C Baustoffe und Baustoffgemische

C.1 Allgemeines

C.1.1 Gesteinskörnungen
C.1.2 Bindemittel
C.1.3 Bitumengebundene Baustoffgemische
C.1.4 Herstellen des Asphaltnischgutes
C.1.5 Lagern und Befördern des Asphaltnischgutes und des Versiegelungsmastix

C.2 Baustoffgemische

C.2.1 Asphaltdichtungsschichten
C.2.2 Asphaltbinderschichten
C.2.3 Asphaltdränsschichten
C.2.4 Oberflächenversiegelung
C.2.5 Asphaltinnendichtungen
C.2.6 Gemische für den Küstenschutz und Deckwerke an Wasserstraßen

C.3 Schrifttum

D Prüfungen

D.1 Allgemeines
D.2 Eignungsprüfungen
D.3 Eigenüberwachungsprüfungen
D.4 Kontrollprüfungen
D.5 Prüfverfahren
D.6 Verfahren für spezielle Prüfungen

D.6.1 Standfestigkeit auf geneigten Flächen
D.6.2 Prüfung der Durchlässigkeit von dichten Belägen
D.6.3 Wasserdurchtritt durch offene Beläge
D.6.4 Verdichtbarkeit
D.6.5 Flexibilität
D.6.6 Viskosität von bitumenhaltigen Vergussmassen
D.6.7 Fugenfüllstoffe

D.7 Schrifttum
E Instandhaltung und Instandsetzung ................................................................. 102

E.1 Allgemeines ........................................................................................................... 102

E.2 Wasserstraßen ....................................................................................................... 102
  E.2.1 Durchlässige Deckwerke .............................................................................. 102
  E.2.2 Dichtungen .................................................................................................... 103

E.3 Kraftwerkskanäle .................................................................................................. 104

E.4 Talsperren und Speicherbecken ........................................................................... 104
  E.4.1 Asphaltaußendichtungen .............................................................................. 104
  E.4.2 Asphaltinnendichtungen .............................................................................. 106

E.5 Küstenschutzbauwerke ......................................................................................... 106
  E.5.1 Deckwerke aus Asphaltbeton ....................................................................... 106
  E.5.2 Deckwerke in Vergussbauweise .................................................................... 107
  E.5.3 Deckwerke aus Mastixschotter ..................................................................... 108

E.6 Schrifttum ............................................................................................................... 108

Abbildungsverzeichnis:
Abbildung 1: Abhängigkeit der Art der Böschungssicherung von den Wasserständen ............. 15
Abbildung 2: Durchlässiges Deckwerk ......................................................................... 17
Abbildung 3: Dichtung eines Schifffahrtskanals ............................................................... 20
Abbildung 4: Kraftwerkskanal, Querschnitt mit Brückenfertiger .......................................... 22
Abbildung 5: Asphaltaußendichtung eines Kraftwerkskanals (Detail von Abb. 4) .................... 22
Abbildung 6: Querschnitt durch einen Staudamm mit Asphaltaußendichung ......................... 24
Abbildung 7: Querschnitt durch einen Staudamm mit Asphaltinnendichtung ....................... 25
Abbildung 8: Asphaltaußendichtung, Dichtungsaufbau, einschichtig (Systemskizze) .............. 27
Abbildung 9: Asphaltaußendichtung, Dichtungsaufbau, zweischichtig mit Dränenschicht
  (Systemskizze) ........................................................................................................ 28
Abbildung 10: Bemessungsdiagramme nach Communications No.37, Rijkswaterstaat für
  Asphaltbauweisen im niederländischen Küstenschutz .................................................. 35
Abbildung 11: Deichfußausbildung z.B. Brouwersdamm, durchlässige und dichte Vorlage .......... 40
Abbildung 12: Trenndamm Hoek van Holland, Niederlande, 1971: Deichkern aus Bitumensand ...... 43
Abbildung 13: Horizontaler Anschluss an Betonbauwerke mit durchgehender Dichtung .............. 61
Abbildung 14: Horizontaler Anschluss an Betonbauwerke mit Dehnungselement aus Metallbahnen geklebt (gilt auch für den geneigten Anschluss) .............................................. 62
Abbildung 15: Horizontaler Anschluss an Betonbauwerke mit Dehnungselement aus Elastomer, geklemmt ................................................................................................................................. 63
Abbildung 16: Geneigter oberer Anschluss an Betonbauwerke ohne Dehnungselement ............. 64
Abbildung 17: Anschluss an Kronenstraße .................................................................................. 65
Abbildung 18: Geneigter unterer Anschluss an Betonbauwerke ohne Dehnungselemente ......... 66
Abbildung 19: Anschluss einer Innendichtung an eine Herdmauer mit Kontrollgang ............ 67
Abbildung 20: Körnungskurve Asphaltbeton 0/11 mm ............................................................ 75
Abbildung 21: Körnungskurve Asphaltbeton 0/16 mm ............................................................ 76
Abbildung 22: Körnungskurve Asphaltbinder 0/11 mm .......................................................... 78
Abbildung 23: Körnungskurve Asphaltbinder 0/16 mm .......................................................... 78
Abbildung 24: Körnungskurve Asphaltdränschicht 0/16 mm ................................................... 80
Abbildung 25: Körnungskurve Asphaltdränschicht 0/22 mm .................................................... 81
Abbildung 26: Körnungskurve Asphaltinnendichtung 0/16 mm ............................................. 84
Abbildung 27: Körnungskurven für Asphaltmastix ................................................................. 86
Abbildung 28: Prüfkörper während des Versuches zur Standfestigkeit ................................. 97
Abbildung 29: Dichtigkeitsprüfung mit einer Vakuumglocke ..................................................... 98
Abbildung 30: Flexibilitätstest (schematisch) .......................................................................... 99
Abbildung 31: Versuchseinrichtung zur Bestimmung der Flexibilität ...................................... 99
Abbildung 32: Rhizom unter einer 30 Jahre alten Asphaltdichtung ca. 50 cm unterhalb der Wasserlinie (Elbe-Seitenkanal, WSA Uelzen) ................................................................. 103
**Tabellenverzeichnis:**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Tabelle</th>
<th>Titel</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Tabelle 1</td>
<td>Beanspruchungen in den Anwendungsbereichen</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 2</td>
<td>Richtwerte für Filter und Steinverklammerungen</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 3</td>
<td>Richtwerte für mastixverklammerten Schotter (Matten)</td>
<td>19</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 4</td>
<td>Bewährte Bauweisen für Dichtungen aus Asphalt</td>
<td>52</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 5</td>
<td>Richtwerte für Asphaltdichtungsschichten aus Asphaltbeton 0/11 und 0/16 mm</td>
<td>75</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 6</td>
<td>Richtwerte für Asphaltbinderschichten aus Asphaltbeton 0/11 mm und 0/16 mm</td>
<td>77</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 7</td>
<td>Richtwerte für Asphaltdränschichten 0/16 mm und 0/22 mm</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 8</td>
<td>Richtwerte für bitumenreichen Versiegelungsmastix</td>
<td>82</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 9</td>
<td>Richtwerte für Asphaltinnendichtungen aus Asphaltbeton 0/16 mm</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 10</td>
<td>Richtwerte für Asphaltmastix</td>
<td>87</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 11</td>
<td>Richtwerte für Bitumensand</td>
<td>87</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 12</td>
<td>Richtwerte für Mastixschotter</td>
<td>88</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabelle 13</td>
<td>Art und Umfang der Prüfungen an Baustoffen, Asphaltmischgut und eingebauter Schicht</td>
<td>94</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Vorwort


Die Überarbeitung der EAAW 1983/96 durch den AK 2.3 hatte nachfolgend aufgeführte Ziele:

- Aktualisierung der fachlichen Inhalte
- Aufnahme von Instandhaltung und Instandsetzung von Asphaltbauwerken
- Einarbeitung neuer Verfahren und Bauweisen.

Die aktuelle EU-Normung, soweit sie abschließend feststeht, wurde in den EAAW 2008 berücksichtigt.

Als Mitglieder des Arbeitskreises 2.3 der DGGT „Asphaltbauweisen im Wasserbau und in der Geotechnik“ sind an der Erstellung der 5. Ausgabe 2008 beteiligt gewesen:

Dipl.-Ing. Ulrich Balzereit, Tönisvorst
Dr. Dipl.-Geol. Thomas Egloffstein, Karlsruhe (Obmann)
Dr.-Ing. Wolf-Dieter Geiseler, Köln
Dipl.-Ing. Manfred Gröger, München
Dr.-Ing. Jan Kayser, Karlsruhe
Einführung

Die Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau (EAAW) werden beim Neubau und bei der Erneuerung von Bauelementen aus Asphalt für Dichtungen und Deckwerke für Dämme von Talsperren und Speicherbecken, Kanäle sowie im Küstenschutz angewendet.


Asphalt und dichte Asphaltschichten besitzen eine hohe Lebensdauer. Asphaltbauweisen haben sich seit vielen Jahrzehnten im Wasserbau bewährt.
A  Beanspruchungen, Anwendungsbereiche und Bauweisen

A.1  Allgemeines


Tabelle 1: Beanspruchungen in den Anwendungsbereichen

<table>
<thead>
<tr>
<th>Beanspruchungen</th>
<th>Wasserstraßen</th>
<th>Kraftwerkskanäle</th>
<th>Dümmen für Talsperren und Speicherbecken</th>
<th>Küstenenschutzbauwerke</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Allgemeine Beanspruchungen</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Mechanische Beanspruchungen</td>
<td>X</td>
<td>X</td>
<td>X</td>
<td>X</td>
</tr>
<tr>
<td>Biologische und chemische Beanspruchungen</td>
<td>X</td>
<td>X</td>
<td>X(^1)</td>
<td>X</td>
</tr>
<tr>
<td>Klimagehische Beanspruchungen</td>
<td>X</td>
<td>X</td>
<td>X(^1)</td>
<td>X</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Spezifische Beanspruchungen</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Wasserspiegelschwankungen infolge:</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- Schwall- u. Sunkwellen bei Schleusungsvorgängen</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- Schwall- u. Sunkwellen bei Schnellschluss am Kraftwerk oder Kanaleinlaufbauwerk</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- Änderung der Turbinenbeaufschlagung und damit der Durchflussmengen</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>- Schifffahrtsbetrieb, Rückströmung in der Form von Sohlen- und Böschungsströmung sowie sich überstürzende Heckwelle</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Schraubenstrahl bei Schifffahrt</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Schiffsstoß</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ankerwurf</td>
<td></td>
<td></td>
<td>X</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

\(^1\) Betrifft nicht Asphaltinnendichtungen
A.1.1 Mechanische Beanspruchungen

Asphalte im Wasserbau werden durch statische Beanspruchungen aus Eigengewicht, Auflast, Wasserdruck und Auftrieb sowie durch dynamische Belastungen beansprucht. Dies betrifft alle Anwendungsbereiche und Dichtungsarten (siehe Tabelle 1).

Die hierbei wirkenden Belastungen der Asphaltdichtung werden über die Asphalttragschicht und den Unterbau in den Untergrund abgeleitet.

Während der Herstellung des Asphaltbauwerkes handelt es sich vorwiegend um dynamische Verkehrs lasten durch Transport und Arbeitsgeräte, ggf. auch bei Wartungsarbeiten.

Insbesondere im Böschungsbereich treten im Bauzustand, aufgrund der Schubkraft des Eigengewichts auf der Böschung, höhere Schubbeanspruchungen auf, als im Betriebszustand. Einem eventuellen Grundwasserüberdruck auf der Unterseite der Dichtung (z.B. durch Hangwasser) muss durch geeignete konstruktive Maßnahmen (z.B. Dränung) entgegengewirkt werden. Bei der Festlegung der durch Grundwasserüberdruck gefährdeten Zone sind sowohl die Schwankungen des Stau- oder Kanalwassers als auch die des Grundwasserspiegels zu beachten und das Eigengewicht sowie der hydrostatische Druck im Betriebszustand zu berücksichtigen.


scher Wiederholungen haben normalerweise keinen Einfluss auf den Asphalt. Zu berücksichtigen sind auch Stöße durch Treibgut, Eisschollen und Schiffe.

A.1.2 Biologische und chemische Beanspruchungen


Zusätzlich kann zur Vermeidung des Durchwuchses von unten eine zeitlich terminierte Vorbehandlung des Untergrundes mit einem zugelassenen Breitbandherbizid durchgeführt werden. Die Gewässerreinigung ist dabei zu berücksichtigen.

Der Durchwuchs von unten ist vor allem durch eine ausreichend mächtige Schichtdicke zu vermeiden.

So wurden z.B. bei Kanälen bei Schichtdicken von bis zu 20 cm noch Durchwurzelung beobachtet. Im Küstenschutz wurden bei Schichtdicken ab 15 cm Asphaltbeton kein Durchwuchs mehr beobachtet. Zur Verhinderung von Durchwuchs und Durchwurzelung ist eine Unterhaltung von Asphaltdeckwerken, besonders in der Wasserwechselzone, in jedem Fall erforderlich.

Das Ansiedeln von Algen auf Asphaltbeton wird erschwert, wenn die Oberfläche des Belags so-
leicht nach dem Einbau eine Oberflächenversiegelung aus bitumenreichem Heißmastix erhält. Hier-
durch entsteht eine glatte Oberfläche, auf der sich die Algen kaum festsetzen können.

Chemische Beanspruchungen treten im Asphaltwasserbau nur dann auf, wenn organische Lösemittel
in hoher Konzentration in Verbindung mit Oberflächenerosion einwirken (z. B. Lösemittelunfall).

A.1.3  Klimatische Beanspruchungen

Klimatische Beanspruchungen treten bei außen liegenden Asphaltkonstruktionen auf (Tabelle 1).
Auf die Asphaltschichten wirken Wasser, Luft, UV-Strahlen, Wärme und Frost ein. Die jahreszeit-
lich bedingten Temperaturschwankungen können von \(-30^\circ\text{C}\) bis \(+80^\circ\text{C}\) in den oberflächennahen
Asphaltschichten betragen. Die Temperaturspannungen werden bei entsprechender Dimensionie-
run und Zusammensetzung durch die Plastizität des Asphalts abgebaut, dennoch sind Temperatur-
schwankungen, die oxidierende Wirkung von Luftsauerstoff (insbesondere bei Transport, Lagerung
und Einbau von heißen Asphaltbetongemischen) sowie die UV-Strahlung in und oberhalb der Was-
erwechselzone eine wesentliche Ursache für die Alterung des Bitumens im Asphalt und damit eine
Ursache für die erforderliche Pflege und Wartung sowie die nicht unbegrenzte Langzeitstabilität von
ungeschützten Asphaltschichten.

Asphaltbeläge sind bei entsprechender Materialauswahl, Zusammensetzung des Gemisches und
Verarbeitung frostbeständig.
A.2 Wasserstraßen und Kraftwerkskanäle

A.2.1 Wasserstraßen

A.2.1.1 Allgemeines

Asphaltgemische werden für Wasserstraßen sowohl für durchlässige Deckwerke (Schutzbeläge) als auch für dichte Deckwerke (Dichtungen) angewendet. Die nachfolgenden Empfehlungen sind für Schifffahrtskanäle erarbeitet. Sie können sinngemäß auch für andere Wasserwege wie z.B. im Flussbau angewendet werden.

Das durchlässige Deckwerk hat die Aufgabe, das Kanalprofil abzugrenzen, gegen angreifende Kräfte zu schützen und den Fahrwasserquerschnitt zu sichern. Es muss filterstabil und so durchlässig sein, dass schädliche hydrostatische Druckunterschiede zwischen Kanalwasserspiegel und Außenwasserspiegel nicht auftreten können und die wechselseitigen turbulenten Durchströmungen infolge des Schiffsverkehrs keine Schäden bewirken.

Eine ausreichende Durchlässigkeit ist vorhanden, wenn mindestens 10 % der Deckwerksfläche in Form kleiner, gleichmäßig verteilter Entlastungsöffnungen zur Verfügung stehen. Werden einzelne Entlastungsöffnungen vorgesehen, so ist zu ermitteln, in welcher Weise sie angeordnet und ausgebildet werden müssen. Hierbei ist die Wirksamkeit der Filtersicherheit zu beachten.


Für Wasserstraßen kommen als Anschlüsse Lösungen mit Dehnungselementen und Klemmkonstruktionen in Frage, weil die relativ geringen Wassertiefen keine ausreichenden Anpressdrücke für eine zuverlässige Wirksamkeit anderer Anschlüsse gewährleisten (siehe B.3.2).

Den Einsatz von durchlässigem oder dichtem Deckwerk entscheiden Grund- und Betriebswasserstände (Abb. 1).
Liegt der höchste Grundwasserstand tiefer als der niedrigste Betriebswasserstand, wird eine Dich-
tung eingebaut. Der niedrigste Betriebswasserstand wird hierbei unter Berücksichtigung des Ab-
sunks durch vorbeifahrende Schiffe festgelegt.

Steht der niedrigste Grundwasserstand höher an als der höchste Betriebswasserstand, wird ein
durchlässiges Deckwerk ausgeführt.

Im Übergangsbereich (Wechselbereich, in dem der Grundwasserstand zeitweise höher als der nied-
rigste Betriebswasserstand - unter Berücksichtigung des Absunks) sollte ein ganz oder teilweise
durchlässiges Deckwerk ausgeführt werden, wenn ein Wasseraustausch zwischen Grund- und Ka-
nalwasser zulässig ist.

Um Vernässungsschäden zu vermeiden, ist bei ungünstigen Gelände- und Grundwasserverhältnissen
eine Entwässerungsmöglichkeit vorzusehen, z.B. Kanalseitengräben oder Dränung, um unzulässige
Wasserüberdrücke abzubauen und die anfallenden Wassermengen sicher und schnell in die Vorflut
abzuführen.

A.2.1.2 Durchlässige Deckwerke

A.2.1.2.1 Eigenschaften und Beanspruchungen

Aus nicht spontanen Setzungen des Untergrundes herrührende Beanspruchungen der Asphaltdeck-
werke werden, sofern der Untergrund gewachsen und ausreichend gleichmäßig gelagert oder als
geschütteter Boden sorgfältig verdichtet ist, durch plastische Verformung im Asphalt unschädlich
aufgenommen.

Ein Grundwasserüberdruck auf die Unterseite des Deckwerks ist durch ausreichende Durchlässig-
keit von Filterschicht und Deckwerk zu vermeiden oder in der Bemessung zu berücksichtigen.

In seitlich und tiefenmäßig beschränktem Fahrwasser verursacht ein fahrendes Schiff Wasserspie-
gelauslenkungen, die sich als Wellen, Rückströmung und Schraubenstrahl auf die Uferbefestigung
auswirken. Auf diese Beanspruchungen sowie auf Schiffsstoß und Ankerwurf ist das Deckwerk
auszulegen.
A.2.1.2.2 Konstruktion und Bauweisen

Deckwerke und Filter

Das Deckwerk muss gegenüber dem Untergrund filterstabil sein. Die Filterwirkung wird im Allgemeinen durch eine Filterschicht erreicht und ist notwendig, um Schäden durch Erosion und Suffusion zu verhindern.

Es werden mineralische und geotextile Filter eingesetzt.

Filter sind auf den Kornaufbau des zu schützenden Bodens und der darüber liegenden Deckschicht abzustimmen. Es kommen ungebundene und gebundene Kornfilter u. a. auch Bitumensand zur Anwendung (siehe B.1.2.2.2).
Steinverklammerung


Das genaue erforderliche Gewicht ergibt sich aus der Bemessung des Deckwerks. Übliche Gewichte des Steingerüstes betragen 500 bis 1000 kg/m\textsuperscript{2}.

Die Wirksamkeit der Verklammerung ist vom Hohlraumgehalt, von der Steingröße und der Größe der einzelnen Hohlräume abhängig.

Die Dicke d der Steinschicht ist durch das Gewicht des Steingerüstes vorgegeben. Nach MAR (BAW 1993) beträgt die Mindestdicke 40 cm. Außerdem ist die Bedingung d \geq 1,5 \times D\textsubscript{n50} einzuhalten, mit D\textsubscript{n50} = mittlere nominale Steingröße. Bei schnellem Wasserspiegelabsinken können in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit und der Festigkeit des Bodens auch größere Deckwerksdicken erforderlich werden, ggf. ist hier eine Bemessung nach GBB (BAW 2004) durchzuführen.


Wegen der natürlichen Rauheit dieses Deckwerks erübrigen sich zusätzliche Vorkehrungen zum Abbremsen auflaufender Wellen ebenso wie Aussteigehilfen für Mensch und Tier.

Das Deckwerk soll bis zum Böschungsfuß herabgeführt und mit einer etwa 2 m breiten Vorlage in die Sohle hinein versehen werden bzw. bei erosionsempfindlichen Böden (Sande und feinere kohäsionslose Böden) in den Untergrund des Böschungsfußes einzubinden, um einer möglichen Unterspülung entgegenzuwirken.
Tabelle 2: Richtwerte für Filter und Steinverklammerungen

<table>
<thead>
<tr>
<th>Material</th>
<th>Mindestwerte</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Geotextile Filter Vliese</td>
<td>Vliese $\geq 600 \text{ g/m}^2$ nach MAG (BAW 1993)</td>
</tr>
<tr>
<td>Mineralische Filter, ein- oder mehrlagig</td>
<td>d $\geq 30 \text{ cm}$ nach MAK (BAW 1989)</td>
</tr>
<tr>
<td>Gebundener Filter (Bitumensand o. ä.)</td>
<td>d $\geq 10 \text{ cm}$</td>
</tr>
<tr>
<td>Einbaudicke der Wasserbausteine (Größenklasse CP$_{90/250}$ (DIN EN 13383-1))</td>
<td>d $\geq 40 \text{ cm}$</td>
</tr>
<tr>
<td>Asphalteingussmasse (allgemein)</td>
<td>90 bis 120 kg/m$^2$</td>
</tr>
<tr>
<td>Asphalteingussmasse in der Wasserwechselzone</td>
<td>110 bis 140 kg/m$^2$</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Abbildung 2: Durchlässiges Deckwerk

Mastixschotter

Als hohlraumreicher Belag kann Mastixschotter verwendet werden. Die Dicke des Deckwerks soll mindestens 15 cm betragen. Der Einbau erfolgt einlagig.
Vorgefertigte Deckwerkselemente

Im Reparatur- und Erweiterungsfall werden überwiegend vorgefertigte Asphaltmatten im Unterwas-
ssereinbau eingesetzt.

Deckwerkselemente (Matten) können an Land oder auf schwimmenden Einheiten gefertigt werden.
Für den Einbau der Fertigelemente ist ein gleichmäßiges Aufliegen besonders wichtig. Die Gleitsi-
cherheit ist nachzuweisen, erforderlichenfalls kann sie durch konstruktive Maßnahmen (zum Bei-
spiel Splittschüttung zur Erhöhung der Reibung) verbessert werden. Elemente ab etwa 12 cm Dicke
bedürfen keiner Schutzschicht.

In der Regel werden durchlässige Matten aus mastixverklammertem Gestein verwendet.

Die Matten werden

- auf einem Trägergewebe ausreichender Festigkeit (zum Beispiel Kunststoffgewebe), gegebe-
nenfalls mit Stahldrahtgeweb als Einbauhilfe

oder

- aus einem allseitig umschließenden Maschendrahtgeflecht als Trägerelement hergestellt.

Die Matten werden in Einzellängen oder kontinuierlich hergestellt. Einzelmatten, die in Richtung
der Böschungsneigung verlegt werden, sollten mindestens 2,0 m breit sein, und so lang gewählt
werden, dass sie die Böschung in der Falllinie ohne Stoß überdecken.

Stöße werden durch Überlappung der Matten ausgeführt, indem das Träger- bzw. Filtergewebe an
den Stößen einseitig um etwa 50 cm übersteht.
Tabelle 3: Richtwerte für mastixverklammerten Schotter (Matten)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Dicke</th>
<th>d = 18 cm</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Breite</td>
<td>≥ 2,0 m</td>
</tr>
<tr>
<td>Länge</td>
<td>projektbezogen</td>
</tr>
<tr>
<td>Trägerelement</td>
<td>Kunststoff-Filtermatte, Bewehrung mittig in der Matte aus punktgeschweißtem Drahtgewebe, d = 3,65 mm, verzinkt 244 g/m², Maschenweite 15 cm x 15 cm</td>
</tr>
<tr>
<td>Flächenbezogene Masse</td>
<td>360 kg/m²</td>
</tr>
</tbody>
</table>

A.2.1.3 Dichte Deckwerke

A.2.1.3.1 Eigenschaften und Beanspruchungen

Die Dichtigkeit und Langzeitbeständigkeit des Deckwerks ist gewährleistet, wenn der Hohlraumgehalt der eingebauten Dichtungsschicht höchstens 3 Vol.-% beträgt (siehe C.2.1.1).


Es ist zu beachten, dass Asphaltdichtungen durchwurzelt werden können. Es siedeln sich oberhalb der Wasserlinie Gehölze (bevorzugt Weiden) und bis ca. 1m unter der Wasserlinie Röhricht an.

Hinweise zum Umgang mit Bewuchs sind in A.1.2 und E.2.2 enthalten.
A.2.1.3.2 Konstruktion und Bauweisen

Für die Ausführung von Dichtungen kommt in der Regel Asphaltbeton in Frage, der im Trockenen eingebaut wird. In der Konstruktion werden der Aufgabe nach drei Teile unterschieden, nämlich der Unterbau, die eigentliche Dichtungsschicht und die Schutzschicht. Alle drei Schichten sind so miteinander zu verbinden, dass im Hinblick auf die Standfestigkeit in ihren Berührungslagen Druck- und Schubkräfte übertragen werden können. In der Wasserwechselzone wird in der Regel in einer Breite von 5 m eine Rauzone ausgeführt, um den Wellenaufbau zu bremsen und Mensch und Tier das Herauskommen aus dem Wasser zu ermöglichen.

Dichtungsschicht und Schutzschicht haben oft die gleiche Zusammensetzung und bei gleicher Einbauweise auch die gleichen Dichtungseigenschaften. Die Mindestdicke je Schicht muss 6 cm betragen.


Wegen der relativ konstanten Kanalquerschnitte über längere Strecken wird das Asphaltnischgut vorzugsweise mit sog. Brückenfertigern auf den Böschungen und Straßenfertigern auf den Sohlen eingebaut.

Abbildung 3: Dichtung eines Schifffahrtskanals
A.2.2 Kraftwerkskanäle

A.2.2.1 Allgemeines

Kraftwerkskanäle führen als Oberwasserkanal Wasserkraftwerken das Betriebswasser zu und leiten es als Unterwasserkanal ab. Sie unterscheiden sich von Schifffahrtskanälen durch geringere Sohlbreiten und steilere Böschungen. Kraftwerkskanäle weisen aufgrund ihrer speziellen Aufgabe i. A. folgende bautechnische Kenndaten auf:

- Sohlgefälle in Längsrichtung: 1 : 500 bis 1 : 10 000
- Böschungsneigung: 1 : 1,25 bis 1 : 2
- Fließgeschwindigkeit: 1,5 bis 3 m/s und mehr


Ein typischer Aufbau einer Asphaltdichtung für einen Kraftwerkskanal ist in den Abb. 4 und 5 dargestellt.

Dichtungen müssen dem Strömungsangriff infolge der hohen Fließgeschwindigkeit und ggf. dem Abrieb durch Geschiebeführung (i. W. Sand) standhalten.

Kraftwerkskanäle weisen große und häufige Wasserspiegelschwankungen auf.

Wie alle ungeschützten, offen liegenden Flächen sind auch Asphaltbeläge von Kraftwerkskanälen sämtlichen klimatischen sowie ggf. chemischen und biologischen Einflüssen ausgesetzt.

Wegen der bei Kraftwerkskanälen üblichen steilen Böschungen müssen Asphaltbeläge insbesondere im Hinblick auf ihre Böschungsstandfestigkeit unter Sonneneinstrahlung konzipiert werden.

Die Wasserwechselzone wird insbesondere mechanisch (Wechsel von Druck und Entlastung), aber auch durch Witterung (Wechsel von Temperatur und Benetzung) stark beansprucht.

Gegenüber sonstigen chemischen und biologischen Einwirkungen verhalten sich die Dichtungsbeläge gleichermaßen wie unter A.1.2 beschrieben.
Abbildung 4: Kraftwerkskanal, Querschnitt mit Brückenfertiger

Abbildung 5: Asphaltaußendichtung eines Kraftwerkskanals (Detail von Abb. 4)
A.2.2.2 Bauweisen

Asphaltbeläge in Kraftwerkskanälen werden beim Neubau prinzipiell im Trockenen eingebaut.

Konstruktiv können bei Kanaldichtungen der Aufgabe nach folgende Bauteile unterschieden werden:

- Unterbau
- Dichtungsschicht
- Oberflächenversiegelung.

Näheres zur Definition der Bauteile siehe B.1.


Zwischen Unterlage und Dichtungsschicht muss ein ausreichender Schichtenverbund zur Übertragung von Schubkräften sichergestellt sein.

Die Tragschicht in der Kanalsohle sollte verstärkt werden, wenn sie während des Baus als Baustadt genutzt werden soll.

Der Einbau der Asphaltschichten erfolgt mittels spezieller Böschungs- oder Brückenfertiger i. d. R. einlagig in einer Dicke von mind. 6 cm.

Ein zweilagiger Dichtungsaufbau wird nur in seltenen Fällen aufgrund besonderer Randbedingungen ausgeführt.

Die Oberflächenversiegelung besteht aus bitumenreichem Versiegelungsmastix im Heiß- oder im Kalteinbau. Die Oberflächenversiegelung soll ein durchgehender Schutzfilm sein. Eine Dichtungsfunktion hat sie nicht. Mit einer Oberflächenversiegelung sollen zwei Ziele erreicht werden:

- Schutz vor UV-Einstrahlung bei gleichzeitiger Reduktion des Strömungswiderstandes durch Verringerung der Oberflächenrauheit und
- Erhöhung des Widerstandes gegen mechanische Beanspruchung durch mögliche Geschiebeschädigung.

Beim Aufbringen der Oberflächenversiegelung muss der Dichtungsbelag trocken und staubfrei sein.
A.3 Talsperren und Speicherbecken

A.3.1 Allgemeines

Für die Dichtung von Dämmen für Talsperren und Speicherbecken können Asphaltbauweisen angewendet werden und zwar als Außendichtungen, die auf der fertig gestellten wasserseitigen Oberfläche eingebaut (Abb. 6, Wehratalsperre) oder als Innendichtungen, die innerhalb der Dammschützung liegen und gleichzeitig mit dieser hochgezogen werden (Abb. 7, Kleine Kinzigtaalsperre).

Abbildung 6: Querschnitt durch einen Staudamm mit Asphaltaußendichtung

1 Asphaltaußendichtung
2 Vorschützung aus ausgewogenem Felsmaterial
3 ursprüngliche Talsohle
4 vorhandener grobblockiger Talschotter
5 Fels
6 Fels
7 Aufstandsfläche des Dammes
8 Dammkern aus Talschotter und gebrochenem Fels
9 Dammsschützung aus gebrochenem Fels
10 begehbarer Herdmauer
11 Injektionsschieler
12 Talschotter - Aushub (Baugrube für Herdmauer)
13 Kiesfilter
14 Schotterfilter

A.3.1.1 Asphaltaußendichtungen

Außendichtungen werden nach Fertigstellung der Talsperre bzw. des Speicherbeckens oder zumindest nach Fertigstellung größerer Bauabschnitte eingebaut. Setzungen sind dann bereits weitgehend abgeklungen. Außendichtungen müssen dennoch so flexibel sein, dass sie Setzungen und Verschiebungen des Dammkörpers insbesondere beim Ersteinstau, aber auch bei späteren An- und Abstauvorgängen, bis zu bestimmten Grenzen schadlos folgen.

Bei einer Talsperre mit Außendichtung wirkt der gesamte Dammquerschnitt als Stützkörper.
A.3.1.2 Asphaltinnendichtungen


Asphaltinnendichtungen werden durch Spannungsumlagerungen im Dammkörper und durch den hydrostatischen Wasserdruck beansprucht.

Das Verformungsverhalten der Innendichtung muss dem des gesamten Dammkörpers entsprechen.

Biologische, chemische und witterungsbedingte Beanspruchungen bestehen nicht.

Innendichtungen gelten als erdbebensicherer als Außendichtungen.


A.3.2 Bauweisen

A.3.2.1 Asphaltaußendichtungen

Die zweite, aufwändigere Bauweise (kontrollierte Dichtung) sieht zwei Asphaltdichtungsschichten und eine dazwischen angeordnete Asphaltdränsschicht vor (Abb. 9). Auch hier kann die obere Dichtungsschicht ein- oder zweilagig hergestellt werden; bezüglich Unterbau gilt das zuvor beschriebene. Die Oberfläche der oberen Dichtungsschicht wird wie bei der einschichtigen Dichtung durch eine Oberflächenversiegelung geschützt.

Eine Funktionskontrolle einer einschichtigen Dichtung kann auch durch Leckageortungssysteme erfolgen.

A.3.2.2 Asphaltinnendichtungen

Gleichzeitig mit der Asphaltinnendichtung, die oft auch als Asphaltkern bezeichnet wird, werden beidseitig Übergangszenen zum ober- bzw. unterwasserseitigen Stützkörper hochgezogen. Die Verformungseigenschaften des Asphaltkerns, der Übergangszenen und der Stützkörper sollen so aufeinander abgestimmt sein, dass die Wasserundurchlässigkeit der Innendichtung in jedem Fall gewährleistet ist.

A.4 Küstenschutzbauwerke

A.4.1 Allgemeines


Für die Deichfußsicherung sind Verbundkonstruktionen geeignet, die der Beanspruchung durch Wellen ein hohes Gewicht entgegensetzen und den Deichfuß vor Unterspülungen schützen.


A.4.2 Mechanische Beanspruchungen und Bemessung

A.4.2.1 Allgemeines


Mechanische Kräfte auf den Belag entstehen durch den Brechvorgang der Wellen, insbesondere durch Sturzbrecher der Brandungswelle. Beim Sturzbrecher sind die Fallhöhe der Brecherzunge, die Fallgeschwindigkeit und die Aufschlagbreite die wesentlichen Kenngrößen für die angreifende Kraft. Die Aufschlagdauer, die Brecherfrequenz sowie die Geometrie der Böschung beeinflussen die Beanspruchung (Führböter, A. 1991).


Zu den mechanischen Kräften gehört auch die schmirgelnde Wirkung des vom Wasser mitgeführten Sandes und Gerölls des Vorstrands.

A.4.2.2 Beanspruchung durch brechende Wellen

Für die Wellenbelastung der Böschung eines Deiches sind die Wellenkennwerte unmittelbar vor der Böschung maßgebend. An den Außenböschungen der Seedeiche der deutschen Nordseeküste beträgt die Brecherhöhen $H_b$ - Höhenunterschied zwischen Wellental vor dem Brecher und Brecherkamm - bis zu 3 m.

Bei der Bemessung von Asphaltbelägen für Küstenschutzwerke sind für die Belastung durch Wellen und Sturzbrecher insbesondere maßgebend:
- die Böschungsneigung und die Geometrie des Bauwerks,
- die Wellenparameter Höhe, Länge, Periode, Fortschrittsgeschwindigkeit und Anlaufrichtung,
- Elastizitäts- oder Steifigkeitsmodul und Biegefestigkeit des Belags,
- Dämpfungseigenschaft und Bettungsziffer des Bodens.

Bei bekannten bzw. zu erwartenden Wellenparametern wird mit der Wahl der Böschungsneigung die Brecherform (Schwall-, Sturz- oder Reflexionsbrecher) und somit die Intensität der Brecherbelastung weitgehend beeinflusst.


$$p_{\text{max},99,9\%} = 30 \cdot \frac{1}{n} \cdot \rho \cdot g \cdot H_s$$

mit $n$ = Neigung der Böschung 1 : $n$,

$\rho$ = Wasserdichte,

$g$ = Erdbeschleunigung und

$H_s$ = signifikante Wellenhöhe am Böschungsfuß.

Die höchsten Druckspannungen infolge brechender Wellen (Druckschlag) auf Böschungen mit Neigungen zwischen 1 : 3 und 1 : 8 treten im Bereich des Ruhewasserspiegels (RWS) auf. Als Ergebnis aus Naturmessungen an einer Deichböschung 1 : 4 ist für die Aufschlagpunkte von Druckschlagereignissen relativ zur signifikanten Wellenhöhe eine Tiefe von insgesamt 1,5 $H_s$ (oberhalb RWS von 0,5 $H_s$ und unterhalb RWS von 1,0 $H_s$) anzusetzen (Grüne, J. 1992). Die entsprechende Länge des Druckschlagbereichs auf der Böschung (in Falllinie gemessen) ergibt sich aus der Böschungsneigung.

Die Wirkdauer der durch brechende Wellen erzeugten Druckspannungen ist sehr kurz. Messungen in der Natur und im Großen Wellenkanal haben ergeben, dass die Anstiegszeiten bis zum Erreichen der maximalen Druckspannungen bei Böschungen mit Neigungen von 1 : 4 und 1 : 6 im Bereich von 0,01 bis 0,50 Sekunden variieren.

Die Wellenbelastung (Druckschlag) kann zu einer Aufweitung von vorhandenen Rissen führen. Offene Nähte und Risse müssen deshalb geschlossen werden, weil ein Druckschlag, der auf eine solche Stelle trifft, Sprengkräfte hervorruft, die den Belag örtlich überbeanspruchen können.


A.4.2.3 Beanspruchung durch Sickerwasserüberdruck

Bei anhaltend hohen Außenwasserständen kann der Grundwasserstand im Deichkörper ansteigen, wenn eine Sickerströmung unter dem Deichfuß von außen nach innen möglich ist oder an sandigen Küsten Hangwasser den Grundwasserstand erhöht.


Für die Anwendung eines vereinfachten Baugrundmodells wird die Bettungsziffer $C_b$ benötigt, die als Verhältnis des Sohldrucks zur Setzung der elastischen Flächengründung definiert ist. Es wird empfohlen, für die im Deich- und Deckwerksbau üblichen Bettungsziffern folgende Werte zu verwenden (van Herpen, J.A. 1998):

- Gut verdichteter Sand: $C_b \approx 0,30 \cdot 10^9 \text{N/m}^3$
- Klei: $C_b \approx 0,05 \cdot 10^9 \text{N/m}^3$
- Magerer Sandasphalt: $C_b > 0,50 \cdot 10^9 \text{N/m}^3$. 

Abbildung 10: Bemessungsdiagramme nach Communications No.37, Rijkswaterstaat (TAW, 1985) für Asphaltbauweisen im niederländischen Küstenschutz
A.4.3 Konstruktive Gestaltung und Bauausführung

A.4.3.1 Deckwerke


Unter durchlässigen Deckwerken ist eine Filterschicht aus Geotextil oder Kornfilter vorzusehen. Unter undurchlässigen Deckwerken kann als zusätzliche Sicherheit im Schadensfall ein Geotextil ohne horizontale Durchlässigkeit eingebaut werden.

A.4.3.1.1 Deckwerke aus Asphaltbeton

Deckwerke aus Asphaltbeton dürfen aufgrund von Algenbewuchs, Sandschliff, Wellenschlag sowie eingeschränkter Arbeitsmöglichkeiten im Bereich der Tide nur mindestens 1,5 m oberhalb der MThw eingebaut werden.


Wegen der relativ großen Schichtdicken des Asphaltbetons ist eine Oberflächenversiegelung nicht erforderlich.

Als seitlicher Abschluss für ein Deckwerk kann gegen Lee-Erosion ein Sporn aus Asphaltbeton in Vergussbauweise oder - wenn eine tiefere Verankerung erforderlich ist - eine Pfahlreihe bzw. eine Spundwand angeordnet werden.
A.4.3.1.2 Deckwerke in Asphaltvergussbauweise

Asphaltvergossene Steindeckwerke haben ein hohes Eigengewicht und eine Oberfläche mit größerer Rautiefe und sind deshalb im Bereich des Wellenauflaufs unbedingt zu bevorzugen. Auch vermindern sie wegen der glatten Oberfläche des Vergussmastix den Ansatz von Algen und einen Sandabrieb im Bereich des Wellenüberschlags. Deckwerke werden aus Steinschüttungen oder Steinsatz gefertigt. Im Allgemeinen werden Decken von etwa 500 kg/m² bis 1000 kg/m² Gewicht und mehr ausgeführt (siehe B.1.3.7).


Bei Steinsatz werden die Steine wegen der erwünschten Rauheit des Belages mit der Spitze nach oben dichtstehend gesetzt und etwa bis auf ein Drittel der Steinhöhe mit 100 kg/m² bis 150 kg/m² Asphaltmastix vergossen. Die Zusammensetzung der Vergussmasse richtet sich nach den Angaben in C.2.6.2.1. Als Unterlage dient z.B. eine etwa 6 cm dicke Schicht aus unverdichtetem Bitumensand. Diese Konstruktion hat eine hohe Lebensdauer und erfordert kaum Unterhaltung. Zudem wird der Wellenauflauf bei Sturmfluten optimal gebremst.

Ein Beispiel für ein Basaltsäulendeckwerk (EAK 1993, Empf. E, Abschn. 6, Bsp. 12) bei sehr schwerem Seegang ist das Düenschutzwerk an der Westküste der Insel Sylt, eine der schwersten Konstruktionen dieser Art, die sich bis heute gegenüber allen Beanspruchungen bewährt hat.
A.4.3.1.3 Deckwerke aus Mastixschotter


Mastixschotter eignet sich gut als durchwachsene und damit begrünte Schutzschicht im unteren Teil eines weniger starken Beanspruchungen ausgesetzten Außendeckwerks von Deichen mit Vorland. Ein Mastixschotterdeckwerk kann auch als obere Fortsetzung schwerer Asphaltbetondeckwerke an sandigen Küsten als Spritzschutz dienen.


A.4.3.2 Fußsicherungen

Der Fuß eines Böschungsdeckwerks ist so auszubilden, dass das Deckwerk im Bau- und Endzustand weder beschädigt werden noch ein Ausspülen am Böschungfuß stattfinden kann. Außerdem ist seine Standfestigkeit gegen Abheben und Abrutschen als Ganzes zu gewährleisten.

Bei undurchlässiger Fußausbildung aus vergossenen Steinlagen (Dicken über 30 cm oder Vergussmengen über 250 kg/m²) auf undurchlässiger Unterlage muss die Flächenlast größer als ein möglicher Wasserinnendruck hinter dem Deichfuß sein.

Asphaltverguss nach B.1.3.7 hat sich bevorzugt für Deckwerke im Bereich des Fußes eines Seedeiches bewährt, und zwar im unteren Teil, je nach Einbauverfahren auch im Tidebereich. Dieser Deckwerksteil hat die Aufgabe, den Deichkörper bis etwa 1,5 m über MThw gegen den stetigen Tideeinfluss zu schützen. Er unterscheidet sich dadurch sowohl in funktioneller als auch in konstruktiver Hinsicht von den übrigen Teilen des Deckwerks eines Seedeiches.


Die vertikale Fußsicherung hat folgende Funktionen:

- vorübergehende Sicherung bei plötzlicher Strandabnahme,
- Stützung des Deckwerks,
- klarer Ansatz des Deckwerks,
- Abgrenzung der Schäden auf Teilflächen,
- Schutz vor Seewasser während des Bauzustandes.


Bei der **horizontalen Fußsicherung** hat die im Allgemeinen ausgeführte Fußvorlage folgende Funktionen zu erfüllen:

- Schutz des Deckwerks vor Unterspülungen,
- Anpassung an die wechselnden Strandhöhen,
- Vermeidung von Längsströmungen vom Deckwerksfuß,
- Verlängerung des Sickerwegs und Einfluss auf den Grundwasserstand und die sich daraus ergebenden Druckverhältnisse unter dem Deckwerk,
- Verringerung der Wellenhöhe und Einfluss auf den Wellenaufschlagpunkt (Bermenwirkung),
- Bildung eines festen Ansatzpunktes und Beitrag zur Abstützung des Deckwerks.

Die Vorlage muss dem Wellenangriff und der Strömung durch ihr Eigengewicht widerstehen, um ein Abheben zu vermeiden. Die Dicke beträgt im Allgemeinen zwischen 15 und 30 cm.


Ein weiteres Beispiel einer kombinierten Bauweise mit Abschluss durch eine Pfahlreihe ist in EAK 1993, Empf. E, Abschn. 6, Bsp. 3 beschrieben.

Abbildung 11: Deichfußausbildung z.B. Brouwersdamm, durchlässige und dichte Vorlage (Visser & Schönian 1979)
A.4.3.3 Besondere Hinweise zur Konstruktion und Ausführung

A.4.3.3.1 Deiche


Erfahrungsgemäß besteht bei einer Dicke von Asphaltbetondeckwerken unter 12 cm die Gefahr des Durchwuchses von Düngegräsern, Rhizomen oder anderer Pflanzen, wenn diese mit dem Kernmaterial eingebaut werden. Die Belagdicke sollte deshalb mindestens 15 cm betragen, um ein Durchwachsen zu vermeiden.


Homogene Deiche mit Dichtung müssen entlüftet werden, um Luftpressungen unter dem Belag zu vermeiden (EAK 1993, Empf. E, Abschn. 6, Bsp. 7).

Die Neigung des Schutzwerkes richtet sich nach der Beanspruchung durch Wellen (siehe A.4.2.2). Sie sollte nicht steiler als 1:4 sein um eine möglichst geringe Erosionswirkung auf den Vorstrand auszuüben.

Einem möglichen Wasserüberdruck auf der Unterseite des Schutzbelags muss durch Anordnung einer durchlässigen Fußsicherung auf Filter begegnet werden.

Die Höhenlage der oberen Begrenzung des Schutzbegranges aus Asphalt richtet sich nach der möglichen Wellenauslauffläche. Das obere Ende des Schutzwerkes muss mit Rücksicht auf eine mögliche Lee-Erosion gegen Unterspülung besonders gesichert werden. Es ist zweckmäßig, an der oberen Begrenzung des Schutzwerkes eine Berme von etwa 3 m Breite anzuordnen, die auch als Fahrstraße dienen kann. Oberhalb dieser Berme kann ein durchlässiges Mastixschotter-Deckwerk als Spritzschutz angelegt werden, das bei voller Begrünung naturverträglich ist und trotzdem bei Belastung seine Schutzfunktion erfüllt.

Auch aufgrund der schmirgelnden Wirkung des Sandes müssen die Beläge entsprechend bemessen werden und eine mörtelreiche Oberfläche haben.
A.4.3.3.2 Buhnen, Leitdämme und Flächensicherungen

A.4.3.3.2.1 Allgemeines
Buhnen sollen uferparallele Tide- und Brandungsströmungen vom Ufer fernhalten. Ihre Aufgabe ist es, die Erosion am Strand zu verhindern oder zu verzögern. Die Brandungsenergie wird stärker abgebaut, wenn der Buhnenkopf breit angelegt ist.

Leitdämme werden dort angeordnet, wo Strömungen beeinflusst oder Hafeneinfahrten gesichert werden sollen.


A.4.3.3.2.2 Buhnen


Vor dem Asphaltverguss werden die Hohlräume mit Steinen entsprechender Größe verfüllt, um den Verbrauch an Asphaltmastix (bis zu 500 kg/m²) zu reduzieren und um sicher zu stellen, dass die Eingußmasse in der gewünschten Zone bleibt.

Der Verguss wird bei möglichst niedrigen Wasserständen (Niedrigwasser) und ruhiger See so weit wie möglich heruntergeführt, um den Bereich unterhalb des Ruhewasserspiegels zu erfassen. Dabei...
kann die Eingussmasse noch bis zu etwa 1 bis 1,5 m unterhalb des Wasserstands in die Hohlräume eindringen.


A.4.3.2.3 Leitdämme

Im Vergleich zu den Buhnen gelten für Leitdämme andere Bedingungen, weil die Leitdämme meist durch tieferes Wasser führen. Ihre Krone liegt im Allgemeinen wesentlich höher als bei Seebuhnen, so dass hierdurch größere Brandungskräfte auftreten.


Abbildung 12: Trenndamm Hoek van Holland, Niederlande, 1971: Deichkern aus Bitumensand (Visser & Schönian 1979)
A.4.3.3.4 Flächensicherungen

Flächensicherungen gegen Erosion können bis in Tiefen von ca. 20 m durchgeführt werden. Im Tidebereich wird der Asphaltverguss der Flächensicherung über Wasser durchgeführt, ansonsten aber als Unterwassereinguss. Es wurden Steinschüttungen bis 1000 kg/m² mit Asphalteinguss von 500 bis 600 kg/m² ausgeführt, desgleichen durchlässige Asphaltmatten aus Mastixschotter auf Kunststoffgewebe (Schönian, E. 1999).

A.5 Schrifttum


B Bauelemente und Bauausführung

B1 Asphaltaußendichtungen und Asphaltdeckwerke

B.1.1 Allgemeines

Diese einzelnen Komponenten werden nachstehend als Bauelemente erläutert. Es werden Hinweise zur Bauausführung gegeben und hinsichtlich der dafür geeigneten Baustoffe und Baustoffgemische auf die zutreffenden Punkte im Teil C verwiesen.

B.1.2 Unterbau

B.1.2.1 Allgemeines
Der Unterbau bildet die plangerechte Unterlage für Bauelemente aus Asphalt.

Die Herstellung der Asphaltchichten setzt voraus, dass der Unterbau ausreichend standfest, tragfähig, profil-, höhengerecht und eben ist. Ziel muss immer die Einhaltung der vorgegebenen Höhen an der Oberkante der Dichtungsschicht sein.

Der Unterbau muss sowohl für die Bauausführung als auch für den späteren Betrieb standsicher sein.

Die Herstellung des Unterbaus erfolgt mit den im Erdbau üblichen Technologien und Geräten.

Der Unterbau muss zum Aufbringen der weiteren Schichten eine ausreichende Tragfähigkeit besitzen. Ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 30 \, \text{MN/m}^2 \ (E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5)$ ist anzustreben. Ersatzweise kann auch der Verdichtungsgrad in Verbindung mit anderen bodenmechanischen Kennwerten des Mater-
rials als Kriterium herangezogen werden. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit erforderlich.

Spezielle Vorkehrungen sind bei auftretendem Grund- oder Schichtenwasser zu treffen.

Ist der vorhandene Untergrund geeignet, kann auch dieser als Unterbau verwendet werden.

**B.1.2.2 Filterschichten**


Bei der Anwendung von Asphaltbauweisen im Küstenschutz sind Filter unter so genannten offenen Deckwerken besonders wichtig. Filterschichten müssen einerseits ein ausreichendes Bodenrückhaltevermögen und gleichzeitig eine gute Wasserdurchlässigkeit aufweisen.

Zu unterscheiden sind:
- ungebundene Kornfilter
- gebundene Kornfilter und
- geotextile Filter.

Ungebundene und gebundene Kornfilter können auch mit Dränschichten kombiniert werden bzw. eine Dränfunktion übernehmen.

Die Wasserdruckfähigkeit muss so ausreichend sein, dass auch bei plötzlichem Abfall des äußeren Wasserspiegels kein schädlicher Wasserdruck auf die darüber liegende Asphaltschicht entstehen kann.

**B.1.2.2.1 Ungebundene Kornfilter**

Ungebundene Kornfilter werden ein- oder mehrlagig aus klassifizierten Gesteinskörnungen eingebaut.

Für die Dimensionierung von mineralischen Filterschichten (ungebundene Kornfilter) stehen einschlägige Richtlinien und Vorschriften zur Verfügung (BAW 1989).

Der Einbau von mineralischen Filterschichten erfolgt je nach den geometrischen Verhältnissen und der Art der Materialien mit Raupen, Gradern, Fertigern, Baggern o.ä.
Gegebenenfalls können mineralische Filterschichten gleichzeitig zur Verbesserung der Tragfähig-
keit und Ebenheit des Unterbaus genutzt werden.

Ungebundene Kornfilter können auch mit geotextilen Filtern kombiniert werden.

(Weitere Hinweise siehe EAK 1993, Empf. E, Abschn. 2.3.3)

B.1.2.2.2 Gebundene Kornfilter

Gebundene Kornfilter bestehen meist aus bitumengebundenen, seltener aus hydraulisch gebundenen
mineralischen Materialien (siehe C.2.6.2.2 bzw. EAK 1993, Empf. E, Abschn. 2.3.3).

Da in gebundenen Kornfiltern keine Kornumlagerung und Erosion stattfinden kann, ist eine Bemes-
sung nur gegenüber dem zu schützenden Unterbau erforderlich. Daraus ergeben sich in der Regel
einfache meist einlagige Filterkonstruktionen.

Möglich sind auch gebundene Kornfilter aus Bitumensand. Untersuchungen der BAW, Karlsruhe
(BAW, 1976) belegen die Eignung von Bitumensanden als langzeitbeständige Filterlage, z. B. unter
hochbeanspruchten Uferdeckwerken und auf erosionsgefährdetem, feinkörnigem Boden. Deckschüt-
tungen auf Bitumensand können beliebig grobkörnig sein, weil aufgrund der adhäsiven Bindung die
Filterregeln gegen austretendes Wasser hier nicht relevant sind.

Die oben genannten Aussagen werden durch jahrzehntelange Erfahrungen mit Bitumensandfiltern in
Küstenschutzbauwerken der Niederlande bestätigt.

Bitumensande aus gleichförmigen Mittelsand (\(D_{15} = 0,22\) mm, \(D_{50} = 0,3\) mm, \(U = 15\)) gebunden mit
3,2 M.-% Bitumen wies noch eine Wasserdurchlässigkeit von \(4,5 \cdot 10^{-5}\) m/s auf (\(k_r\)-Wert des reinen
Sandes \(4,5 \cdot 10^{-4}\) m/s). Bitumensand kann auch bei Verarbeitungstemperaturen von 100 – 130°C
unter Wasser homogen eingebaut werden. Vorteilhaft ist dabei die noch anfänglich vorhandene Fließ-
fähigkeit des Bitumensandes, die ein Ausbreiten ohne verbleibende Hohlräume bzw. das Verfüllen
größerer Hohlräume sowie einen guten Anschluss an angrenzende Bauelemente ermöglicht.

Infolge des sehr dünnen Bitumenfilms um die einzelnen Gesteinskörner der gebundenen Filter härtet
dieser zwar schneller aus, aber gleichzeitig erhöht sich die Viskosität und damit auch der Widerstand
gegen Erosion. Da in diesem Zeitraum auch eventuelle Untergrundsetzungen meist abgeklungen sind,
ergeben sich daraus keine negativen Folgen.
**B.1.2.2.3 Geotextile Filter**

Geotextile Filter haben in den letzten Jahren weite Verbreitung gefunden und repräsentieren in vielen Anwendungsfällen den Stand der Technik.

Zum Einsatz kommen Geotextilien mit definierten Öffnungsweiten als Gewebe, Gewirke, Gestricke und mechanisch, chemisch oder thermisch verfestigte Vliese aus Polypropylen oder Polyethylenfasern.


Geotextile Filter müssen gegen kurzzeitig e Temperatureinwirkungen bis etwa 180 °C beständig sein, wenn sie mit heißem Asphaltmischgut in Berührung kommen, andernfalls sind mineralische Zwischenschichten ("Kombinationsfilter") erforderlich.


**B.1.2.3 Trag-, und Ausgleichsschichten**

Als Tragschichten können sowohl bitumengebundene mineralische Materialien als auch ungebundene mineralische Materialien zur Anwendung kommen.

Sie können direkt als Unterlage und Walzwiderlager für Deckwerke und Dichtungen in Asphaltbauweise wirken. Bitumengebundene Tragschichten können auch als Ausgleichsschichten dienen.

Für Asphalttragschichten oder ungebundene Tragschichten können Materialzusammensetzungen des Straßenbaues gewählt werden.

Ausgleichsschichten haben die Aufgabe, die Ebenflächigkeit zwischen dem Unterbau bzw. ungebundenen Trag-, Drän- und Filterschichten und Dichtungen/Deckwerken zu verbessern.

Als Ausgleichs- und Tragschicht im Küstenschutz wird wegen seiner Wirtschaftlichkeit unter Deckwerken vorzugsweise Bitumensand eingesetzt (siehe EAK 1993, Empf. E, Abschn. 2.3.3).

**B.1.2.4 Dränschichten**

Dränschichten können aus bitumengebundenen oder ungebundenen Mineralstoffen bestehen.

Die Kornabstufung von bitumengebundenen Dränschichten kann so gewählt werden, dass sie als Filterschichten gegebenenfalls auch in Kombination mit weiteren Filterlagen dienen können. Gebundene Dränschichten sind erosionsbeständig.

Angaben zu den Baustoffen und Baustoffgemischen enthält C.2.3. Der Hohlraumgehalt der Asphaltdränschichten soll in eingebautem Zustand ca. 15 – 25 Vol.-% betragen.

Der Einbau von Dränschichten erfolgt i. d. R. einlagig mit Fertiger und Walzen.

Der Einbau von bitumengebundenen Dränschichten kann auch bei leichtem Niederschlag erfolgen, da die offene Struktur dieser Schichten ein Entweichen der Feuchtigkeit erlaubt.

Eine Dränfunktion kann auch von ungebundenen Kornfiltern übernommen werden (siehe B.1.2.2).

**B.1.3 Oberbau**

**B.1.3.1 Allgemeines**


Art und Menge des aufzusprühenden Bindemittels gem. TL Bitumenemulsionen 2007 (insbes. Bitumenemulsionen für den Schichtenverbund) sind so festzulegen, dass eine ausreichende Haftung erreicht wird, ohne dass eine Gleitschicht entsteht (max. 0,3 kg/m²).
Das Ansprühen hat so zu erfolgen, dass eine gleichmäßige Verteilung der Bindemittelmenge erreicht wird, ohne dass ein geschlossener Bindemittelfilm entsteht. Lösungsmittelhaltige Bitumenemulsionen (Haftkleber) dürfen nicht mehr verwendet werden. Die Bitumenemulsionen müssen gebrochen und das Wasser muss verdunstet sein, bevor die nächste Schicht eingebaut wird.

Zum Ansprühen der Unterlage siehe auch DIN 18317, Pkt. 4.2.1.

Außendichtungen aus Asphalt bestehen aus einer oder zwei Dichtungsschichten. Solche Dichtungsschichten können auch durch Dränsschichten (siehe B.1.3.3) getrennt sein.

In Tabelle 4 sind die bewährten Bauweisen zusammengestellt.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Tabelle 4: Bewährte Bauweisen für Dichtungen aus Asphalt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Einschichtige Dichtung</strong>:</td>
</tr>
<tr>
<td>Oberflächenversiegelung</td>
</tr>
<tr>
<td>Asphaltdichtungsschicht (einlagig) (0/11 mm, 0/16 mm)</td>
</tr>
<tr>
<td>Asphaltdränsschicht (einlagig) 0/16 bis 0/22 mm</td>
</tr>
<tr>
<td>Asphaltdichtungsschicht (einlagig) (0/11 mm, 0/16 mm)</td>
</tr>
<tr>
<td>Asphaltbinderschicht (i. d. R. einlagig)</td>
</tr>
<tr>
<td>Anmerkung</td>
</tr>
</tbody>
</table>


**B.1.3.2 Binderschichten**

B.1.3.3 Dränschichten


B.1.3.4 Dichtungsschichten

Dichtungsschichten liegen auf der Wasserseite des zu dichtenden Bauwerkes bzw. Bauelements. Sie sind in der Regel sichtbar und übernehmen fast immer neben der Dichtungsfunktion auch die Funktion des Deckwerks. Sie sind dicht, wenn der Hohlraumgehalt $\leq 3,0$ Vol.-% in der fertigen Schicht beträgt.

Die Verformbarkeit einer Asphaltaußendichtung muss mögliche Setzungen des Untergrundes schadlos aufnehmen können. Angaben zur Verformbarkeit finden sich in D.6.5. Untergrundverhältnisse, die abrupte Setzungsveränderungen erwarten lassen, also zum Beispiel Felskanten bei Verwerfungen oder Klüften, sind vor Einbau der Dichtung so zu bearbeiten (z. B. Kanten brechen), dass möglichst gleichmäßige Setzungen zu erwarten sind. Auch eine Verstärkung der darunter liegenden Tragschicht ohne Bindemittel kann zur besseren Druckverteilung beitragen.

B.1.3.5 Schutzschichten

Schutzschichten werden dort angewandt, wo außergewöhnliche mechanische Belastungen die Dichtungsschicht beschädigen können.

Schutzschichten oder Schutzbeläge können je nach Erfordernis dicht oder durchlässig hergestellt werden. Für dichte Schutzschichten gelten sinngemäß die Ausführung zu B.1.3.4 Dichtungsschichten und für durchlässige Schichten die Hinweise zu B.1.3.3 Dränschichten und B.1.3.7 Deckwerke. Bezüglich von Schutzbelägen im Küstenschutz siehe A.4.3.1.

B.1.3.6 Oberflächenversiegelungen

Oberflächenversiegelungen dienen zum Schutz von Asphaltdichtungsschichten gegen Versprödung des Bindemittels im oberen Bereich der Schicht und gegebenenfalls zum Glätten und Schließen von Oberflächenrauheiten.

Oberflächenversiegelungen haben keine Dichtungsfunktion.
Versiegelungen werden durch Auftragen von bitumenreichem Versiegelungsmastix im Heiß- oder Kaltverfahren (Emulsionen) hergestellt. Die Einbautemperatur des Heißmastix liegt zwischen 190 °C und 230 °C. Die Zusammensetzung des Heißmastix ist gemäß C.1.2.4 zu wählen.

Bitumenreicher Versiegelungsmastix wird mit einem Einbauge wicht von mind. 3 kg/m² möglichst zweilagig eingebaut.

Im Küstenschutz kann wegen der größeren Einbaustärken von Asphaltdeckwerken auf eine Oberflächenversiegelung verzichtet worden. Die Gemische müssen jedoch auf den dazu erforderlichen Hohlraumgehalt verdichtet werden und auch das grobe Korn muss gut in Mörtel eingebettet sein.

B.1.3.7 Deckwerke

Deckwerke können durchlässig oder undurchlässig hergestellt werden.


Je nach Einbaumöglichkeit (Einbau im Trockenen oder unter Wasser) sowie der Art der Ausbildung sind folgende Bauweisen möglich:

- Für den Einbau im Trockenen:
  
  a) Steinverklammerung
  b) Mastixschotter
  
- Für den Einbau unter Wasser:
  
  c) vorgefertigte Deckwerkselemente

Deckwerke mit Steinverklammerungen werden aus Steinschüttungen (500 bis 1000 kg/m²) und einem Asphaltmastixverguss (100 bis 200 kg/m²) hergestellt. In Wasserstraßen ist im Übergang zu losen Deckwerken die Vergussstoffmenge auf einem Übergangsbereich von mindestens 10 m stufenweise zu reduzieren.

Alternativ zur Steinschüttung kann auch ein Steinsatz zum Einsatz kommen. Dieser bedarf 100 bis 150 kg/m³ Asphaltmastixverguss.
Deckwerke aus Mastixschotter sind so zusammenzusetzen, dass die erforderliche Verdichtung möglich ist. Zwei Lagen müssen in sauberem Zustand verbunden werden. Um den Zusammenhalt der Lagen sicherzustellen, muss auf der unteren Lage gegebenenfalls ein bitumenhaltiges Bindemittel als Haftgrund aufgebracht werden. Mastixschotter sollte nicht mit dem Fertiger eingebaut, sondern nur mit der Bagger schaufel profiliert und angedrückt werden.

B.1.3.8 Sporne und Herdmauern


Sporne werden überwiegend im Küstenschutz verwendet.

B.1.3.9 Bauausführung

Beim Herstellen der Schichten müssen die zusammengehörenden Arbeitsgänge aufeinander abgestimmt und zügig durchgeführt werden. Dazu sind die Leistungen und die Anzahl der hierfür erforderlichen Geräte entsprechend aufeinander abzustimmen.

Zwischen allen Asphalt schichten muss ein ausreichender Schichtenverbund erreicht werden. Aufeinanderfolgende Lagen sind um die halbe Fertigerbreite, mindestens aber um 50 cm zu versetzen.

Das Asphaltmischgut ist generell mit einem Fertiger einzubauen. Hand einbau sollte so weit wie möglich vermieden werden und sich auf Flächen beschränken, die mit dem Fertiger nicht abgedeckt werden können.

Für den maschinellen Einbau kommen zwei Einbaumethoden zur Anwendung und zwar der Vertikaleinbau und der Horizontaleinbau.

Vertikaleinbau

Mit diesem Verfahren wird das Asphaltmischgut der einzelnen Schichten an steilen Böschungen von Staudämmen und Speicherbecken, hin und wieder auch bei Kanälen, in 2,50 m bis 6,00 m breiten Bahnen in Richtung der Falllinien vom Böschungsfuß zur Dammkrone eingebaut. Der Böschungsfertiger und die Walzen werden von Spezialwindwerken auf der
Kronenstraße gezogen; die Beschickung des Fertigers mit Asphaltmischgut erfolgt mit Zubringerwagen von der Krone aus.

**Horizontaleinbau**

Dieses Verfahren kann zur Herstellung von Asphaltdichtungen auf langgestreckten Dämmen, deren Böschungen nicht allzu lang und nicht steiler als 1:1,8 sind, angewendet werden. Ein sich auf der Dammmkrone bewegender Windenwagen, i. d. R. ein Raupenfahrzeug, hält den parallel zu Höhenschichtlinien einbauenden Spezialfertiger. Die Einbaubreite liegt wie beim Vertikaleinbau zwischen 2,50 m und 6,00 m. Die Walzen werden auch bei diesem Verfahren von auf der Kronenstraße operierenden Windenwagen gezogen. Es wird in Richtung der Falllinie gewalzt. Der Fertiger wird in der Böschung mit Radladern beschickt, die das Asphaltmischgut i. d. R. aus Zwischensilos, die am Böschungsfuß positioniert sind, entnehmen.


Die Walzen sind so einzusetzen, dass hierdurch keine bleibenden Eindrücke, Unebenheiten oder Risse entstehen. Der Walzvorgang soll bei einer Asphalttemperatur von 110°C abgeschlossen sein.

Die Schicht muss auch an Rändern und Nähten gleichmäßige Verdichtung und Beschaffenheit der Oberfläche aufweisen.
Beim Einbau in Bahnen ist an den Längsnähten durch geeignete Maßnahmen ein gleichmäßiger und
dichter Anschluss sicherzustellen. Ein Abflachen der Bahnenränder ist dazu erforderlich. Wenn bei
Asphaltdichtungsschichten nicht heiß an warm eingebaut wird, ist der Nahtbereich mit Infrarot-
Heizleisten nachzuheizen und gezielt zu verdichten, damit eine einwandfreie Verbindung zwischen
beiden Bahnen sichergestellt wird. Ein gleiches Vorgehen ist bei Quernähten vorzusehen. Heiß an
warm ist hierbei so zu verstehen, dass der Asphalt der vorangegangenen Bahn noch nicht unter 80°
C abgekühlt ist.

Die kalte Nahtflanke kann auch vor Einbau der nächsten Bahn mit Infrarotstrahlern vorgewärmt
und/oder mit Bitumenemulsionen oder mit Heißbitumen angestrichen oder angespritzt werden.

Dichtungsschichten dürfen nur bei trockener Witterung auf sauberer und trockener sowie schnee-
und eisfreier Unterlage und bei Lufttemperaturen nicht unter +3°C eingebaut werden. Maschinelle
Fertigungsgruppen gewährleisten eine gleichmäßige Verteilung und Verdichtung. Handeinbau muss
die Ausnahme sein. Diese Forderung ist schon planungsseitig zu berücksichtigen.

Die Oberflächenversiegelung gemäß C.2.4 darf nur auf trockener und sauberer Unterlage eingebaut
werden, ggf. ist ein vorheriges Anspritzen der Unterlage mit Bitumenemulsion in Abhängigkeit von
ihrer Beschaffenheit erforderlich. Anstelle dieser Oberflächenversiegelung kann auch ein lieferferti-
ger Kaltmastix aufgespritzt werden.

Die Versiegelung ist so herzustellen, dass ihre Beschaffenheit möglichst gleichmäßig ist.

B.2 Asphaltinnendichtungen

Für Asphaltinnendichtungen werden Asphaltbetone (siehe C.2.5) verwendet. Im eingebauten Zu-
stand darf der Hohlraumgehalt der Innendichtung 3,0 Vol.-% nicht überschreiten.

Je nach angrenzenden Dammschützmaterielien werden die Asphaltinnendichtungen beidseitig durch
ungebundene Filter- oder Dränschichten komplettiert (Übergangszenonen).

Innendichtungen aus Asphalt werden meist zusammen mit den Übergangszenonen in Lagen von 15 bis
25 cm Dicke und einer Breite von mindestens 50 cm mit Aufweitungen am Dammfuß und an den
Flanken mit speziellen Fertigern eingebaut und mit Walzen verdichtet.
Auf einen ausreichenden Mörtelspiegel (Bitumen-Füller-Gehalt) an der Oberfläche jeder Lage ist zu achten, um einen dichten Verbund der Lagen zu gewährleisten.

Handeinbau ist möglichst zu vermeiden. Anschlüsse an Bauwerke, Talflanken und der Fußbereich sind verbreitert auszuführen und im Handeinbau zugelassen.

Die Dammschüttung auf beiden Seiten der Kerndichtung sollte in etwa immer auf gleicher Höhe sein, um unsymmetrische Belastungen des Kerns zu vermeiden.

Da die der Witterung ausgesetzte Oberfläche einer Einbaulage relativ klein ist und durch die Dicke einer Einbaulage eine hohe Wärmespeicherkapazität gegeben ist, ist der Einbau einer Asphaltinnen-Dichtung auch bei feuchter Witterung und Temperaturen bis +1 °C möglich. Die Einbauarbeiten können bereits kurz nach dem Ende von Regenfällen fortgeführt werden.

**B.3 Anschlüsse von Asphaltdichtungen an Kunstbauwerke**

**B.3.1 Allgemeines**


Die Konstruktion von Anschlüssen ist so auszulegen, dass der maschinelle Einbau des Asphaltmaterials möglichst nahe an die Anschlussstelle herangezogen werden kann, um Handeinbau weitestgehend zu vermeiden.

Die Dichtigkeit des Anschlusses muss der Dichtigkeit der anzuschließenden Asphaltdichtung entsprechen. Um dies zu gewährleisten ist i. d. R. eine im Querschnitt keilförmige Verdickung der Dichtungsschicht erforderlich, um die Anschlussflächen zu vergrößern und den Sickerweg zu verlängern.

Die Anschlüsse sind in Konstruktion und Material so flexibel auszubilden, dass sie Relativbewegungen zwischen Bauwerk und Dichtung aufgrund von Setzungsunterschieden, Bauwerksverformungen und Schwingungen schadlos aufnehmen können.

Auch wenn Anschlusskonstruktionen mit größerem Bewegungsspiel ausgebildet werden, ist zu berücksichtigen, dass der Asphalt selbst den Verformungen des Untergrundes nur begrenzt folgen kann. Maßgebend für die Anpassungsfähigkeit einer Asphaltdichtung sind im Wesentlichen die Verformungsgeschwindigkeit und die Temperatur. Insbesondere bei Bauwerken mit großen und schnellen Wasserspiegelschwankungen ist auch im Bereich der Anschlüsse auf die sichere Ableitung selbst kleiner Sickerwassermengen zu achten.

In der Regel sind Anschlüsse mit Hilfe von Dehnungselementen zu konstruieren. Die Anschlusskonstruktion muss so ausgebildet sein, dass sich die möglichen Bewegungen im Bereich des Dehnungselementes konzentrieren.

Anschlüsse ohne Dehnungselemente sind nur in besonderen Fällen anwendbar. Bei allen Untergrundverformungen und Wasserständen muss dann ein ausreichender Anpressdruck der Asphaltdichtung an das Bauwerk gewährleistet sein.

Dehnungselemente können aus Metallbahnen, hitzebeständigen Kunststoffbahnen oder Kunststoff-Formteilen (Fugenbänder) bestehen. Bei hohen Beanspruchungen wie beispielsweise im Talsperrenbau sind Metallbahnen aus Kupfer d ≥ 0,2 mm zu bevorzugen. Eine innere Elastizität oder Plastizität des Dehnungselements darf nicht in Anspruch genommen werden. Vielmehr müssen unterschiedliche Bewegungen durch die geometrische Form (z.B. Schlaufe) aufgenommen werden. Metallbahnen können ein- oder mehrlagig mit Bitumen verklebt werden.


Die zu verwendenden Materialien für Dehnungselemente müssen folgenden Ansprüchen genügen:
- Beständigkeit gegen die Einbautemperatur des Asphaltmischguts
- ausreichende Verformbarkeit bei der tiefsten Gebrauchstemperatur
- Verträglichkeit und Langzeitbeständigkeit der Baustoffe.

Die Eignung ist durch Versuche oder Prüfzeugnisse nachzuweisen.

Der Anschluss einer Asphaltdichtung muss generell strömungsgünstig ausgebildet werden.

Hinweise für die Gestaltung der Kunstbauwerke:

- Die Form des Bauwerks muss so gewählt werden, dass keine schlecht verdichtbaren Zwischenbereiche auftreten. Eine Abschrägung der Wände wird empfohlen, da hierdurch eine bessere Verdichtung möglich ist und bei Setzungen die Dichtigkeit des Anschlusses durch den Anpressdruck gewährleistet wird.

- Die Fugenbänder in Betonbauwerken enden in Aussparungen und müssen mit der Dichtung wasserdicht verbunden werden.

- Sind Asphaltdichtungen an Stahlspundwände anzuschließen, so wird sinnvoller Weise der Spundwandkopf mit einem monolithischen Stahlbetonkopf (Betonholm) gefasst (siehe B.3.2.4.)

- Scharfe Betonkanten am Bauwerk sind zu vermeiden (abrunden oder brechen).


- Die Fugen zu Einbauten werden in etwa trapezförmig ausgebildet und mit einer bitumenhaltigen Fugenvergussmasse gefüllt.

B.3.2 Anschlusslösungen

B.3.2.1 Allgemeines


B.3.2.2 Horizontaler Anschluss mit durchgehender Dichtung über dem Bauwerk

Dieser Anschluss kann gewählt werden, wenn die Asphaltdichtung das Bauwerk überdeckt, z. B. Brückenbauwerke oder Durchlässe in Wasserstraßen (Abb. 13).

Die Betonkante wird abgeschrägt.

Abbildung 13: Horizontaler Anschluss an Betonbauwerke mit durchgehender Dichtung
B.3.2.3  **Horizontaler oder geneigter Anschluss an Betonbauwerke mit Dehnungselement**


Abbildung 14:  **Horizontaler Anschluss an Betonbauwerke mit Dehnungselement aus Metallbahnen geklebt** (gilt auch für den geneigten Anschluss)
B.3.2.4 Horizontaler oder geneigter Anschluss an Spundwandbauwerke mit Dehnungselement

Sofern der Anschluss an eine Spundwand mit einer Mastixverfüllung oder als stumpfer Stoß nicht ausreicht, kann dieser mit einem Dehnungselement in Betracht kommen, indem ein entsprechend geformter Betonholm auf- oder vorgesetzt wird. Der Betonholm wird verschieden ausgebildet, je nachdem ob die Spundwand gerammt oder gestellt und dann eingeschüttet ist. Bei gerammter Spundwand ist im allgemeinen eine nachträgliche Setzung nicht zu erwarten, der Holm kann deshalb auf die Aushubsohle aufgesetzt werden.

Alle aufgeführten Anschlüsse an Betonbauwerke können somit sinngemäß bei "Zwischenschaltung" eines Betonholmes auch bei Spundwandbauwerken u. ä. verwendet werden.
**B.3.2.5 Geneigter oberer Anschluss an Betonbauwerke bzw. Kronenstraße ohne Dehnungselement**


Abbildung 16: Geneigter oberer Anschluss an Betonbauwerke ohne Dehnungselement
B.3.2.6 Geneigter unterer Anschluss an Betonbauwerke ohne Dehnungselement

Die Konstruktion wird angewendet, wenn ein Dehnungselement nicht vorgesehen ist und zwar insbesondere bei Talsperren für den Anschluss der Dichtung an die Herdmauer. Der Anschluss muss ständig unter Wasserauflast stehen und darf keinen nennenswerten Bewegungen ausgesetzt sein.

Der Sickerweg wird verlängert, indem durch entsprechende Formgebung des Betonbauwerkes die Anschlusslänge und Anschlussfläche vergrößert werden. Die Bauwerkskanten sind abzurunden oder abzuschrägen, um Scherwirkungen auf die Asphaltdichtung zu mildern (Abb. 18).
Abbildung 18: Geneigter unterer Anschluss an Betonbauwerke ohne Dehnungselemente

B.3.2.7 Anschluss einer Asphaltinnendichtung an eine Herdmauer mit Kontrollgang

In Abbildung 19 ist eine Standardlösung für diesen Anschluss dargestellt und zwar im Bereich einer Blockfuge mit Andeutung der Lage der Fugenbänder sowie deren Anbindung an den Untergrund und die Asphaltinnendichtung mittels Mastixtasche.
Abbildung 19: Anschluss einer Innendichtung an eine Herdmauer mit Kontrollgang

B.4 Schrifttum


C Baustoffe und Baustoffgemische

C.1 Allgemeines

Asphaltgranulat, Recyclingbaustoffe und industrielle Nebenprodukte dürfen entgegen DIN 18317, Abschnitt 2.1.3 als Zuschlagstoffe der Bauelemente nach Teil B nicht verwendet werden.

C.1.1 Gesteinskörnungen

Gesteinskörnungen für Asphaltschichten müssen den TL Gestein-StB entsprechen.

Als oberer Grenzwert gilt ein Schlagzertrümmerungswert von Splitt (SZ₈₁₂) von 22. Für Liefertoleranzen und mögliche Streuungen aus Probenahme und Prüfung sind Überschreitungen der im jeweiligen Bau- bzw. Liefervertrag geforderten SZ₈₁₂-Grenzwerte bis zu 5 % (relativ) zulässig.

Zwischen den Gesteinskörnungen und dem verwendeten Bindemittel muss ausreichende Affinität bestehen.

Der zur Verwendung kommende Sand (feine Gesteinskörnungen) darf nicht mehr als 5 M.-% Kornanteile unter 0,02 mm enthalten. Gesteinsmehl (Füller) muss aus geeigneten natürlichen Gesteinskörnungen hergestellt sein und darf keine organischen und quellfähigen Bestandteile in schädlichen Mengen enthalten. Neben Fremdfüller darf nur der bei der Produktion anfallende Eigenfüller eingesetzt werden.

Hinsichtlich der Frostbeständigkeit müssen die groben Gesteinskörnungen die Anforderungen der TL Gestein-StB, Anhang F erfüllen.

Die Gesteinskörnungen müssen CE-gekennzeichnet sein.

C.1.2 Bindemittel

Siehe DIN 18317 Abschnitt 2.1.2.

Für Bitumen gelten die TL Bitumen und die hierin aufgeführten Bestimmungsnormen; für die bitumenhaltigen Bindemittel die TL Bitumenemulsionen.
C.1.3 Bitumengebundene Baustoffgemische

Siehe DIN 18317, Abschnitt 2.1.4


C.1.3.1 Asphaltmischgut

Das Größtkorn ist in Abhängigkeit von der Dicke der einzelnen Schicht bzw. Lage zu wählen.

Die zweckmäßige Zusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches und des Asphaltmischgutes sind durch Eignungsprüfungen zu ermitteln. Soweit Bereiche für die Richtwerte angegeben sind, ist die zweckmäßige Zusammensetzung innerhalb dieser Bereiche zu ermitteln.

Die Zusammensetzung der Gesteinskörnungsgemische ist durch Aufzeichnung der Korngrößenverteilung und Vergleich mit den nachfolgend aufgeführten Richtwerten zu überprüfen.

Bei Verwendung von Gesteinskörnungsgemischen mit einer Rohdichte größer als 2,8 g/cm³ können die unteren Grenzen des Bindemittelgehaltes nach den EAAW unterschritten werden. Hierbei muss ein ausreichender Bindemittelgehalt für das zur Verwendung kommende Baustoffgemisch durch volumetrische Betrachtungen nachgewiesen werden.

Aufgrund der Ergebnisse der Eignungsprüfung ist vom Auftragnehmer im Regelfall folgendes anzuzeigen:

- Art und Herkunft des Asphaltmischgutes
- Art und Herkunft der Gesteinskörnungen
- Kornanteil größer 2,0 mm im Gesteinskörnungsgemisch (Splitt) in M.-%
- Kornanteil größer 0,063 mm bis 2,0 mm im Gesteinskörnungsgemisch aus rundkörnigem Natursand und scharfkantigem Brechsand in M.-%
- Kornanteil kleiner 0,063 mm im Gesteinskörnungsgemisch (Füller ≤ 0,063 mm) in M.-%
Die zweckmäßige Zusammensetzung des Versiegelungsmastix ist durch Eignungsprüfungen zu ermitteln. Soweit Bereiche für die Richtwerte angegeben sind, ist die zweckmäßige Zusammensetzung innerhalb dieser Bereiche zu ermitteln.

Aufgrund der Ergebnisse der Eignungsprüfung ist vom Auftragnehmer im Regelfall folgendes anzugeben:

- Art und Herkunft des Versiegelungsmastix
- Art und Herkunft des Füllers
- Kornanteil größer 0,063 mm bis 2,0 mm im Gesteinskörnungsgemisch (Sand) in M.-%
- Kornanteil kleiner 0,063 mm im Gesteinskörnungsgemisch (Füller ≤ 0,063 mm) in M.-%
- Bindemittelsorte
- Bindemittelgehalt in M.-%
- ggf. Art der Zusätze
- Menge der Zusätze in M.-%
- Erweichungspunkt Wilhelmi
- erforderlichenfalls Angaben zur Standfestigkeit auf der Böschung.
C.1.4 Herstellen des Asphaltmischgutes

Siehe DIN 18137, Abschnitt 3.3

C.1.4.1 Asphaltmischgut

Die Gesteinskörnungen sind nach Lieferkörnungen und nach Mineralstoffarten getrennt zu lagern und gegen Verunreinigungen zu schützen. Füller ist trocken zu lagern.

Die Gesteinskörnungen müssen nach Lieferkörnungen getrennt, gewichtsmäßig oder nach Raumeilteilen bemessen, zugegeben werden.

Die Heizvorrichtungen zum Erwärmen der Bindemittel müssen so beschaffen sein, dass das Bindemittel nicht überhitzt wird. Die Höchsttemperatur des Bindemittels im Behälter darf 180 °C nicht überschreiten.

Das Bindemittel ist gewichts- oder raummäßig zuzugeben. Bei volumetrischer Dosierung ist jeweils die Dichte bei der Dosierungstemperatur zu berücksichtigen.


Die Gesteinskörnungen müssen in der Trockentrommel so getrocknet und erhitzt werden, dass nach Beigabe des Füllers die erforderliche Mischtemperatur erreicht wird. Erforderlichenfalls muss der Füller vorgewärmt werden.

In Staubabscheidern zurückgewonnene feine Gesteinskörnungen dürfen nur in dem Anteil und der Qualität zugegeben werden, wie sie bei der laufenden Produktion des Asphaltmischgutes anfallen.

Die Baustoffe sind maschinell zu mischen.

Mischvorgang und Mischdauer müssen so gewählt werden, dass eine vollständige und gleichmäßige Umhüllung aller Gesteinskörnungsanteile mit dem Bindemittel erzielt wird und ein gleichmäßiges Gemisch entsteht.
C.1.4.2 Versiegelungsmastix

Die Zusammensetzung des Versiegelungsmastix erfolgt nach C.2.4.

Der Füller ist trocken zu lagern.

Die Heizvorrichtungen zum Erwärmen des Bindemittels müssen so beschaffen sein, dass das Bindemittel nicht überhitzt wird. Die Höchsttemperatur des Bindemittels im Behälter darf 180 °C nicht überschreiten.

Das Bindemittel ist gewichts- oder raummäßig zuzugeben. Bei volumetrischer Dosierung ist jeweils die Dichte bei der Dosierungsstemperatur zu berücksichtigen.


Die Baustoffe werden in einer Mischanlage oder in einem Asphaltkocher mit Rührwerk maschinell gemischt.

Mischvorgang und Mischdauer müssen so gewählt werden, dass eine vollständige und gleichmäßige Umhüllung aller Gesteinskörnungsanteile mit dem Bindemittel erzielt wird und ein gleichmäßiges Gemisch entsteht.

C.1.5 Lagern und Befördern des Asphaltrischgutes und des Versiegelungsmastix

Während des Lagerns und Beförderns beträgt die höchste Temperatur des Asphaltrischgutes 180 °C.

Bei Lagerung von Asphaltrischgut in Silos ist darauf zu achten, dass es nicht schädlich verändert wird. Insbesondere ist auf die Dichtigkeit der Silos gegenüber Luftzutritt zu achten.

Das Asphaltrischgut ist dem Baufortschritt entsprechend anzufahren. Während des Beförderns darf es sich nicht entmischen. Das Asphaltrischgut ist während des Transportes auf die Baustelle und bei Verweilzeiten auf der Baustelle abzudecken.

Während des Lagerns und Beförderns beträgt die höchste Temperatur des Versiegelungsmastix 230 °C. Hierzu ist ein temperaturkontrollierter Kocher vorzusehen.
C.2 Baustoffgemische

C.2.1 Asphaltdichtungsschichten

C.2.1.1 Allgemeines

Asphaltdichtungsschichten sind i. d. R. Asphaltbetone. Sie bestehen aus einem Gesteinskörnungsgemisch abgestufter Körnung mit Straßenbaubitumen bzw. polymermodifiziertem Bitumen als Bindemittel und ggf. Zusätzen; das Asphaltmpischgut wird im heißen Zustand eingebaut und verdichtet. Die Zusammensetzung ist so abgestimmt, dass damit verdichtungswillige und dichte Schichten hergestellt werden können. Zum Erzielen einer ausreichenden Verdichtungswilligkeit ist es üblich, im Sandbereich zwischen 0,063 mm und 2,0 mm mit zwei Komponenten, nämlich rundkörnigem Natursand und scharfkantigem Brechsand zu arbeiten. Die Asphaltdichtungsschichten müssen im eingebauten Zustand einen Hohlraumgehalt \( \leq 3,0 \text{ Vol.-%} \) aufweisen. Asphaltschutzschichten als Deckwerke im Küstenschutz dürfen Hohlraumgehalte \( \leq 5,0 \text{ Vol.-%} \) aufweisen.

Um bei besonderen Anforderungen an die Flexibilität den erforderlichen hohen Bitumengehalt sicherzustellen ist ein hoher Hohlraumgehalt \( (H_{\text{bit}} \geq 15 \text{ Vol.\%}) \) im verdichteten Mineralstoffgemisch anzustreben. Zusätzlich sind feine Gesteinskörnungen mit einem Fließkoeffizienten von über 35 aus Gesteinsvorkommen mit Schlagzertrümmerungswerten SZ\( _{8/12} \) (am Splitt) von max. 18 einzusetzen.

Die Solldicke jeder Schicht darf in keinem Messpunkt um mehr als 10 % unterschritten werden.

Die Unebenheit der Schichten darf maximal \( \pm 1 \text{ cm} \) auf 4 m Messstrecke betragen.
C.2.1.3 Zusammensetzung des Asphaltmischgutes

Es gelten für die Asphaltdichtungsschichten aus Asphaltbeton die Richtwerte der Tabelle 5.

Tabelle 5: Richtwerte für Asphaltdichtungsschichten aus Asphaltbeton 0/11 mm und 0/16 mm

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>0/11</th>
<th>0/16</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bindemittelart</td>
<td>Bitumen 70/100, 50/70</td>
<td>Bitumen 70/100, 50/70</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>PmB 45/80-50 A</td>
<td>PmB 45/80-50 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>M.-% 6,5 – 8,0</td>
<td>M.-% 6,0 – 7,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Korn &gt; 2 mm</td>
<td>M.-% 40 - 55</td>
<td>M.-% 40 - 60</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,063 mm</td>
<td>M.-% 11 – 16</td>
<td>M.-% 9 - 14</td>
</tr>
<tr>
<td>Hohlraumgehalt am Bohrkern</td>
<td>Vol.-% max. 3,0</td>
<td>Vol.-% max. 3,0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Abbildung 20: Körnungskurve Asphaltbeton 0/11 mm
C.2.1.4 Grenzwerte und Toleranzen für das Asphaltnmischn Gut

Der Bindemittelanteil jeder aus dem Asphaltnmischn Gut zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe nach TPA-27) darf von dem angegebenen Wert (Sollwert) höchstens um ± 0,3 M.-% abweichen.

Unter dem Bindemittelanteil ist der bei der Prüfung nach TPA-1 festgestellte Bindemittelanteil zu verstehen.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels darf nicht mehr als 5 °C über der oberen Grenze der verwendeten Bindemittelart liegen.

Für die Korngrößenverteilung aus dem Asphaltnmischn Gut oder ausnahmsweise aus der Schicht zu entnehmenden Proben (Durchschnittsproben) gilt folgendes:

Sind für die Korngrößenverteilung bestimmte Gewichtsanteile für grobe und feine Gesteinskörnungen angegeben, so beträgt die Toleranz für jede Probe

- beim Anteil ≥ 2 mm ± 6,0 M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches,
- beim Anteil 0,063-2 mm ± 6,0 M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches,
- beim Füller (≤ 0,063 mm) ± 3,0 M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches.

Dabei müssen alle Forderungen zugleich erfüllt sein.
C.2.2 Asphaltbinderschichten

C.2.2.1 Allgemeines


C.2.2.3 Zusammensetzung des Asphaltbinders

Es gelten für die Asphaltbinderschichten die Richtwerte der Tabelle 6.

Tabelle 6: Richtwerte für Asphaltbinderschichten aus Asphaltbeton 0/11 mm und 0/16 mm

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bindemittelart</th>
<th>0/11</th>
<th>0/16</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>M.-%</td>
<td>4,5 – 6,0</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Korn &gt; 2 mm</td>
<td>M.-%</td>
<td>50 – 75</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,063 mm</td>
<td>M.-%</td>
<td>4 – 9</td>
</tr>
<tr>
<td>Hohlraumgehalt am Bohrkern</td>
<td>Vol.-%</td>
<td>9 – 12</td>
</tr>
</tbody>
</table>
C.2.2.4 Grenzwerte und Toleranzen für das Asphaltmischgut

Der Bindemittelgehalt jeder aus dem Asphaltmischgut zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe nach TPA-27) darf von dem angegebenen Wert (Sollwert) höchstens um ± 0,3 M.-% abweichen.
Unter dem Bindemittelgehalt ist der bei der Prüfung nach TPA-1 festgestellte Bindemittelgehalt zu verstehen.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels darf nicht mehr als 5 °C über der oberen Grenze der verwendeten Bindemittelsorte liegen.

Für die Korngrößenverteilung aus dem Asphaltmischgut oder ausnahmsweise aus der Schicht zu entnehmenden Proben (Durchschnittsproben) gilt folgendes:

Sind für die Korngrößenverteilung bestimmte Gewichtsanteile für grobe und feine Gesteinskörnungen angegeben, so beträgt die Toleranz für jede Probe

- beim Anteil ≥ 2 mm ± 8,0 M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches,
- beim Anteil 0,063-2 mm ± 8,0 M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches,
- beim Füller (≤ 0,063 mm) ± 3,0 M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches.

Dabei müssen alle Forderungen zugleich erfüllt sein.

C.2.3 Asphaltdränschichten

C.2.3.1 Allgemeines

C.2.3.3 Zusammensetzung der Asphaltdränschichten

Es gelten für die Asphaltdränschichten die Richtwerte der Tabelle 7.

Tabelle 7: Richtwerte für Asphaltdränschichten 0/16 mm und 0/22 mm

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bindemittelart</th>
<th>0/16</th>
<th>0/22</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bitumen 70/100, 50/70</td>
<td>3,5 – 5,5</td>
<td>3,5 – 5,5</td>
</tr>
<tr>
<td>PmB 45/80-50 A</td>
<td>70 – 85</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>Bindepitelgehalt M.-%</td>
<td>≥ 30</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Korn &gt; 16 mm</td>
<td>2 – 9</td>
<td>2 – 9</td>
</tr>
<tr>
<td>Hohlrumehalt am Bohrkern Vol.-%</td>
<td>10 - 25</td>
<td>-</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Abbildung 24: Körnungskurve Asphaltdränschicht 0/16 mm
C.2.3.4 Grenzwerte und Toleranzen für das Asphaltmischgut

Der Bindemittelgehalt jeder aus dem Asphaltmischgut zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe nach TPA-27) darf von dem angegebenen Wert (Sollwert) höchstens um ± 0,5 M.-% abweichen. Unter dem Bindemittelgehalt ist der bei der Prüfung nach TPA-1 festgestellte Bindemittelgehalt zu verstehen.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels darf nicht mehr als 8 °C über der oberen Grenze der verwendeten Bindemittelsorte liegen.

Für die Korngrößenverteilung aus dem Asphaltmischgut oder ausnahmsweise aus der Schicht zu entnehmenden Proben (Durchschnittsproben) gilt folgendes:

Sind für die Korngrößenverteilung bestimmte Gewichtsanteile für grobe und feine Gesteinskörnungen angegeben, so beträgt die Toleranz für jede Probe

- beim Anteil \( \geq 2 \) mm \( \pm 8,0 \) M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches,
- beim Anteil \( 0,063-2 \) mm \( \pm 8,0 \) M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches,
- beim Füller \( \leq 0,063 \) mm \( \pm 3,0 \) M.-% des ges. Gesteinskörnungsgemisches.

Dabei müssen alle Forderungen zugleich erfüllt sein.
C.2.4 Oberflächenversiegelung

C.2.4.1 Allgemeines


C.2.4.2 Zusammensetzung des Asphaltmischgutes

Es gelten für bitumenreichem Versiegelungsmastix die Richtwerte der Tabelle 8.

Tabelle 8: Richtwerte für bitumenreichen Versiegelungsmastix

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bindemittelart</th>
<th>Bitumen 70/100, 50/70</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,63 mm</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Erweichungspunkt Wilhelmi</td>
<td>°C</td>
</tr>
</tbody>
</table>

C.2.4.3 Grenzwerte und Toleranzen für das Asphaltmischgut

Der Bindemittelgehalt jeder aus dem Versiegelungsmastix zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe nach TPA 27) darf von dem angegebenen Wert (Sollwert) höchstens um ± 1,0 M.-% abweichen.

Unter dem Bindemittelgehalt ist der bei der Prüfung nach TPA-1 festgestellten Bindemittelgehalt zu verstehen.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels darf nicht mehr als 8 °C über der oberen Grenze der verwendeten Bindemittelsorte liegen.

Für die Korngrößenverteilung aus dem Versiegelungsmastix zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe) gilt folgendes:

Die Toleranz für den Fülleranteil beträgt ± 2,0 M.-%.
C.2.5 Asphaltinnendichtungen

C.2.5.1 Allgemeines

C.2.5.2 Zusammensetzung des Asphaltmischgutes


Eine zweite Übergangszone zwischen dem Dammschüttmaterial und der an den Asphaltbetonkern angrenzenden Übergangszone wird nur dann empfohlen, wenn der Unterschied in den Korngrößen zu groß ist und/oder wenn beim Einbau des Dammschüttmaterials die Entmiscung nicht vermieden werden kann.
Tabelle 9: Richtwerte für Asphaltinnendichtungen aus Asphaltbeton 0/16 mm

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bindemittelart</th>
<th>Bitumen 70/100, 50/70</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt M.-%</td>
<td>5,5 – 7,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Korn &gt; 2 mm M.-%</td>
<td>45 – 65</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,063 mm M.-%</td>
<td>9 - 14</td>
</tr>
<tr>
<td>Hohlraumgehalt am Bohrkern Vol.-%</td>
<td>max. 3,0</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Abbildung 26: Körnungskurve Asphaltinnendichtung 0/16 mm

**C.2.5.3 Grenzwerte und Toleranzen für das Asphaltmischgut**

Der Bindemittelgehalt jeder aus dem Asphaltmischgut zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe nach TPA 27) darf von dem angegebenen Wert (Sollwert) höchstens um ± 0,3 M.-% abweichen.

Unter dem Bindemittelgehalt ist der bei der Prüfung nach TPA-1 festgestellte Bindemittelgehalt zu verstehen.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels darf nicht mehr als 5 °C über der oberen Grenze der verwendeten Bindemittelsorte liegen.
Für die Korngrößenverteilung aus dem Asphaltmischgut oder ausnahmsweise aus der Schicht zu entnehmenden Proben (Durchschnittsproben) gilt folgendes:

Sind für die Korngrößenverteilung bestimmte Gewichtsanteile für grobe und feine Gesteinskörnungen angegeben, so beträgt die Toleranz für jede Probe

- beim Anteil $\geq 2\, \text{mm}$ $\pm 6,0\, \text{M.-\% des ges. Gesteinskörnungsgemisches}$,
- beim Anteil $0,063\,-2\, \text{mm}$ $\pm 6,0\, \text{M.-\% des ges. Gesteinskörnungsgemisches}$,
- beim Füller ($\leq 0,063\, \text{mm}$) $\pm 3,0\, \text{M.-\% des ges. Gesteinskörnungsgemisches}$.

Dabei müssen alle Forderungen zugleich erfüllt sein.

C.2.6 Gemische für den Küstenschutz und Deckwerke an Wasserstraßen

C.2.6.1 Allgemeines

Auf die im Küstenschutz und an Wasserstraßen einsetzbaren Materialien wird unter Berücksichtigung der EAK 2002, Empf. C, in denen weitere Hinweise gegeben sind, nur kurz eingegangen. Es handelt sich hierbei um

- Asphaltbeton gemäß C.2.1
- Asphaltmastix
- Bitumensand
- Mastixschotter
C.2.6.2 Materialien

C.2.6.2.1 Asphaltmastix

Asphaltmastix ist eine dichte, im heißen Zustand gießbare Masse aus Sand, Füller und Bitumen. Er ist im heißen Zustand fließfähig, nach dem Erkalten jedoch standfest und kann sich langsam Bewegungen durch plastische Verformungen angleichen ohne zu reißen. Die Asphaltmasse muss so vergießbar sein, dass sie die Hohlräume des Steingerüstes in dem verlangten Maß ausfüllt.

Für die Zusammensetzung der Gesteinskörnungen sind die nachfolgenden Sieblinienbänder festgelegt. Je nach Größe des zu füllenden Hohlraumes werden größere Gesteinskörnungen (bis zu Korngrößen von 150 mm) zugegeben.

Abbildung 27: Körnungskurven für Asphaltmastix

Es gelten die Richtwerte der Tabelle 10.
Tabelle 10: Richtwerte für Asphaltmastix

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bindemittelart</th>
<th>Bitumen 70/100, 50/70, 30/45</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Korn 0,063/2 mm *</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,063 mm</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

* Der Anteil reduziert sich entsprechend dem zugegebenen Anteil an größeren Körnern

C.2.6.2.2 Bitumensand

Entsprechend seiner Anwendung für Unterlagen von dichten Asphaltbelägen und Deckwerken, als Massenbaustoff zum Herstellen von Baukörpern unter Wasser und im Wasserwechselbereich sowie zum Verfüllen von Hohlräumen und als gebundene Filterschicht genügt es, eine Bindung mit geringen Bitumenmengen anzustreben. Soll die Standfestigkeit verbessert werden, so ist der Fülleranteil zu erhöhen.

Es gelten die Richtwerte der Tabelle 11.

Tabelle 11: Richtwerte für Bitumensand

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bindemittelart</th>
<th>Bitumen 70/100, 50/70, 30/45</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,063 mm</td>
<td>M.-%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

C.2.6.2.3 Mastixschotter

Mastixschotter wird teilweise auch als „offener Steinasphalt“ bezeichnet. Bei diesem Gemisch werden grobe Gesteinskörnungen 16/22 mm, 32/45 mm oder größer mit einem Asphaltmastix „verklebt“. Es gelten die Richtwerte der Tabelle 12.
Tabelle 12: Richtwerte für Mastixschotter

<table>
<thead>
<tr>
<th>Anteil an Korn 16/22, 32/45 mm oder größer</th>
<th>M.-%</th>
<th>80</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Anteil an Asphaltmastix</td>
<td>M.-%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>Mögliche Zusammensetzung des Asphaltmastix</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelart</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>M.-%</td>
<td>17,0</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Füller ≤ 0,063 mm</td>
<td>M.-%</td>
<td>16,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Anteil an Sand</td>
<td>M.-%</td>
<td>66,5</td>
</tr>
</tbody>
</table>

C.2.6.3 Grenzwerte und Toleranzen für das Asphaltmischgut

Der Bindemittelgehalt jeder aus dem Asphaltmischgut zu entnehmenden Probe (Durchschnittsprobe nach DIN 1996-2) darf von dem angegebenen Wert (Sollwert) höchstens um ± 0,3 M.-% abweichen.

Unter dem Bindemittelgehalt ist der bei der Prüfung nach TPA-1 festgestellten Bindemittelgehalt zu verstehen.

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels darf nicht mehr als 5 °C über der oberen Grenze der verwendeten Bindemittelsorte liegen.

C.3 Schrifttum

FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Technische Prüfvorschriften für Asphalt, verschiedene Teile. FGSV-Nr. 12697-1: Bestimmung deslöslichen Bindemittelgehaltes Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau (TPA - StB), Köln.


TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. FGSV Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Köln.
D Prüfungen

D.1 Allgemeines

Die in Teil C angegebenen Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probenahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren (Präzision unter Vergleichsbedingungen) als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit im Einzelfall keine andere Regelung getroffen ist.

Ist der Bau eines Probefeldes vorgesehen, so kann dieses in die einzubauenden Flächen integriert sein. Die Ergebnisse der Untersuchungen am Probefeld sind bei dem weiteren Bauablauf zu berücksichtigen.

Die Prüfungen werden unterschieden nach

Eignungsprüfungen,
Eigenüberwachungsprüfungen,
Kontrollprüfungen.

Die Prüfungen umfassen, soweit erforderlich,

die Probenahme,
das versandfertige Verpacken der Probe,
den Transport der Probe von der Entnahmestelle zur Prüfstelle,
die Untersuchung einschließlich Prüfbericht.

Der Prüfungsumfang ist in Tabelle 13 aufgeführt.

D.2 Eignungsprüfungen

Eignungsprüfungen sind Prüfungen zum Nachweis der Eignung der Baustoffe und der Baustoffgemische für den vorgesehenen Verwendungszweck entsprechend den örtlichen Bedingungen und den Anforderungen des Bauvertrages.
Der Auftragnehmer hat die Eignung der vorgesehenen Baustoffe und der Baustoffgemische nachzuweisen.

Der Nachweis ist durch Prüfzeugnisse einer für die jeweiligen Baustoffe und Baustoffgemische durch den Auftraggeber anerkannten Prüfstelle zu erbringen.

Das Prüfzeugnis muss Angaben darüber enthalten, für welche Baumaßnahme die Baustoffe und Baustoffgemische vorgesehen sind.

Der Auftragnehmer hat die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelten Untersuchungsergebnisse dem Auftraggeber vorzulegen. Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse hat der Auftragnehmer die zur Verwendung vorgesehenen Baustoffe und die beabsichtigte Zusammensetzung der Baustoffgemische festzulegen und dem Auftraggeber rechtzeitig vor Beginn der Bauausführung anzugeben.

Ändern sich Art und Eigenschaften der Baustoffe und der Baustoffgemische oder die Einbaubedingungen, so ist erneut die Eignung nachzuweisen.

Von allen für die Bauausführung vorgesehenen Baustoffen sind genügend große Proben dem Auftraggeber auf Verlangen zu übergeben, der diese unter Verschluss aufbewahrt (Rückstellproben). Die Proben sind in einer Niederschrift von den Vertragspartnern anzuerkennen. Sie dienen im Rahmen der Kontrollprüfung zur Beurteilung der vertragsgerechten Lieferung.

Bei der Eignungsprüfung ist folgender Untersuchungsgang einzuhalten:

Beurteilung der Gesteinskörnungen nach Augenschein,

- Bestimmung der Korngrößenverteilung der für die Asphaltmischgutherstellung vorgesehenen Lieferkörnungen

- Weitere Untersuchungen an den Lieferkörnungen sind im Rahmen der Eignungsprüfungen in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Gesteinskörnungen erforderlich


- Wahl der Bindemittelsorte und ggf. der Zusatzstoffe
- Herstellung von Probegemischen und Probekörpern (nicht bei Versiegelungsmastix):

- Bei Asphaltmischgut sind mit dem gewählten Mineralstoffgemisch Probegemische und Marshall-Probekörper mit 5 oder mehr unterschiedlichen Bindemittelgehalten herzustellen. Die Bindemittelgehalte sollen jeweils um 0,3 bis 0,5 M.-% auseinanderliegen. Die Marshallprobekörper sind mit 2x10, 2x20 und 2x30 Verdichtungsschlägen herzustellen. Die Herstellungstemperatur beträgt bei Straßenbaubitumen 135 °C, bei polymermodifizierten Bitumen 145 °C.

- Bestimmung der Rohdichten der Probegemische
- Bestimmung der Raumdichten der Probekörper
- Bestimmung der Hohlraumgehalte an Marshall-Probekörpern.

Für jedes Probegemisch sind die Ergebnisse der Untersuchungen zahlenmäßig zusammenzustellen und zu beurteilen. Es kann zweckmäßig sein, für die Ausführung einen Bindemittelgehalt zu wählen, der zwischen zwei untersuchten Bindemittelgehalten liegt. Die Eigenschaften sind dann an zusätzlichen Proben nachzuweisen.

In besonderen Fällen können erweiterte Eignungsprüfungen erforderlich sein. Werden vom Auftraggeber zusätzliche Anforderungen gestellt oder Prüfungen gefordert, so sind sie in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

**D.3 Eigenüberwachungsprüfungen**

Siehe DIN 18317, Abschnitte 2.2.2 und 4.1.3

Eigenüberwachungsprüfungen sind Prüfungen des Auftragnehmers oder dessen Beauftragten, um festzustellen, ob die Güteeigenschaften der Baustoffe, der Baustoffgemische und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen.

Die Häufigkeiten der Prüfungen sind Tabelle 13 zu entnehmen.

Im Rahmen der Eigenüberwachung im Labor auf der Baustelle ist an jeder Probe
- Korngrößenverteilung
- Bindemittelgehalt
- Hohlräumgehalt des Marshallprobekörpers
t佐 zu bestimmen.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind dem Auftraggeber umgehend vorzulegen.

Die Eigenüberwachungsprüfungen sind mindestens alle 4000 m² bei Außendichtungen, bei Innen-
dichtungen eine Probe je 100 t durchzuführen; es ist jedoch zumindest eine Probe je Einbautag zu
untersuchen.

Prüfungen beim Herstellen des Asphaltmischgutes und im Laboratorium (werkseigene Produktions-
kontrolle):

Es gelten die DIN EN 13808-21.

Prüfungen beim Einbau:

- Temperatur des Asphaltmischgutes beim Einbau
- Beschaffenheit des Asphaltmischgutes nach Augenschein
- Einbaumengen oder Einbaudicken
- gleichmäßige Beschaffenheit der Oberfläche nach Augenschein
- Beschaffenheit der Nähte nach Augenschein.

D.4 Kontrollprüfungen

Siehe DIN 1831,7 Abschnitte 2.2.3 und 4.2.9.

Kontrollprüfungen sind Prüfungen des Auftraggebers, um festzustellen, ob die Güteeigenschaften
der Baustoffe, der Baustoffgemische und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen
entsprechen. Die Probenahme sowie die Prüfungen, die auf der Baustelle erfolgen, führt der Auf-
traggeber in Anwesenheit des Auftragnehmers durch; sie finden auch in Abwesenheit des Auftragn-
nehmers statt, wenn er den rechtzeitig bekannt gegebenen Termin nicht wahrnimmt.
Die Voraussetzungen für die ordnungsgemäße Herstellung des Asphaltmischgutes ist an der Mischanlage zu überprüfen.

Art und Umfang der in der Regel durchzuführenden Kontrollprüfungen sind nachfolgend angegeben:

- Gesteinskörnungen:

Von den angelieferten Gesteinskörnungen können Durchschnittsproben entnommen und untersucht werden. Die Probemenge muss bei Füller mindestens 2 kg, bei Lieferkörnungen bis 8 mm mindestens 5 kg und bei Lieferkörnungen über 8 mm mindestens 15 kg betragen.

- Bindemittel:

2 Teilproben von je 2 kg (Hiervon wird eine Teilprobe untersucht).

Darüber hinaus eine Probe, wenn die äußere Beschaffenheit (Gleichmäßigkeit, Farbe, Glanz, Geruch, Verunreinigung) zu Bedenken Anlass gibt.

Asphaltmischgut und fertige Leistung:


<table>
<thead>
<tr>
<th>Prüfungsgegenstand</th>
<th>Eignungsprüfung</th>
<th>Eigenüberwachung</th>
<th>Kontrollprüfung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Mineralstoffe</strong> (bei Anlieferung)</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Art und Herkunft</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Beurteilung nach Augenschein</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Korngrößenverteilung</td>
<td>TPA-2</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Bindemittel</strong> (bei Anlieferung)</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelsorte</td>
<td>x</td>
<td></td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>Erweichungspunkt Ring und Kugel</td>
<td>DIN EN 1427</td>
<td></td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Asphalt</strong> gem. C 2.1, C 2.2, C 2.3, C 2.5</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Baustoffgemisch

<table>
<thead>
<tr>
<th>Baustoffgemisch</th>
<th>TPA-2</th>
<th>TPA-1</th>
<th>DIN EN 1427</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Korngrößenverteilung</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Erweichungspunkt Ring und Kugel des zurückgewonnenen Bindemittels</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x2)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Fertige Schicht

<table>
<thead>
<tr>
<th>Fertige Schicht</th>
<th>TPA-5</th>
<th>TPA-6/8</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Raumdichte und Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Versiegelungsmastix gem. C 2.4

<table>
<thead>
<tr>
<th>Versiegelungsmastix gem. C 2.4</th>
<th>TPA-2</th>
<th>TPA-1</th>
<th>DIN 1996-15</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Korngrößenverteilung</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Erweichungspunkt Wilhelmi</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x2)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Asphaltmastix, Bitumensand, Asphaltmastix aus Mastixschotter gem. C 2.6

<table>
<thead>
<tr>
<th>Asphaltmastix, Bitumensand, Asphaltmastix aus Mastixschotter gem. C 2.6</th>
<th>TPA-2</th>
<th>TPA-1</th>
<th>DIN EN 1427</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Korngrößenverteilung</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Bindemittelgehalt</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Erweichungspunkt Ring und Kugel des zurückgewonnenen Bindemittels</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x2)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1) Bei Innendichtungen je 250 t Asphaltmischgut eine Probe; bei allen anderen Gemischen für jede Schicht und jedes angefangene 8000 m² eine Probe; bei Bedarf kann die Anzahl der Proben erhöht werden.

2) jede 5. Probe

3) an jedem Bohrkern

### D.5 Prüfverfahren

Siehe DIN 18317, Abschnitte 2.2.4.

Für die Probenahme und Prüfung der Gesteinskörnungen, Bindemittel und Zusatzmittel gelten die Verfahren, die in den Technischen Regelwerken angegeben sind.
Ferner gelten die Verfahren, die im Teil C genannt sind.

Für die Probenahme und Prüfung von Asphaltmischgutproben und Ausbaustücken aus Asphalt gelten die auf den DIN EN 12697 basierenden Technischen Prüfvorschriften für Asphalt.

Für die Prüfung von aus Asphalt zurückgewonnenem Bindemittel gelten die in den TL Bitumen und den TL Bitumenemulsionen aufgeführten Verfahren.

Der Anteil an gebrochenem Korn über 2 mm ist durch Aussortieren und durch Wägung zu bestimmen.

Die Dichtigkeitsprüfungen werden mit einer Vakuumblocke durchgeführt (siehe D.6.2).

Für die Prüfung der Einbaudicken gelten die TPA-36 sowie die TPD-StB und hier insbesondere die Messung am Bohrkern oder die elektromagnetische Schichtdickenmessung.

Stehen mehrere Prüfverfahren für eine Prüfung zur Auswahl, so ist das anzuwendende Prüfverfahren in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

D.6 Verfahren für spezielle Prüfungen

D.6.1 Standfestigkeit auf geneigten Flächen

Abbildung 28: Prüfkörper während des Versuches zur Standfestigkeit


D.6.2 Prüfung der Durchlässigkeit von dichten Belägen


Die Vakuumglocke (Abb. 29) wird auf den Belag aufgesetzt und mittels einer Vakuumpumpe ein Unterdruck von 80 kN/m² aufgebracht. Wird nach Schließen des Druckventils dieser Druck gehalten, so ist der Belag als dicht zu bezeichnen.
D.6.3 Wasserdurchtritt durch offene Beläge

D.6.4 Verdichtbarkeit
Die Verdichtbarkeit des entsprechenden Mischgutes ist bereits in den Festlegungen zur Eignungsprüfung behandelt, da Probekörper mit unterschiedlichen Schlagzahlen hergestellt werden müssen.

D.6.5 Flexibilität
Wo der Grad der Flexibilität des Asphaltbelages wichtig für seine Funktion ist, muss die Wasserdurchlässigkeit auch bei einer anzunehmenden maximalen Verformung des Probekörpers gegeben sein (Abb. 30).

Bei einer zweckmäßig aufgebauten Asphaltbetonmischung wird die Probe bei Raumtemperatur (20 °C ± 5 °C) bis zu einem Verhältnis von Muldendurchmesser zur Muldentiefe von 10:1 wasserdicht bleiben. Projektspezifisch können abweichende Temperaturbereiche zweckmäßig sein.

Ein Probekörper (ø 500 mm; Dicke entsprechend der Solldicke) mit der in der Praxis zu erwartenden Raumdichte wird in die Versuchseinrichtung eingebaut (Abb. 31). Unter der Probe ist eine Mulde ausgebildet und mit einem wasserdurchlässigen und verformbaren Material aufgefüllt, so dass die Probe zu Beginn des Versuches satt aufliegt. Nach Aufbringen und luftdichem Verschließen des Deckels wird der Zwischenraum zwischen Probe und Deckel mit Wasser aufgefüllt und über Druck-
luft ein Druck auf die Probe aufgebracht, so dass sie sich langsam verformt. Wenn die vollständige Durchbiegung erreicht ist, darf noch kein Wasser austreten. Beim Verhältnis von Muldendurchmesser zu Muldentiefe von 10:1 muss der maßgebende Durchmesser für die Verformungsmulde (300 mm) zugrunde gelegt werden, d.h. es ergibt sich eine Tiefe der Verformungsmulde von 30 mm.

**D.6.6 Viskosität von bitumenhaltigen Vergussmassen**

Die Viskosität kann nach DIN EN 13302 mit einem Rotationsviskosimeter bestimmt werden.

**D.6.7 Fugenfüllstoffe**

Bei Verwendung von Fugenfüllstoffen sind die ZTV Fug-StB, die TL Fug-StB und die TP Fug-Stb. zu beachten.

**D.7 Schrifttum**


FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV-Nr. 12697-1: Bestimmung des löslichen Bindemittelgehaltes Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau (TPA - StB), Köln.


FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2001): Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen (TL Fug-StB 01), Köln.

FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2001): Technische Prüfvorschriften für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen (TP Fug-StB 01), Köln.
E Instandhaltung und Instandsetzung

E.1 Allgemeines

Unter Instandhaltung versteht man Maßnahmen während der Nutzungsdauer zur Sicherstellung der planmäßigen Nutzung (z.B. Fugenpflege, Reinigung, Entfernung von Bewuchs) (DIN 1055-100).

Unter Instandsetzung versteht man Maßnahmen zur Wiederherstellung der Sicherstellung der planmäßigen Nutzung (z.B. Verstärkung, Ersatz von Bauteilen, Oberflächenversiegelung) (DIN 1055-100).


Sind an Bauwerken bereits Schäden festgestellt worden, so sind diese, je nach Schwere oder Gefährdung derselben, sofort oder sobald als möglich instand zu setzen. Bei allen Schäden sind jedoch vor Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen die Ursachen zu erkunden, die zu den Schäden führten.

E.2 Wasserstraßen

E.2.1 Durchlässige Deckwerke

Da durchlässige Deckwerke ständiger Durchströmung und mechanischen Beanspruchungen des Schiffsverkehrs ausgesetzt sind, benötigen sie eine entsprechende Instandhaltung.

Da die größten Beanspruchungen im Bereich der Wasserwechselzone auftreten, werden sich die notwendigen Instandsetzungen in der Regel auf diese Zone beschränken. Hierbei ist im Wesentlichen auf die Entfernung von Bewuchs zu achten.

Für die Dauer der Arbeiten muss der Wasserspiegel auf das erforderliche Niveau abgesenkt und gegebenenfalls der Betrieb eingestellt werden. Eine Reparatur unter Wasser mit Asphalt ist keine Regelbauweise.
E 2.2 Dichtungen

Der Instandhaltungsaufwand an Wasserstraßen konzentriert sich im Wesentlichen auf die Rauzone.


Abbildung 32: Rhizom unter einer 30 Jahre alten Asphalt­dichtung ca. 50 cm unterhalb der Wasserlinie (Elbe­ Seitenkanal, WSA Uelzen)

Bei unzureichender Unterhaltung kann der Bewuchs so umfangreich sein, dass er nur mit einer Teilsanierung des Deckwerks entfernt werden kann. Hierfür wurde z. B. vom Wasser­ und Schiff­ fahrtsamt Uelzen ein Verfahren entwickelt, bei dem im Schutze einer Tauchwand die Dichtung mit Deckwerk bis ca. 1 m unter der Wasserlinie entfernt und durch Beton ersetzt wird. Dabei ist auf einen guten Anschluss an des bestehende Deckwerk zu achten.

Ist die Funktion der Asphalt­dichtung relevant für die Standsicherheit des Kanalseitendammes, so ist auf jeden Fall die Standsicherheit des Dammes für den Fall „Defekte Dichtung“ nachzuweisen. Näheres hierzu ist dem „Merkblatt zur Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen – MSD“ (BAW 2005) zu entnehmen.
E.3 Kraftwerkskanäle

Bei Kraftwerkskanälen unterliegt die Wasserwechselzone den stärksten Beanspruchungen. Insbesondere die Oberflächenversiegelungen werden hier besonders stark beansprucht; sie neigen dazu zu verspröden, rissig zu werden, abzublättern, Fließerscheinungen zu zeigen und zu kontrahieren. Es ist deshalb erforderlich, die Oberflächenversiegelung im Bereich der Wasserwechselzone in gewissen Zeitabständen in Stand zu setzen.


Oberflächenversiegelungen dürfen nur auf trockene Oberflächen aufgebracht werden.

Bei Schäden an der Asphaltduichtungsschicht muss deren Ausmaß festgestellt und die Dichtungsschicht in dem betroffenen Bereich erneuert werden. Hierzu muss der Wasserspiegel auf das erforderliche Niveau abgesenkt werden, um die Arbeiten im Trockenen ausführen zu können.

E.4 Talsperren und Speicherbecken

E.4.1 Asphaltaußendichtungen

Asphaltduichtungen verursachen nur geringe und auf einen längeren Zeitraum überschaubare Instandsetzungsmaßnahmen, wenn sie einerseits nach dem Stand der Technik entworfen und hergestellt wurden und zum anderen eine sorgfältige Instandhaltung erfahren. Zu der letzteren gehören eine regelmäßige Inspektion aller sichtbaren und messbaren Eigenschaften und Verhaltensweisen der Dichtung und frühzeitiges Beseitigen erkannter Mängel unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten.

Qualitative Veränderungen einer Asphaltaußendichtung treten i.a. nicht gleichmäßig über ihre gesamte Fläche auf. Unterhalb des unteren Betriebsschutzspiegels bleibt die Dichtungsoberfläche im allgemeinen vollständig geschlossen und unverändert.

Im Bereich der Wasserwechselzone und darüber unterliegt insbesondere die Oberflächenversiegelung aus Asphalt mastix einer besonders starken Beanspruchung und neigt zum Verspröden. Sie ist entspre-


Sowohl während der Herstellung als auch nach mehreren Betriebsjahren können sich infolge von Feuchtigkeit zwischen zwei dichten Schichten oder innerhalb einer dichten Schicht Blasen bilden. Blasen sind zu beseitigen durch

- Ausbau und Entfernen des Blasendeckels
- ggf. Trocknen der Feuchtigkeit
- Behandlung der Unterlage und der abgeschrägten Flanken zur Sicherung eines zukünftigen Haftverbundes
- Einbau einer geeigneten Asphaltmasse und deren sorgfältige Verdichtung.

Die Anschlussnaht zur alten Dichtungsfläche ist zu verschweißen. Abschließend erhält der Reparaturbereich eine Oberflächenversiegelung.

Haben sich Anschlüsse an Kunstbauwerke geöffnet, so sind sie umgehend zu schließen. Die zu ergreifenden Maßnahmen hängen vom Schadensumfang ab. Sie bestehen entweder darin, Fugenvergussmasse nachzugießen oder die Anschlusskonstruktion völlig zu erneuern.

Bei großflächigen Schäden ist eine Instandsetzung durch Abfräsen der Dichtungsschicht und Neu- einbau erforderlich.

Bei Unsicherheiten hinsichtlich der Qualität der Dichtungsschicht sind vor Beginn der Arbeiten Materialproben aus der Dichtung zu entnehmen. Ergebnisse aus Laboruntersuchungen bringen Aufschlüsse über die Materialzusammensetzung und die Beschaffenheit des Asphaltbetons.

Sie sind die Grundlage für die Entscheidung der für die Erneuerung zu treffenden Maßnahmen.
E.4.2 Asphaltinnendichtungen

Da eine Asphaltinnendichtung nach ihrer Fertigstellung, bedingt durch ihre Lage im Damminneren, geschützt und keinen mechanischen, chemischen, biologischen oder witterungsbedingten Einflüssen ausgesetzt ist, sind Instandhaltungsmaßnahmen nicht erforderlich. Diese Feststellung wird durch die Erfahrung an mehr als 70 Talsperren mit Asphaltinnendichtung, deren älteste seit 1962 in Betrieb ist, untermauert.

E.5 Küstenschutzbauwerke

E.5.1 Deckwerke aus Asphaltbeton

Instandhaltungsmaßnahmen werden im wesentlichen beim Aufgehen von Nähten zwischen den Einbaubahnen, an Fugen zu Einbauten innerhalb von Schutzbelägen und an durch Sandschliff in der Wellenüberschlagszone erodierten Asphaltbetonoberflächen erforderlich (siehe B.1.3.6 Oberflächenversiegelung).

Aufgegangene Bahnennähte:

Möglichkeiten zur Instandhaltung sind Bitumenschweißbahnen, die über Schadstellen geklebt werden oder die Reinigung der Nähte (z.B. mit Heißluftlanze) und anschließendes Vergießen mit Heißbitumen. Das Aufweiten feinerer Risse mit Schneidscheiben und die Verfüllung mit einer Fugenvergussmasse haben sich nicht bewährt.

Abrieb durch Sand:

Die oberflächige Feinmörtelschicht des Asphaltbetons kann durch Sandabrieb geschädigt werden. In der Folge sind ggf. die groben Mineralstoffe nicht mehr in den Asphaltnörl ausreichend eingebunden und können sich lösen. Bei geringerem Verlust genügt der Auftrag einer Versiegelung mit Heiß- oder Kaltmastic. Ist der Sandabrieb bereits weit fortgeschritten, so ist eine Instandsetzung so vorzusehen, dass die ursprüngliche Gesamtdicke wieder erreicht wird.

Bei leichteren Schäden kann das vorhandene Deckwerk gegebenenfalls durch eine neue Schicht (Mindestdicke 5 cm) überbaut werden, nachdem entweder nur schadhafte Bereiche oder aber die Gesamtfläche vor einem maschinellen Einbau durch leichtes Abfräsen in der erforderlichen Tiefe
vorbereitet werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei auch die Herstellung eines ausreichenden Verbundes zur vorhandenen Oberfläche.


Fugen zu Einbauten:

Sind Fugen zu Einbauten mit einer bitumenhaltigen Fugenvergussmasse gefüllt, so löst sich diese im Laufe der Zeit durch Erwärmung und Kontraktion infolge der Witterung von senkrechten Fugenwandungen. Die alte Fugenvergussmasse ist zu entfernen und die Fuge ist neu zu vergießen.

Fugenausbildungen:

Bei Fußausbildungen von Asphaltbetondeckwerken, die den Beanspruchungen nicht standgehalten haben, kann eine Instandsetzung in Asphaltbauweise erfolgen. So wurde 1978 vor einer abgängigen Spundwand in der Fahrrinne der Ems (EAK 1993, E, Bsp. 4) eine 20 m breite schwere Vorlage aus Schüttsteinen, auf einem Rost aus Faschinenwürsten, einer Weidenbuschlage und einem geotextilen Filter eingebaut und mit 560 kg/m² Vergussmastix voll vergossen.

E.5.2 Deckwerke in Vergussbauweise


Für Instandsetzungsmaßnahmen ist von entscheidender Bedeutung, ob es sich um dichte oder durchlässige Deckwerke handelt.

Treten Materialverluste bei offenen Deckwerken (teilvergossene Wasserbausteine) auf, so sind sie durch örtliche Zugabe von Gestein und gezielten Verguss, gegebenenfalls unter Zugabe von Splitt beim Eingießen zu schließen.

Bei dichtem Verguss ist die Oberfläche so vorzubereiten, dass ein guter Verbund zur vorhandenen Eingussmasse erzielt wird (gründliches mechanisches Reinigen von Ablagerungen und Bewuchs und vorsichtiges Anwärmen der vorhandenen Eingussmasse).

E.5.3 Deckwerke aus Mastixschotter


Bei größeren Substanzverlusten ist eine komplette Erneuerung vorzusehen.

E.6 Schrifttum


