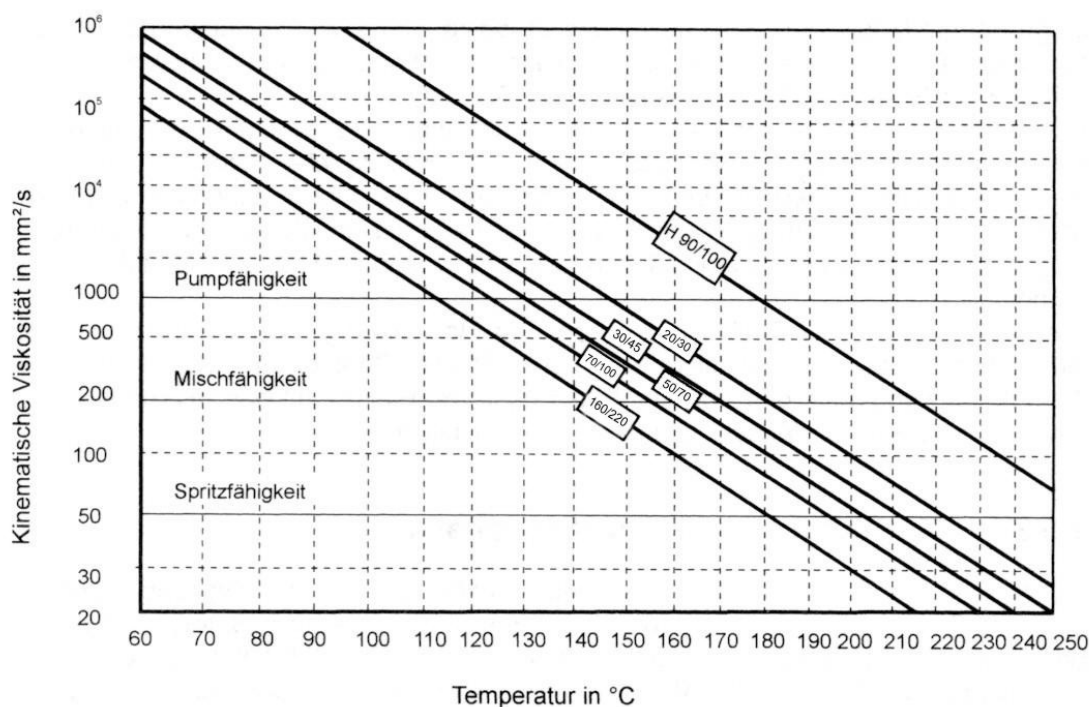


Bild 4: Viskosität und Gebrauchstemperaturen von Bitumen (Erläuterung der Bezeichnung s. Kap. 3.3.1.1)

3.2.7 Weitere Eigenschaften

3.2.7.1 Dichte und Wärmeausdehnungskoeffizient

Die Dichte von Straßenbaubitumen war in der DIN EN 12591 [8] mit min. 1,0 g/cm³ bei 25 °C festgelegt. Die Dichte nimmt mit steigender Härte zu. Der kubische Wärmeausdehnungskoeffizient für Bitumen liegt zwischen 15 °C und 200 °C bei 0,0006 bis 0,00062. Die Wärmeausdehnung von Bitumen ist ca. 20 bis 30 mal so groß wie die von Gesteinskörnungen.

3.2.7.2 Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit von Bitumen beträgt für alle Bitumensorten: 0,16 W/(mK).

3.2.7.3 Elektrische Eigenschaften

Bitumen hat eine geringe elektrische Leitfähigkeit und eine hohe Durchschlagfestigkeit.

3.2.8 Umweltrelevante Daten

Bitumen wird durch „schonende“ Destillation aus Erdöl gewonnen. Es handelt sich um eine reine physikalische Herstellungsmethode, bei der nur die Auswirkungen von Temperatur- und Druckänderungen während des Produktionsprozesses ausgenutzt werden. Keinesfalls darf Bitumen, wie es landläufig oft geschehen mag, mit dem in der Vergangenheit verwendeten Bindemittel Teer (heute Pech) verwechselt werden. Der Grundstoff zur Teerproduktion ist meist Steinkohle, seltener Braunkohle. Teer wird durch thermische Zersetzung von Kohle bei 1200 °C bis 1300 °C gewonnen (vgl. Kapitel 5). Bei dieser Zersetzung entstehen Pyrolyseprodukte, deren Bestandteile (u. a. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK) größtenteils als krebserregend angesehen werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Unterschied Pech/Teer ↔ Bitumen

Pech/Teer	Bitumen
Chemische Herstellungsmethode Zersetzungsprodukte, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) entstehen	physikalische Herstellungsmethode
Benzo(a)pyren als krebserregende Leitsubstanz in Konzentration von 5000 bis 10000 ppm enthalten	Benzo(a)pyrengesamtgehalt 1 bis 5 ppm; um Faktor 1000 bis 10000 geringer als in Pech
keine Heißverarbeitung zugelassen	Emissionen im Asphaltmischwerk beeinträchtigen bei konventionellem Betrieb nicht die Umwelt
bei Wiederverwendung ist die Eluierbarkeit kritischer Stoffe zu beachten	bei Recycling ist eine Heißzugabe möglich
	kein Gefahrenstoff nicht kennzeichnungspflichtig keine sekundären Arbeitsschutzmaßnahmen nötig

Bitumen wird im Rahmen der Wasserschutzverordnung als ein allgemein nicht wassergefährdender Stoff in die Wassergefährdungskategorie 0 (WGK 0) eingeordnet. Die Verwendung von Asphalt in Wassergewinnungsgebieten (RiSTWag) ist ausdrücklich erlaubt.

Werden in diesen Gebieten Baustoffe verwendet, die Bestandteile enthalten, die ausgewaschen werden können, so sind diese mit Heißbitumen zu ummanteln. Bitumen ist somit ein umweltfreundlicher Baustoff, der weder bei der Herstellung in der Raffinerie, bei der Herstellung des Asphaltmischgutes und dem Einbau auf der Straße, noch im Gebrauchszustand als Straßenbefestigung Umwelt belastend ist. Besonders wichtig ist auch, dass Asphalt ohne Probleme dem Recyclingprozess zugeführt werden kann.

3.3 Prüfverfahren

3.3.1 „Allgemeine“ Prüfverfahren zur Klassifizierung von Bitumen

Zur Einteilung (Klassifikation) der Bitumensorten wurden drei Prüfverfahren definiert, die die wesentliche Grundlage zur Klassifizierung der Bitumensorten nach DIN EN 12591 [8] bilden. Die Benennung der Bitumen erfolgt nach der Spanne der Nadelpenetration.

3.3.1.1 Nadelpenetration (DIN EN 1426) [9]

Durch die **Nadelpenetration** werden die Bitumensorten auf ihre „Härte“ untersucht. Es wird die Strecke bestimmt, die eine definierte Nadel bei 25 °C in 5 Sekunden in einen Bitumenkörper eindringt. Der Messwert (in 1/10 mm) ist eine Grundlage zur Einordnung des Bindemittels in die im Straßenbau verwendeten Bitumensorten. Das Prüfverfahren kann bis zu einer Nadelpenetration von 350 1/10 mm angewendet werden.

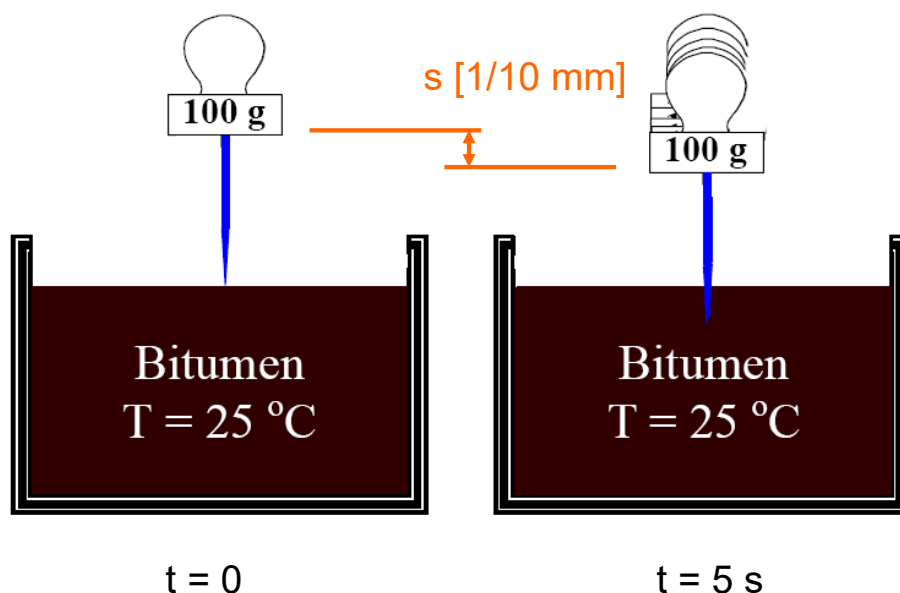


Bild 5: Nadelpenetration nach DIN EN 1426 [9]

3.3.1.2 Erweichungspunkt Ring und Kugel (DIN EN 1427) [10]

Die Bestimmung des Erweichungspunktes Ring und Kugel (**EP RuK**) nach DIN EN 1427 ist eine zweite Möglichkeit, das zu untersuchende Bindemittel zu klassifizieren (Bild 6). Dazu wird die Prüftemperatur beginnend bei 5 °C um 5 K/min erhöht. Der EP RuK ist die Temperatur, bei der eine in einem Messingring ($\varnothing_{\text{innen}} = 15,7 \text{ mm}$) befindliche Bitumenschicht durch eine 3,50 g schwere Stahlkugel eine bestimmte Verformung erfährt. Je höher der Erweichungspunkt liegt, desto härter ist das Bitumen. Dieses Prüfverfahren ist für Straßenbaubitumen anwendbar, deren Erweichungspunkte Ring und Kugel zwischen 25 °C und 160 °C liegen. Die Zusammenhänge zwischen der Nadelpenetration und dem Erweichungspunkt Ring und Kugel sind in Bild 7 dargestellt.

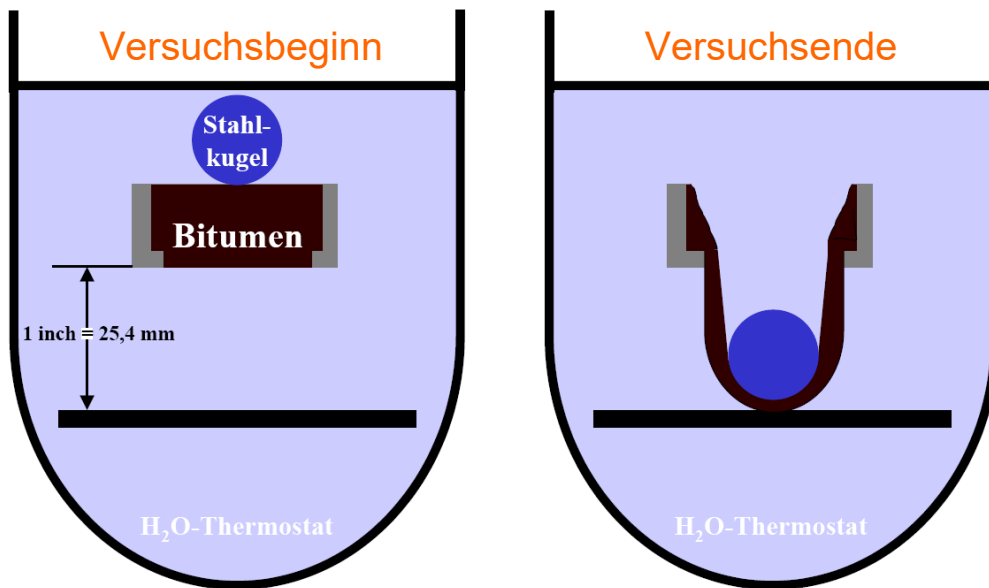


Bild 6: Erweichungspunkt Ring und Kugel nach DIN EN 1427 [10]

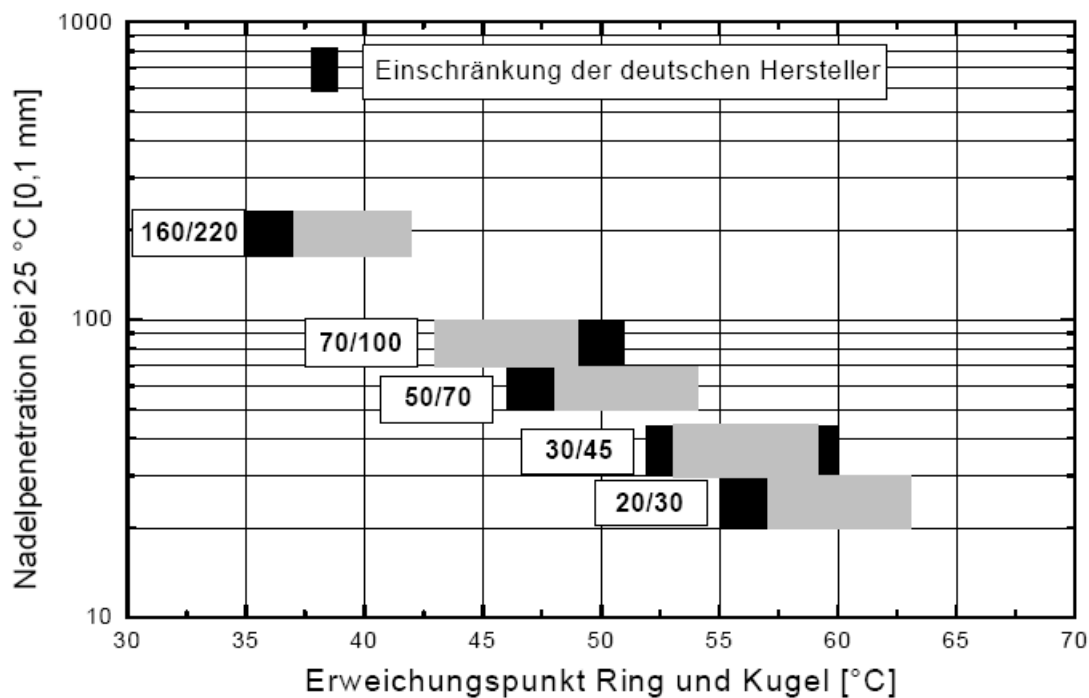


Bild 7: Nadelpenetration und Erweichungspunkt Ring und Kugel für die Bitumensorten nach DIN EN 12591 [8]

3.3.1.3 Brechpunkt nach Fraaß (DIN EN 12593) [11]

Der Übergang des Bitumens vom zähplastischen zum festen Zustand lässt sich mit Hilfe des **Brechpunkts nach Fraaß** ermitteln. Ein dünner Bitumenfilm wird auf Metallplättchen aufgeschmolzen oder aufgepresst. Die Probe (Metallplättchen mit Bitumenüberzug) wird kontinuierlich abgekühlt und dabei dynamisch belastet (Biegen der Plättchen). Es wird der Temperaturwert bestimmt, bei der der Bitumenfilm reißt bzw. bricht (Bild 8). Die Lage des Brechpunktes gibt einen Anhalt für das Verhalten des Bitumens bei niedrigen Temperaturen.

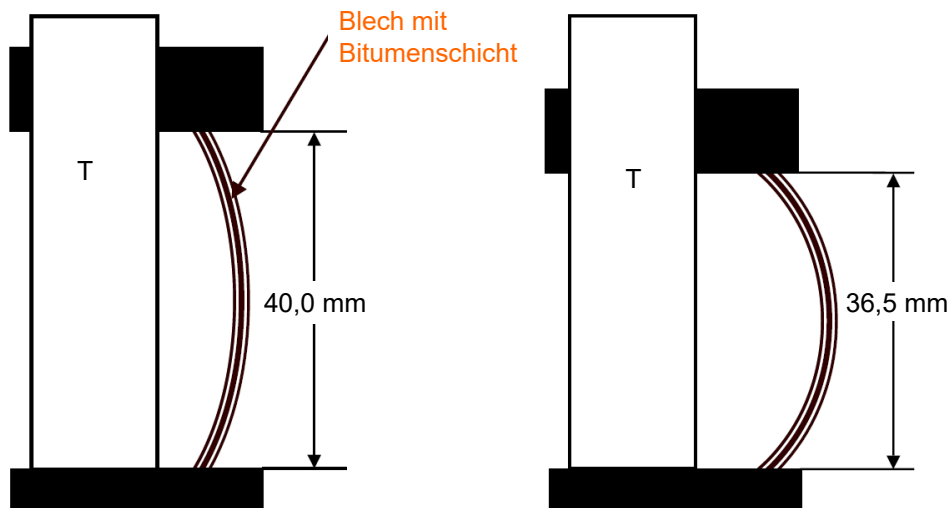


Bild 8: Brechpunkt nach Fraaß gemäß DIN EN 12593 [11]

Aus dem Erweichungspunkt Ring und Kugel und dem Brechpunkt nach Fraaß ermittelt man die **Plastizitätsspanne** von Bitumen:

Plastizitätsspanne: $T_{RuK} - T_{BP}$

3.3.2 Weiterführende Prüfverfahren

Die oben genannten Prüfverfahren, vor allem EP RuK und die Nadelpenetration sind die maßgebenden Bestimmungsmethoden und relevant für den täglichen Umgang mit Straßenbaubitumen. Daneben existieren noch eine Vielzahl weiterführender Prüfverfahren wie z. B.:

- Bestimmung der Viskosität (DIN EN 12596),
- Bestimmung des Gehaltes an Paraffinen (DIN EN 12606),
- Bestimmung der Löslichkeit (DIN EN 12592) und
- Bestimmung des Flammpunktes (DIN EN 22592).

Diese Prüfverfahren sind nicht Gegenstand der Routineuntersuchung in einem Straßenbaulabor.

3.3.3 Zusätzliche Prüfverfahren für Polymermodifiziertes Bitumen (PmB)

Für die Polymermodifizierten Bindemittel gelten zusätzliche, weiterführende Prüfverfahren neben den für Straßenbaubitumen nach DIN EN 12591 [8] maßgeblichen. Dies ist die Homogenität nach Heißlagerung und die elastische Rückstellung. Sie sind in den Anforderungen gemäß den „Technischen Lieferbedingungen für Polymermodifizierte Bitumen in Asphaltmischungen im Heißeinbau, Teil 1: Gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen TL-PmB Teil 1“ [12] festgehalten.

Polymermodifiziertes Bindemittel wird heiß angeliefert und mit einer Temperatur von 150 °C bis 170 °C in den Bitumentanks beim Verbraucher (Asphaltmischanlage) gelagert. In der Regel wird das Bitumen kurz nach der Anlieferung verwendet. Bleibt aber das PmB längere Zeit im Vorratstank, ohne dass es bewegt (z. B. umgepumpt) wird, besteht die Gefahr des Entmischens des gebrauchsfertigen PmBs. Das Verhalten des PmBs im Lagertank und seine Stabilität gegen das Entmischen bei der Heißlagerung wird im sogenannten „Tubenest“ (Tubenverfahren) simuliert.

Die Prüfung der elastischen Rückstellung des Polymermodifizierten Bitumens ist eine Ergänzung der Duktilitätsprüfung nach DIN 52013 [13]. Zur Ermittlung der elastischen Rückstellung werden die Probekörper bis zu einer Fadlänge von 20 cm gestreckt, dann der Vorschub ausgestellt und die beiden Proben jeweils in der Mitte des Fadens (10 cm Länge) mit einer Schere innerhalb von 10 Sekunden getrennt. Nach 30 Minuten wird der Abstand

gemessen, der sich zwischen den beiden Fadenenden gebildet hat. Die Angabe erfolgt in %, bezogen auf die ursprünglich gezogene Fadenlänge von 20 cm.

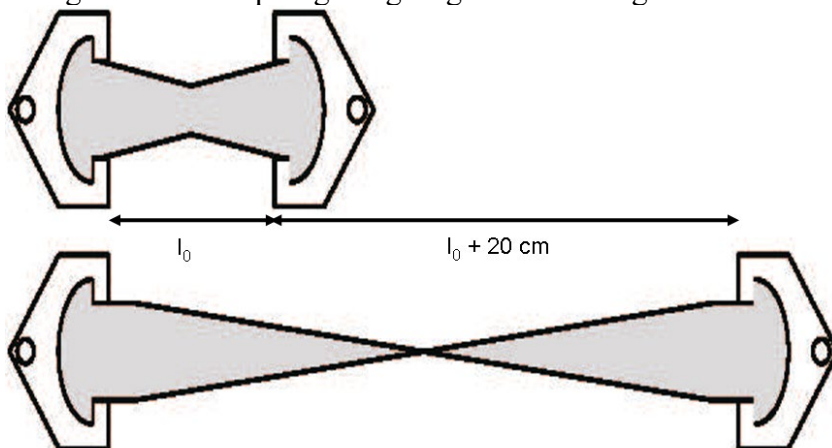


Bild 9: Elastische Rückstellung nach der „Halbfadenmethode“

3.4 Anwendungsgebiete im Bauwesen

3.4.1 Bitumen

Die Anwendungsgebiete von Bitumen bzw. Bitumenprodukten im Bauwesen lassen sich in die Bereiche Straßenbau sowie Hoch- und Wasserbau einteilen. Sie werden in diesen Bereichen für die folgenden Zwecke eingesetzt:

Im Straßenbau findet Bitumen Anwendung als Bindemittel für:

- Oberflächenschutzschichten
- Kompressionsbeläge (Beläge, die im Laufe der Zeit durch fortschreitende Verdichtung, z. B. aus dem Verkehr eine Festigkeitssteigerung erlangen)
- Kornstabile Beläge (nach dem Betonprinzip)
- Tragschichten aus Bitumengesteinskörnungsgemischen

Im Hoch- und Wasserbau findet Bitumen auf folgenden Gebieten Verwendung:

- als Kleb-, Tränk- und Deckmasse für Bitumen-Dachbahnen und -Dichtungsbahnen
- als Fugenvergussmassen
- als Korrosionsschutzmittel für Metalle
- als Bindemittel für Estriche und Fußbodenbeläge

Im Asphaltstraßenbau werden gegenwärtig vorzugsweise Bitumen verwendet, die destillativ und gegebenenfalls durch anschließende Oxidation hergestellt worden sind. Die Anforderungen sind in den DIN EN 12591 [8] festgelegt (Tabelle 2). Die Klassifizierung und Bezeichnung der Straßenbaubitumen erfolgt nach den Grenzen der Nadelpenetration. Zum Beispiel muss ein Bitumen der Sorte 50/70 eine Nadelpenetration (100 g, 5 s, 25 °C) zwischen 50 und 70 0,1 mm besitzen. In den Regelwerken zur Herstellung von Straßenbefestigungen in Asphaltbauweise (ZTV Asphalt, ZTVT u. ä.) werden ausschließlich Bitumensorten gefordert, die in der DIN EN 12591 beschrieben sind.

Tabelle 2: Anforderungen an Straßenbaubitumen nach DIN EN 12591 [8]

Kennwert		Bezeichnung der Sorte				
		20/30	30/45	50/70	70/100	160/220
Penetration bei 25 °C (DIN EN 1426)	0,1 mm	20 – 30	30 – 45	50 – 70	70 – 100	160 – 220
Erweichungspunkt (DIN EN 1427)	°C	55 – 63	52 – 60	46 – 54	43 – 51	35 – 43
		Deutsche Beschränkung	57 – 63	53 – 59	48 – 54	43 – 49
Beständigkeit gegen Verhärtung bei 163 °C (DIN EN 12607-1/3)						
- Massenänderung, höchstens ±	%	0,5			0,8	1,0
- Verbleibende Penetration, mindestens	%	55	53	50	46	37
- Erweichungspunkt nach Verhärtung, mindestens	°C	57	54	48	45	37
Flammpunkt, mindestens (DIN EN 22592)	°C	240		230		220
Löslichkeit, mindestens (DIN EN 12592)	% (m/m)	99,0				
Gehalt an Paraffinen (DIN EN 12606-1)	%	2,2				
Brechpunkt nach Fraaß, höchstens (DIN EN 12593)	°C		- 5	- 8	- 10	- 15
Anstieg des Erweichungspunktes nach Verhärtung, höchstens	°C	8		9		11

Die Anwendungsbereiche der verschiedenen Sorten der Straßenbaubitumen und Polymermodifizierten Bitumen (PmB) sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3: Anwendungsgebiete von Bitumen [8, 12]

Einsatz für	Straßenbaubitumen nach DIN EN 12591					Polymermodifiziertes Bitumen nach Einsatz für TL Bitumen-StB 07/13		
	160/220	70/100	50/70	30/45	20/30	45/80-50	25/55-55	10/40-65
Asphalttragschichten								
Asphaltbinder								
Asphaltbeton								
Splittmastixasphalt								
Offenporiger Asphalt								
Gussasphalt								
Tragschichtdecken								
Fugenvergussmassen								
Wasserbau								

Anwendung im Regelfall Anwendung in Sonderfällen

3.4.2 Bitumenemulsionen

Bitumenemulsionen finden im Straßenbau Verwendung bei Bauweisen im Spritz- und im Mischverfahren. Tabelle 4 gibt einen Überblick über diese Verfahren.

Tabelle 4: Bauweisen mit Bitumenemulsionen

Bauweisen im Spritzverfahren	Bauweisen im Mischverfahren
Oberflächenbehandlungen	Dünne Schichten im Kalteinbau (DSK)
Oberflächenschutzschichten	Wiederverwendung von Straßenbauaufbruch
SAMI- und SAM-Schichten (stress absorbing membrane interlayer)	Schlämmen, Porenfüllmassen
Ansprühen der Unterlage (Schichtenverbund)	Kaltmischgut

Polymermodifizierte Bitumenemulsionen werden häufig bei Oberflächenbehandlungen und fast ausschließlich bei dünnen Schichten im Kalteinbau eingesetzt. Außerdem wird es zur Beschichtung von Dichtungsbahnen und Produktion von Fugenvergussmassen benutzt. Im Bereich der Dach- und Dichtungsbahnen werden zum Teil Mischungen mit sehr hohen Polymeranteilen verwendet.

3.4.3 Spezialbitumen

An Asphalt werden die vielfältigsten Anforderungen gestellt. Für bestimmte Aufgaben wurden Sonderbindemittel, wie z. B. transparente und eingefärbte oder auch gummimodifizierte Bindemittel entwickelt.

3.5 Fugenvergussmassen

Fugenvergussmassen stellen mengenmäßig zwar nur einen geringen Anteil an der Gesamtpalette an bitumenhaltigen Bindemitteln, sind aber von großer Bedeutung für die Dauerhaftigkeit der Konstruktionen, in denen sie eingesetzt werden. Die Fugenvergussmassen haben die Aufgabe, das Eindringen von Oberflächenwasser in untere Lagen zu verhindern und darüber hinaus horizontale Bewegungen, z. B. von Betonplatten, spannungsfrei auszugleichen und ein Eindringen von Schmutz zu verhindern. Fugenvergussmassen sind heiß einzubauende, thermoplastische Massen mit Bitumen als Bindemittel. Sie können Zusätze von Kunststoffen, natürlichen Elastomeren, Weichmachern und mineralischen Füllstoffen enthalten. Fugenvergussmassen werden auch kraftstoffresistent hergestellt. In der Regel sind die Seitenflanken der Fuge mit einem Voranstrich nach Herstellerabgabe zu versehen, um die dauerhafte Haftung der Vergussmasse sicherzustellen.

4 Asphalt

4.1 Eigenschaften

Die Asphalteigenschaften lassen sich sowohl durch die Härte und Menge des Bitumens als auch durch Art und Zusammensetzung der Gesteinskörnung beeinflussen. Dabei wird zwischen den Eigenschaften des frischen Asphaltes während des Einbaus und des eingebauten Asphaltes unterschieden. Die wichtigste Eigenschaft während des Einbaus ist die Verarbeitbarkeit (z. B. Verdichtungswilligkeit bei Walzasphalt). Sie ist abhängig von der Zusammensetzung und der Temperatur.

Die Verarbeitungsfrist gibt diejenige Zeitspanne der guten Verarbeitbarkeit an. Die Verarbeitungsfrist wird durch die Bitumensorte, die Einbaudicke und die Witterung bestimmt.

Die wichtigsten Gebrauchseigenschaften von Asphalt sind:

- Standfestigkeit
- Rissicherheit
- Hohlraumgehalt
- Dichtigkeit
- Verschleißfestigkeit
- Griffigkeit
- Recyclingfähigkeit

4.1.1 Anwendungsgebiete im Bauwesen

Asphalte werden ausschließlich im Straßen- und Verkehrsflächenbau eingesetzt und finden ihre Anwendung in:

- Straßenbefestigungen (hohe Verkehrslasten)
- Parkflächen (hohe statische Lasten)
- Rad- und Gehwegen (geringe Belastung, Kostengünstig)
- Sportplatzflächen (hohe Dämpfung und Elastizität)
- Flugplätzen (hohe Einzelradlasten, ausreichende Griffigkeit)
- Landwirtschaftlichen Wegen (hohe Achslasten, geringe Verkehrsmenge)

Die Anforderungen an den Asphalt sind je nach Verwendung recht unterschiedlich, so dass die Asphalzzusammensetzung zum Beispiel auf die verschiedenen Konstruktionsschichten, wie

- Asphalttragschicht,
- Binderschicht,
- Deckschicht,
- Tragdeckschicht und
- Sonderkonstruktionen (wasserdurchlässige Konstruktionen oder ähnliches)

abgestimmt sein muss.

4.2 Herstellung von Asphalt

Der Einsatz von Naturasphalten (natürliche Mischungen aus Bitumen und Gesteinskörnungen) spielt in der heutigen Zeit kaum noch eine Rolle. Asphalte werden fast ausschließlich technisch durch Mischen von körnigen Gesteinskörnungen mit Bitumen hergestellt. Die Herstellung erfolgt in stationären Mischanlagen (Bild 10) oder bei Großbaustellen auch in mobilen Anlagen.

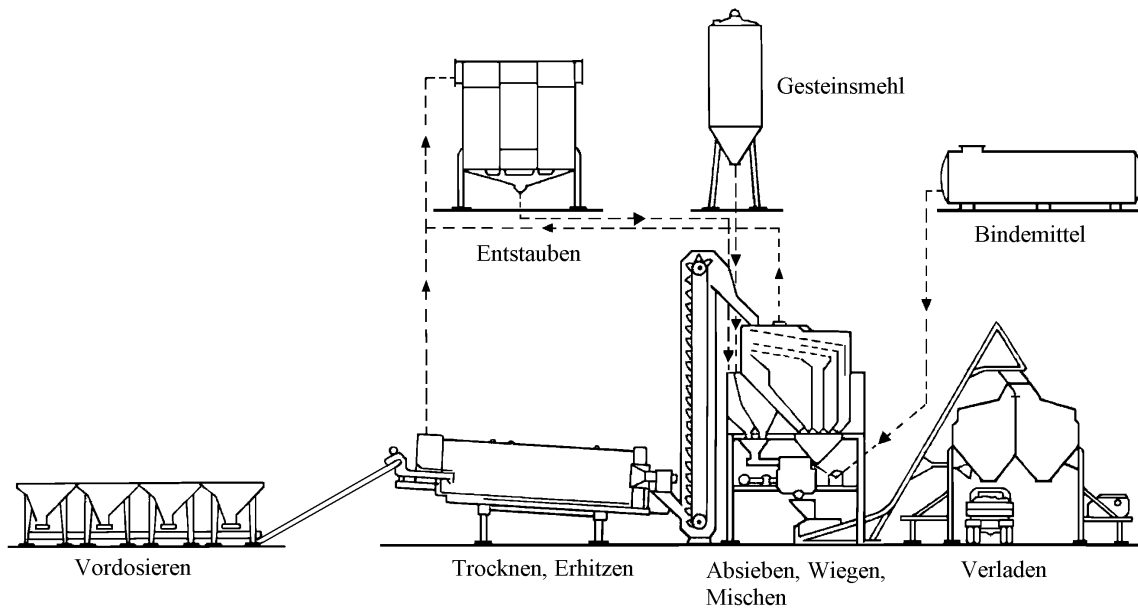


Bild 10: Schema einer Asphaltmischanlage [3]

Das Bitumen und die Gesteinskörnung gehen bei der Asphaltherstellung eine grenzflächenaktive Verbindung ein. Je nach Art des Bitumens und der Gesteinskörnung können unterschiedliche Eigenschaften eingestellt werden. Die Gesteinskörnung ist mit 95 M.-% der Hauptbestandteil in Asphalten. Es werden natürliche Gesteinskörnung in ungebrochener (Kies, Natursand) und gebrochener Form (Schotter, Splitt, Brechsand und Füller) eingesetzt. Weiterhin finden industrielle Nebenprodukte als Gesteinskörnungen Anwendung, wie z. B. Hochofenschlacke und Müllverbrennungsschlacke. Die eingesetzten Gesteinskörnungen müssen folgende Anforderungen erfüllen (vgl. Skript Gesteinskörnung):

- witterungs- und frostbeständig
- schlag- und druckfest
- hitzebeständig
- gedrungene Kornform
- polierresistent
- Affinität zu Bitumen

4.2.1 Wiederverwendung von Ausbausphalt (Recycling)

Ausbauasphalt wird an der Asphaltmischanlage angeliefert, ggf. nach teerhaltigen Bestandteilen untersucht und zwischengelagert. Falls der Ausbauasphalt noch nicht gebrochen geliefert wurde, wird der Asphalt zu Granulat bestimmter Größe gebrochen. Werden verschiedene Granulatgrößen hergestellt, werden sie getrennt gelagert.

Prinzipiell kann die Zugabe des Asphaltgranulates kalt oder heiß erfolgen. Besonders für die Kaltzugabe ist es sinnvoll das Asphaltgranulat abgedeckt zu lagern, da die Wasseraufnahme des Granulates bis zu 9 M.-% betragen kann. Wird ein Recyclinganteil von 25 M.-% bei einer Mischleistung von 180 t/h und dem vorgenannten Wassergehalt realisiert, fielen sonst eine stündliche Wasserdampfmenge zwischen 4500 und 7000 m³, d. h. pro Charge zwischen 75 m³ und 115 m³, an.

4.3 Weitere Anwendungsgebiete von Asphalt

Besonderen Beanspruchungen sind Asphaltbefestigungen auf Flugplätzen ausgesetzt. Hohe statische und dynamische Lasten („Aufsetzzone der Landebahn“) müssen schadlos abgeleitet

werden. Die Oberfläche der Asphaltbefestigung muss dauerhaft griffig, resistent gegenüber Auftaumitteln und vor allem im Vorfeldbereich beständig gegen Treibstoff sein.

Ein klassisches Anwendungsgebiet von Bitumen und Asphalt ist der Wasserbau. Hier werden Asphalt-schichten als Oberflächenschutzschichten oder als Dichtungsschichten in Dämmen verwendet. Bei diesem Anwendungsgebiet liegt die Hauptanforderung bei der Dichtigkeit und guter Verdichtbarkeit sowie einer ausreichenden Flexibilität. Die Standfestigkeit, die bei Straßenasphalten von Bedeutung ist, spielt hier keine Rolle. Die Dichtungsasphalte sind sehr hohlraumarm (unter 3 Vol.-% im eingebauten Zustand) zusammengesetzt.

Tabelle 5: Asphalt im Wasserbau

	Schutz gegen Erosion	Dichtung
Buhnen, Mohlen, Uferschutz	X	
Hochwasserschutzdeiche im See- und Flussbau	X	X
Be-, Entwässerungs- und Kraftwerkskanäle	X	X
Schifffahrtskanäle	X	X
Staudämme und Speicherbecken		X

Für den Einsatz von Asphalt als Abdichtung im Deponiebau ist die Zusammensetzung der Asphalte der aus dem Wasserbau bekannten Zusammensetzung sehr ähnlich.

Im Hochbau wird Gussasphalt wegen seiner besonderen Vorzüge als Fußbodenestrich in Wohn- und Lagerräumen, als Hallenbelag oder als Abdichtungs- und Verkehrsschicht auf Balkonen, Terrassen und Flachdächern genutzt. Im Gegensatz zu den auf der Straße verlegten Asphalten kann hier ein sehr hartes Bitumen eingesetzt werden, da Risse aufgrund zu tiefer Temperaturen nicht zu erwarten sind und ein hoher Eindringwiderstand erforderlich ist.

Im Gegensatz zu anderen Estrichen ist der Gussasphalt sofort nach dem Abkühlen begeh- und benutzbar und es wird durch diesen keine zusätzliche Feuchtigkeit in das Gebäude gebracht. Als schwimmender Estrich auf geeigneten Dämmschichten entspricht der direkt begehbare oder unter Parkett, Teppichboden o. ä. in Wohnräumen verlegte Gussasphalt allen Anforderungen des Wärme- und Schallschutzes.

5 Teer, Teerpech [2]

Rohteer ist nicht ohne weiteres verarbeitbar und enthält Wasser und Leichtöle. Er muss durch Destillation weiter aufbereitet werden. Die Destillate der Teere sind die Teeröle, die Destillationsrückstände sind die Teerpeche. Beim Teerpech handelt es sich um ein flüssiges bis halbfestes, tiefschwarzes bis braunes Produkt. Werden den Teerpechen später einzelne Ölfractionen zugegeben, erhält man den präparierten Teer. Je nach Rohstoff, aus dem durch thermische Zersetzung Teer erzeugt wurde, wird unterschieden zwischen:

- Holzteer,
- Braunkohleteer oder
- Steinkohleteer.

Das wichtigste Produkt ist der Steinkohleteerpech. Dazu wird Steinkohle bei ca. 1000 °C unter Luftausschluss verkocht und so von Wasser und Leichtölen befreit. Anschließend wird das Teerpech in einer fraktionierten Destillation in Teeröle und Pech zerlegt. Pech wurde früher auch als Teer bezeichnet.

Ähnlich dem Bitumen ist Teer eine kolloidale Lösung hochmolekularer Harze in niedrigmolekularen Ölen. Entsprechend ist die Struktur des Teers ein Sol. Wie auch beim Bitumen kann durch das Einblasen von Luft ein Erstarren des Teers bewirkt und eine Gelstruktur gebildet werden.

Die Eigenschaften von Teer sind zeit- und temperaturabhängig. Die Temperaturspanne zwischen Erweichung und Versprödung ist allerdings bei Teer wesentlich kleiner als beim Bitumen. Bei Raumtemperatur ist Teer weicher und verformbarer als Bitumen.

Ähnlich dem Bitumen zeigt Teer große Beständigkeit gegen chemische Angriffe.

Durch den Verlust flüchtiger Bestandteile verspröden Teere im Laufe der Zeit und altern durch Sauerstoff- und Lichteinwirkung. Manche Teere besitzen eine fungizide und insektizide Wirkung, so dass Teer im Bautenschutz von besonderer Bedeutung ist (z. B. hölzerne Eisenbahnschwellen oder Energiemasten). Holzschwellen sind durch die Imprägniermittel und durch Rückstände aus dem Bahnbetrieb eine Gefahr für Gesundheit und Umwelt. Sie sind gefährlicher Sondermüll und müssen sicher entsorgt werden. Seit 1991 unterliegen sie entsprechenden gesetzlichen Vorschriften und Verwendungsbeschränkungen. Dadurch wurde unter anderem auch die früher häufige Verwendung gebrauchter Holzschwellen im gewerblichen Landschaftsbau und durch Privatpersonen unterbunden, wo Schwellen als Stützmauern, freistehende Sichtschutzwände, Sitzgelegenheiten und ähnliches verwendet wurden [14].

Bitumen und Teer sind im Allgemeinen nicht in jedem Verhältnis miteinander vermischbar.

Teer findet wie Bitumen als Bindemittel im Straßenbau sowie als Dichtungs- und Sperrmittel im Wasser- und im Hochbau Verwendung. Wegen seines geringeren Verarbeitungsbereichs, der starken Geruchsentwicklung und der Neigung zur zeitabhängigen Versprödung ist die Verwendung von Teer im Bauwesen im Laufe der vergangenen Jahre zu Gunsten von Bitumen zurückgegangen.

Ebenso wie Teer hat Pech aufgrund seiner gesundheitsschädlichen bzw. schädlichen Inhaltsstoffe für Mensch und Umwelt nur noch geringe Bedeutung im Bauwesen mit Ausnahme von Straßenpech, der auch heute noch im Straßenbau Verwendung findet.

6 Abdichtungen

Unter den industriellen Anwendungsgebieten für Bitumen stellen die Dachbahnen- und die Bautenschutzmittel-Industrie die größten Verbrauchergruppen dar. Dieses gesamte Anwendungsgebiet kann unter dem Sammelbegriff "Bitumen für Bauwerksabdichtungen" zusammengefasst werden, wobei unter Bauwerken nicht nur Gebäude aller Art zu verstehen sind, sondern auch alle Ingenieurbauten, wie Brücken, Tunnel, Stau Mauern usw.

Bitumen gilt als eines der sichersten Bautenschutzmittel gegen Feuchtigkeit und gegen die verschiedenartigsten Einwirkungen aggressiver Flüssigkeiten wie Meerwasser, Industrie-Abwässer, Salzlösungen und sogar Säuren unterschiedlicher Konzentration. Deshalb wird es auch häufig im Säurebau zur Auskleidung von Behältern und Reaktionsgefäßen sowie zur Herstellung von Kitten für die Verlegung säurefester Fliesen, als Zwischenlage zwischen diesen und dem Beton, sowie zum Verguss der Fugen verwendet.

Abdichtungen können mit folgenden Produkten durchgeführt werden:

- Abdichtungsbahnen,
- mineralischen Dichtungsschlämmen,
- kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen,
- Flüssigkunststoffen und
- Asphaltmassen.

Die Wahl der Abdichtungsart ist insbesondere abhängig von der Angriffsart des Wassers und der Nutzung des Bauwerks bzw. Bauteils. Im Folgenden werden nur die Abdichtungen mit Bahnen aus Bitumen (oder Kunststoff) behandelt.

Abdichtungen werden unterschieden nach Bauwerksabdichtungen und Dachabdichtungen. Für die Anwendung als Bauwerksabdichtung gilt die DIN 18195 [15], für Dachabdichtungen die Richtlinien für die Planung und Ausführung von Dächern mit Abdichtungen (Flachdachrichtlinien).

6.1 Anwendungsbereiche

Abdichtungen unterscheiden sich nach DIN 18195 durch die drei Belastungsarten:

- Feuchtigkeit des Bodens,
- nicht drückendes Wasser und
- drückendes Wasser (von außen oder von innen)

oder durch die Art der abzudichtenden Bauwerke (Bild 11).

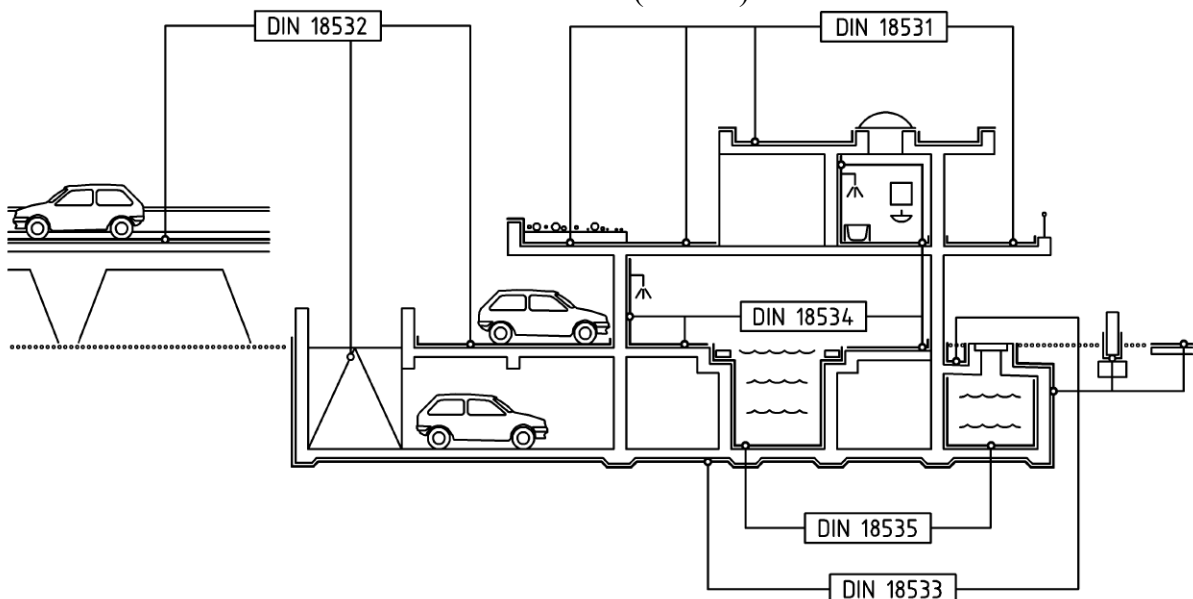


Bild 11: Anwendungsbereiche von Normen für die Abdichtung von Bauwerken

6.2 Bituminöse Stoffe für Abdichtungen

- Bitumen-Voranstrichmittel
 - Bitumenlösung
 - Bitumenemulsion
- Klebmassen und Deckaufstrichmittel, heiß zu verarbeiten
 - Straßenbaubitumen, gefüllt oder ungefüllt
 - Oxidbitumen, gefüllt oder ungefüllt
- Asphaltmastix, Gussasphalt
- Bitumen- und Polymerbitumenbahnen
 - Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage
 - Glasvlies-Bitumenbahnen
 - Dichtungsbahn mit Kupferbandeinlage
 - Bitumen- und Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen:
 - mit Jutegewebe
 - mit Glasgewebe
 - mit Polyestervlies
- Bitumen- und Polymerbitumen-Schweißbahnen:
 - mit Jutegewebe
 - mit Glasgewebe
 - mit Glasvlies
 - mit Polyestervlies
- Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB)
 - Kunststoffmodifizierte, ein- oder zweikomponentige Massen auf Basis von Bitumenemulsionen
- Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahnen (KSK)

6.3 Abdichtungskonstruktionen

Bitumendichtungsbahnen und Asphalt werden als bevorzugter Brückenbelag für Beton- und Stahlbrücken eingesetzt. Maßgebend hierfür sind die ZTV-BEL-B bzw. die ZTV-BEL-St. Ein möglicher Aufbau ist in Bild 12 dargestellt.

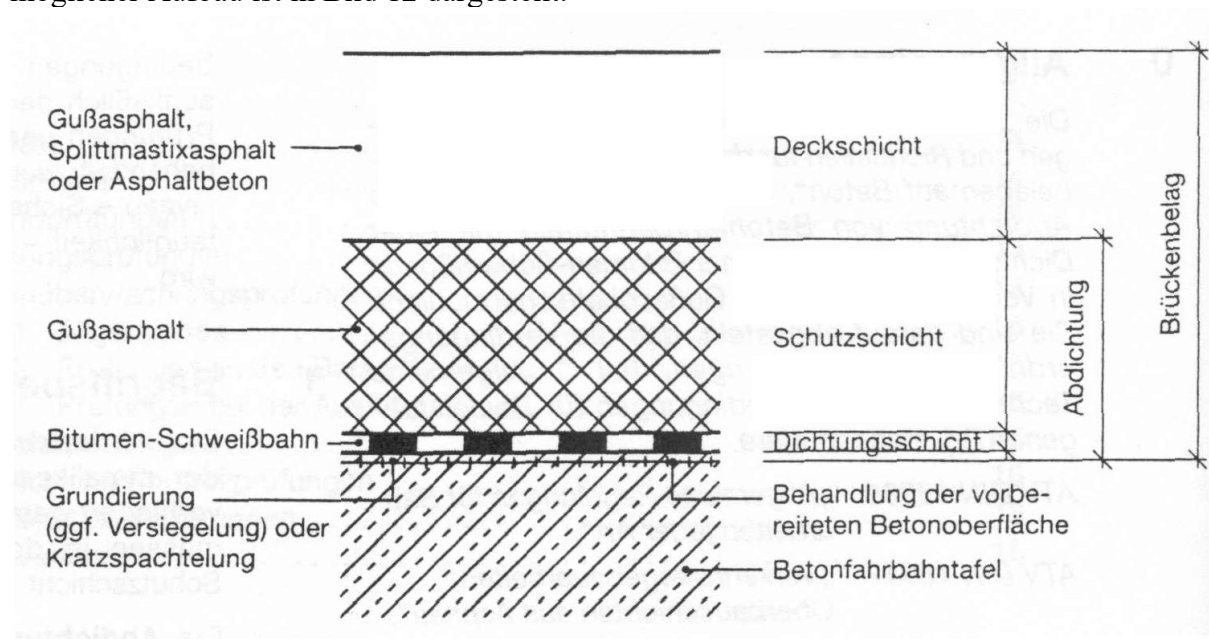


Bild 12: Prinzipskizze Brückenbelag mit Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn

Bei Flachdächern schreiben die Flachdachrichtlinien für Bitumenbahnen einen definierten Aufbau vor.

- Dachabdichtungen sind mehrlagig auszuführen,
- als obere Lage sind Polymerbitumenbahnen zu verwenden, z. B. mit Schiefersplittbestreuung,
- in der Regel sind „genormte Bitumenbahnen“ zu verwenden,
- genormte Bitumenbahnen mit Glasvlieseinlage sind nur als zusätzliche Lagen zulässig,
- Bitumenbahnen mit Trägereinlagen aus Rohfilz sind für Dachabdichtungen nicht geeignet und
- bei genutzten Dachflächen ist auch DIN 18531 zu beachten.

Der Abdichtungsaufbau bei der Bauwerksabdichtung ist abhängig von der Bauteilart, Wasserart, Einbausituation und der Art der Wassereinwirkung.

6.4 Verarbeitung

Dachabdichtungen mit Kunststoffbahnen werden in der Regel einlagig ausgeführt. Kunststoffbahnen, die in Verbindung mit Bitumenbahnen verwendet werden, müssen auf Dauer und ohne Einschränkung für die Verklebung mit Bitumen geeignet sein.

Die Verarbeitung von Bitumenbahnen erfolgt zumeist durch thermische Verfahren. Beim Gieß- und Bürstenstreichverfahren werden erhitzte Bitumenmassen verwendet, beim Schweißverfahren werden die Deckmassen der Bitumenbahnen mit einem Gasbrenner erhitzt und unter leichtem Andrücken die Bahnen eingerollt.

Die Verbindung zum Untergrund erfolgt bei den Bitumenbahnen meist durch vollflächiges Verkleben (Schraubbolzen). In letzter Zeit kommen vermehrt Kaltselbstklebebahnen (KSK) zum Einsatz.

Bei Bauwerksabdichtungen werden beide Bahnenarten vollflächig mit dem Bauwerk verklebt. Zusätzlich muss auf eine ausreichende Druckbelastung geachtet werden, um gegen eine Wasserhinterläufigkeit vorzusorgen.

Durchdringungen in Bauwerken und Dächern sind mit Anschlüssen auszubilden. Sie können sowohl mit Klebeflanschen, Dichtungsmanschetten oder Klemmflanschen ausgeführt werden. Während bei Bauwerksabdichtungen die Abdichtungsschichten durch Schutzschichten (z.B. Mauerwerk) geschützt werden, spricht man bei Dachabdichtungen von leichtem oder schwerem Oberflächenschutz. Leichter Oberflächenschutz ist bei Bitumenbahnen die Beschieferung, schwerer Oberflächenschutz ist eine Bekiesung. Diese Bekiesung wirkt als Schutz und Auflast. Solche Beläge sollen nur zu Wartungszwecken begangen werden. Begehbare Beläge sind z. B. mit Betonplatten belegt. Bei Dachbegrünungen müssen Bitumenbahnen einen besonderen Durchwurzelungsschutz erhalten.

7 Literatur

- [1] Budelmann, H., *Baustoffkunde Kapitel 13: Bitumen, Asphalt und Teerpech*, in *Baustoffkunde. Vorlesungsskript*. 2003: Technische Universität Braunschweig. pp. 153-160.
- [2] Müller, H.S., *Baustoffkunde und Konstruktionswerkstoffe. Kapitel I: Bituminöse Baustoffe - Bitumen, Teer und Peche, Teil 2. Vorlesungsskript*. 2004, Universität Karlsruhe. 323-322 p.
- [3] Schießl, P., *Bitumen. Skriptum zur Grundvorlesung in Baustoffkunde*, Lehrstuhl für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung, Editor. 2006: München. p. 115.
- [4] Falbe, J.; Regitz, M.; Amelingmeier, E.; Berger, M.; Bergsträßer, U.; Blume, A.; Bockhorn, H.; Botschwina, P.; Falbe, J.; Fink, J.; Foth, H.-J.; Fugmann, B.; Grabley, S.; Gramberg, U.; Hartmann, H.; G. Hauthal, H.; Helb, H.-W.; Heydt, H.; Hinze, C.; Hussong, K.; Imming, C.; Imming, P.; Jager, M.; Janzen, M.; Klingshirn, C.; Krancher, M.; Lamp, H.; Lang-Fugmann, S.; Lindemann, M.; Lück, G.; Neumann, T.; Penzlin, G.; Philipp, R.; Rehahn, M.; Schepelmann, K.; Schlitte, S.; Thiericke, R.; Wagner-Klemmer, C.; Weber, B. and Wolmershauser, G., *RÖMPP Lexikon Chemie*. 10 ed, ed. Falbe, J.; Regitz, M. 1996, Stuttgart: Thieme Verlagsgruppe p.
- [5] Harders, O., *Der Werkstoff Bitumen*, in *Asphaltabdichtungen im Deponiebau - Eine Standortbestimmung*, Bartz, W.J., Editor. 1995, Expert Verlag GmbH: Renningen. pp. 88-108.
- [6] DIN EN 12597. *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Terminologie (Bitumen and bituminous binders – Terminology)*. 2014, p. 19.
- [7] Gesprächskreis BITUMEN, *Bitumen und Emissionen aus Bitumen (Auszug aus der IARC Monographie 103)*. 2018. 35 p.
- [8] DIN EN 12591. *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Straßenbaubitumen (Bitumen and bituminous binders – Specifications for paving grade bitumens)*. 2009, p. 30.
- [9] DIN EN 1426. *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Nadelpenetration (Bitumen and bituminous binders – Determination of needle penetration)*. 2015, p. 17.
- [10] DIN EN 1427. *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes – Ring- und Kugel-Verfahren (Bitumen and bituminous binders – Determination of the softening point – Ring and Ball method)*. 2015, p. 21.
- [11] DIN EN 12593. *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß (Bitumen and bituminous binders – Determination of the Fraass breaking point)*. 2015, p. 19.
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen - TL Bitumen-StB 07/13*. 2013, Köln, Germany: FGSV Verlag GmbH. 24 p.
- [13] DIN 52013. *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Duktilität (Bitumen and bituminous binders – Determination of ductility)*. 2007, p. 9.
- [14] Wikipedia. *Teer*. 2021 2. Februar 2021 [cited 2021 08. Februar 2021]; Available from: <https://de.wikipedia.org/wiki/Teer>.
- [15] DIN 18195. *Abdichtung von Bauwerken – Begriffe (Waterproofing of buildings – Vocabulary)*. 2017, p. 20.