

# A Baugrund und Dränung

*Klaus Hilmer*

## 1 Zusammenhang von Erscheinungsformen des Wassers und der Bauwerksabdichtung

### 1.1 Das Wasser im Boden

Muth [A203] hat bereits 1977 den Versuch unternommen, den Zusammenhang zwischen Wasser und Boden darzustellen. Emig [A218] hat dies anschaulich in Bild A1 zusammengestellt. Die darin aufgeführten ortsüblichen Bezeichnungen sind in den Punkten 1 bis 7 weiter unten näher erlauert.

Die Wassermengen ergeben sich aus dem Niederschlag  $N$ , dem Abfluss  $A$  und der Verdunstung  $V$ :

$$N = A + V$$

Der Abfluss gliedert sich wieder auf in oberirdischen Abfluss  $A_o$  und unterirdischen Abfluss  $A_u$ :

$$A = A_o + A_u$$

Der unterirdische Abfluss ist wesentlich komplexer und differenzierter, wie Bild A1 zeigt. Zudem spielen das Rückhaltevermögen des Bodens und die spätere Abgabe von Wasser aus den verschiedenen Schichten eine große Rolle.

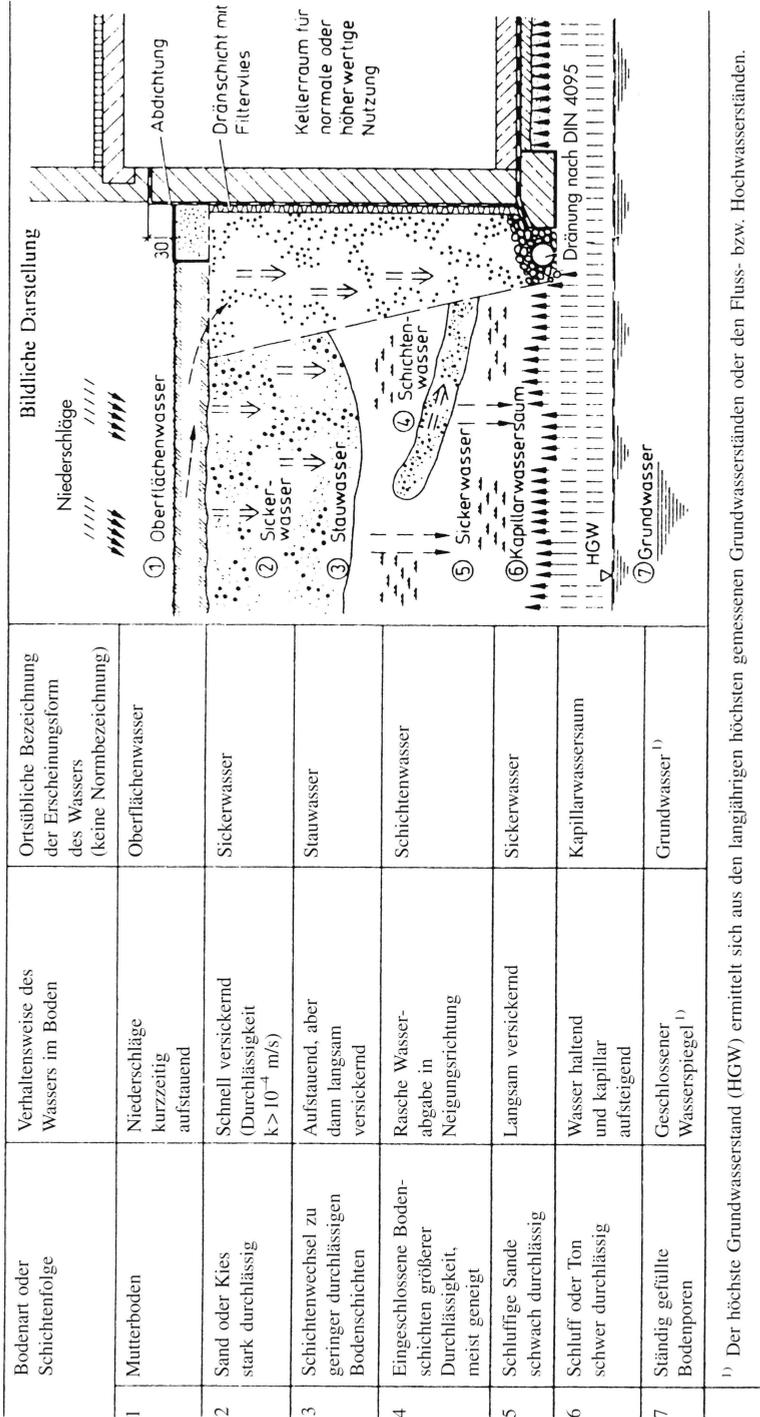
Im Folgenden werden die wichtigsten ortsüblichen Bezeichnungen der Erscheinungsformen des Wassers erlauert:

#### 1. Oberflächenwasser

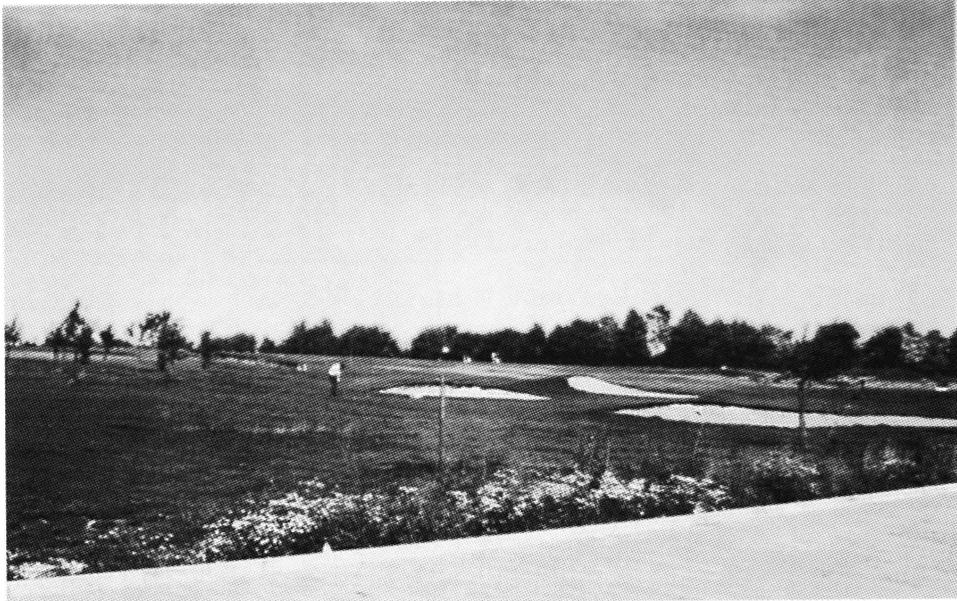
Dieses kann bei starken Niederschlägen (Platzregen) und vor allem bei Hanglagen, auf kurz geschnittener Grasnarbe und großem Einzugsgebiet sehr große Abflussmengen erreichen.

Bild A2 zeigt einen flach geneigten Golfplatz. Bei dem starken Gewitterregen im Juli 1992 wurden nach Angaben des Wetteramtes Nürnberg in dieser Gegend  $100 \text{ l/m}^2$  Niederschlag gemessen. Da der Abflussbeiwert bei ca. 0,8 liegt, ergossen sich riesige Wassermassen in das ungeschützte Neubaugebiet und überschwemmen die Keller bis zur Decke (Bild A3).

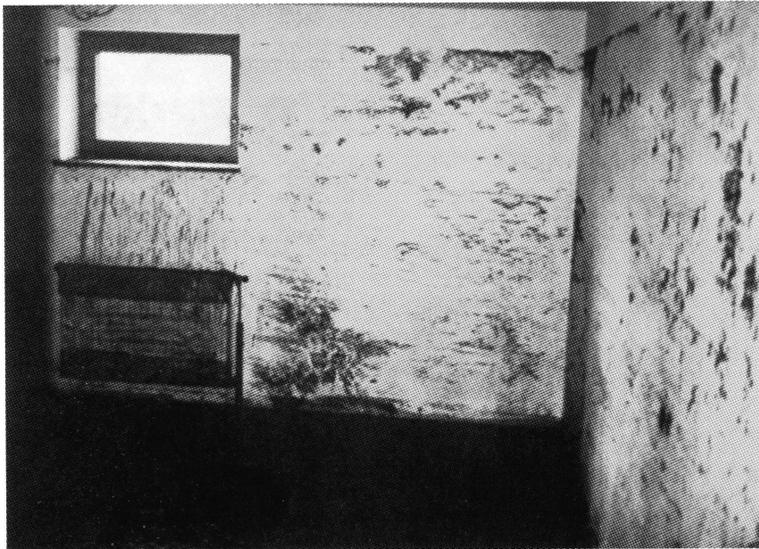
Dieses Oberflächenwasser muss in der Regel durch geeignete Maßnahmen von Bauwerkswanden abgehalten werden. Dies kann geschehen durch Abfanggraben, Abfangdrans oder eine dichte Gelandoberflache im Hinterfüllbereich in Verbindung mit Geländegefälle, das von der Bauwerkswand wegführt.



**Bild A1**  
Zusammenhänge zwischen Bodenarten, Verhaltensweise und Erscheinungsformen des Wassers nach Muth [A207]



**Bild A2**  
Golfplatz



**Bild A3**  
Wasserschäden im Keller

## 2. Haftwasser

In bindigen Böden kann Wasser als Haftwasser gebunden sein.

## 3. Kapillarwasser

In schluffigen Sanden, Schluffen und Tonen kann Wasser auch entgegen der Schwerkraft kapillar aufsteigen. Erst bei Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k > 10^{-4}$  m/s ist dieser Effekt aufgehoben.

## 4. Sickerwasser

Nicht oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser versickert oder verdunstet. Es gilt die Beziehung:

$$A_u = N - A_o - V$$

Dieses Sickerwasser kann nur in Sand- und Kiesböden mit einem großen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \geq 10^{-4}$  m/s sofort in den tieferen Untergrund bis zum Grundwasser abfließen, ohne die Bauwerkswand zu beanspruchen.

In bindigen Böden fließt Sickerwasser u.U. sehr langsam und kann vorübergehend sogar aufstauen.

## 5. Stauwasser

Stauwasser kann sich auf einer gering durchlässigen Bodenschicht ausbilden, wenn das Sickerwasser aus sehr durchlässigen Deckschichten auf seinem Weg zum eigentlichen Grundwasserhorizont aufgestaut wird. Es versickert dann sehr langsam. Beim Bauwerk tritt in der Regel kurzzeitig drückendes Wasser auf.

## 6. Schichtwasser

Schichtwasser kann Stauwasser sein oder in sandigen Zwischenlagen in bindigen Böden sich sammelndes Sickerwasser.

## 7. Grundwasser

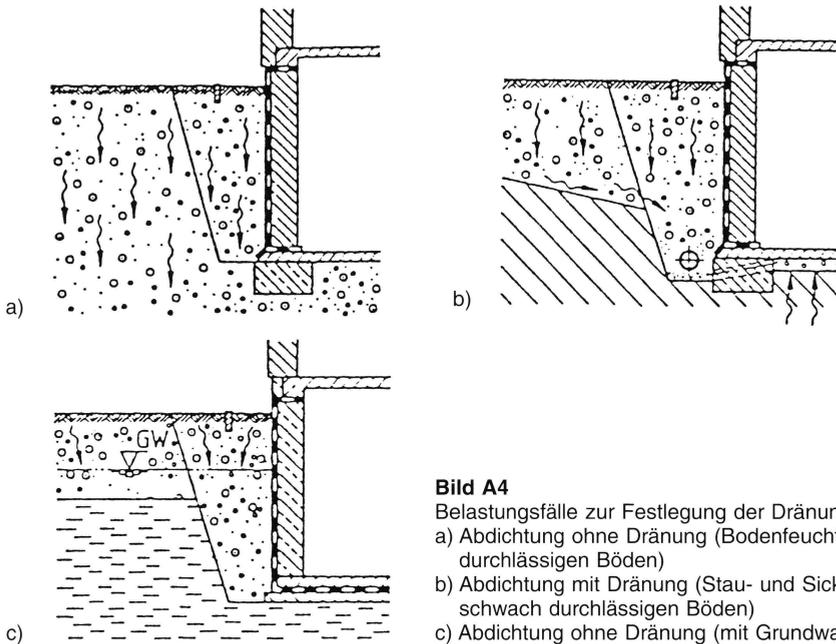
Über nahezu undurchlässigen Bodenschichten sammelt sich dann das versickernde Wasser und bildet das eigentliche Grundwasser.

### 1.2 Lastfälle

Erst wenn die Beanspruchung des Bauwerkes durch das Wasser und der Wasseranfall bekannt sind, kann der Planer in Zusammenarbeit mit dem Sonderfachmann Art und Ausführung der entsprechenden Abdichtung festlegen.

Dabei ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Bauwerken, die ganz oder teilweise in das Grundwasser eintauchen, und solchen, die oberhalb des Grundwasserspiegels errichtet werden (Bild A4). Für die beiden Fälle (Bilder A4a und A4b) bestehen wesentliche Unterschiede hinsichtlich der Beanspruchungsintensität durch das Wasser.

Oberhalb des Grundwassers können in stark durchlässigen Böden [A13] Bodenfeuchte oder Sickerwasser auftreten. Beide Wasserformen üben keinen hydrostatischen Druck auf Abdichtung und Bauwerk aus.

**Bild A4**

Belastungsfälle zur Festlegung der Dränung [A8]

- a) Abdichtung ohne Dränung (Bodenfeuchte in stark durchlässigen Böden)
- b) Abdichtung mit Dränung (Stau- und Sickerwasser in schwach durchlässigen Böden)
- c) Abdichtung ohne Dränung (mit Grundwasser [GW])

In Hanglagen bzw. in schwach durchlässigen Böden ist mit Stau-, Kluft- oder Hangwasser zu rechnen, das wie Grundwasser zumindest zeitweise einen Wasserdruck aufbaut. Hier sind eine ausreichend bemessene, dauerhaft funktionsfähige Dränanlage (Bild A4b) und eine Abdichtung nach DIN 18195-4 vorzusehen. Durch die DIN 18195-6, Abschnitt 9 [A9], ist jetzt auch eine Abdichtung ohne Dränanlage möglich.

Dieser Aufteilung entsprechend werden die in der Abdichtungstechnik zu treffenden Maßnahmen eingestuft. In Zweifelsfällen empfiehlt sich der Einbau einer wasserdruckhaltenden Abdichtung. Letztere gelangt auch beim Schwimmbad- und Behälterbau zur Anwendung, wo der Wasserdruck von innen wirkt.

Emig [A218] hat in Bild A5 einen Zusammenhang zwischen den Erscheinungsformen des Wassers und der Abdichtung nach den anwendungstechnischen Normen dargestellt.

### 1.3 Wasser und Abdichtung

Die im Bauwerksbereich anstehenden Böden beeinflussen die Erscheinungsformen des Wassers und führen dann zu unterschiedlichen Beanspruchungen der Abdichtung im Gründungsbereich. Sie sind maßgebend für die Anforderungen an die Abdichtung sowie deren Anordnung und Aufbau. Diese grundlegenden Zusammenhänge von Boden und Wasser werden auch ausführlich von Muth [A207] und Hilmer [A215, A221] behandelt. In Bild A5 werden diese Grundlagen dargestellt, damit vom Planer die Erscheinungsformen des Wassers im Gründungsbereich (Oberflächen-, Sicker-, Stau-, Schichten- und

0	1	2	3	4	5	6
1	Bauteilart	Wasserart	Einbausituation		Art der Wassereinwirkung	Art der erforderlichen Abdichtung [zutreffende(r) Norm/Normteil]
2	erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb des Bemessungswasserstandes	Kapillarwasser, Haftwasser, Sickerwasser	stark durchlässiger Boden <sup>3)</sup> $k \geq 10^{-4}$ m/s		Bodenfeuchtigkeit und nichtstauendes Sickerwasser	DIN 18195-4
3			wenig durchlässiger Boden <sup>8)</sup> $k < 10^{-4}$ m/s	mit Dränung <sup>1)</sup>		
4				ohne Dränung <sup>2)</sup>	zeitauf. aufst. Sickerwasser	
5	waagerechte und geneigte Flächen im Freien und im Erdreich; Wand- und Bodenflächen in Räumen (Nassräumen) <sup>3)</sup>	Niederschlagswasser, Sickerwasser, Anstaubewässerung <sup>4)</sup> , Brauchwasser	Balkone u. ä. Bauteile im Wohnungsbau, Nassräume <sup>3)</sup> im Wohnungsbau <sup>6)</sup>		nichtdrückendes Wasser, mäßige Beanspruchung	DIN 18195-5 Abschnitt 8.2
6			genutzte Dachflächen <sup>5)</sup> , intensiv begrünte Dächer <sup>4)</sup> , Nassräume (ausgen. Wohnungsbau) <sup>6)</sup> , Schwimmbäder <sup>7)</sup>		nichtdrückendes Wasser, hohe Beanspruchung	DIN 18195-5 Abschnitt 8.3
7			nicht genutzte Dachflächen, frei bewittert, ohne feste Nutzschiicht, einschl. Extensivbegrünung		nichtdrückendes Wasser	DIN 18531
8	erdberührte Wände, Boden- und Deckenplatten unterhalb des Bemessungswasserstandes	Grundwasser, Hochwasser	jede Bodenart, Gebäudeart und Bauweise		drückendes Wasser von außen	DIN 18195-6 Abschnitt 8
9	Wasserbehälter Becken	Brauchwasser	im Freien und in Gebäuden		drückendes Wasser von innen	DIN 18195-7

<sup>1)</sup> Dränung nach DIN 4095. <sup>2)</sup> Bis zu Tiefen von 3 m unter Geländeoberkante sonst Zeile 8. <sup>3)</sup> Definition Nassraum s. DIN 18195-1, Abschnitt 3.30. <sup>4)</sup> Bis ca. 10 cm Anstauhöhe bei Intensivbegrünungen. <sup>5)</sup> Beschreibung s. DIN 18195-5, Abschnitt 7.3. <sup>6)</sup> Beschreibung s. DIN 18195-5, Abschnitt 7.2. <sup>7)</sup> siehe DIB 18130-1.

#### Bild A5

Zusammenhang zwischen den Erscheinungsformen des Wassers und der Abdichtung nach der anwendungstechnischen Norm DIN 18195-1 [A9]

Grundwasser einschließlich des Kapillarwassers) richtig angesprochen und den jeweiligen Abdichtungsbeanspruchungen zugeordnet werden können. Dieser grundsätzliche Zusammenhang zwischen der Erscheinungsform des Wassers und der Abdichtung wurde in Bild A5 um abdichtungstechnische Einzelheiten ergänzt.

Damit werden die unterschiedlichen Erscheinungsformen des Wassers den möglichen Abdichtungsausführungen mit und ohne Anordnung einer Dränung nach DIN 18195 [A9] – Bauwerksabdichtung – zugeordnet.

Nach den vorab dargestellten Zusammenhängen können die Beanspruchungsart der Abdichtung und ihr Aufbau stoffabhängig festgelegt werden. Hierfür stehen den Planern neben dem klassischen Abdichtungsstoff Bitumen auch Stoffe auf mineralischer Grundlage zur Verfügung, wie der wasserundurchlässige Beton und die starren sowie flexiblen Dichtungsschlämmen oder lose verlegte Kunststoffbahnen-Abdichtungen.

So tragen Planer und Ausschreibende einen großen Teil der Verantwortung für den erfolgreichen Schutz des Bauwerkes gegen Durchfeuchtung, indem sie die Abdichtung richtig bemessen, und zwar in Abhängigkeit von den örtlichen Wasserverhältnissen, den anstehenden Böden und den späteren Füllböden sowie der projektbezogenen Nutzung. Die richtige Bemessung einer Abdichtung umfasst neben allen bauwerksbezogenen Anforderungen vor allem ihre Anordnung sowie ihren richtigen Aufbau.

Darüber hinaus sollte der Ausschreibende aber auch erklären, ob die Möglichkeit einer fachgerechten Verarbeitung des zur Ausführung vorgesehenen Stoffsystems regional überhaupt gegeben ist.

## **2 Hydrogeologische Untersuchungen**

### **2.1 Allgemeines**

Da Schäden im Kellerbereich hauptsächlich in bindigen Böden auftreten und häufig als Folge einer unzureichenden Ansprache bzw. Einschätzung des Baugrundes anzusehen sind, muss dem Thema Baugrunderkundung sicher ein eigener Abschnitt gewidmet werden.

Erst wenn die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse eindeutig bekannt sind, kann der Planer in Zusammenarbeit mit dem Baugrundsachverständigen bzw. den Sonderfachleuten für Abdichtungsfragen die notwendigen Abdichtungsmaßnahmen planen.

Die Aufgabe des Architekten ist es, dem Bauherren die erforderlichen Untersuchungen vorzuschlagen. Die neue DIN 4020 [A2] und die in Bearbeitung befindliche DIN 1054 [A1] unterscheiden hierbei je nach Schwierigkeitsgrad drei Kategorien:

#### **Geotechnische Kategorien nach DIN 1054**

Die Mindestanforderungen an Umfang und Qualität geotechnischer Untersuchungen, Berechnungen und Überwachungsmaßnahmen werden nach drei geotechnischen Kategorien (GK) abgestuft, die (1) ein geringes, (2) ein normales und (3) ein hohes geotechnisches

Risiko bezeichnen. Sie richten sich nach der zu erwartenden Reaktion des Bodens bzw. des Felses sowie nach dem geotechnischen Schwierigkeitsgrad des Tragwerks und seinen Einflüssen auf seine Umgebung.

- **GK 1:** Erd- oder Grundbauwerke, deren Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit, bzw. Baumaßnahmen, deren geotechnische Auswirkung aufgrund gesicherter Erfahrung beurteilt werden können. Im Zweifelsfall ist ein Sachverständiger für die einschlägigen geotechnischen Fragen hinzuzuziehen.
- **GK 2:** Erd- oder Grundbauwerke sowie geotechnische Maßnahmen, bei denen die Grenzzustände durch ingenieurmäßige rechnerische Nachweise untersucht werden müssen. Im Regelfall ist ein Sachverständiger für die Beurteilung der geotechnischen Größen und Berechnungsverfahren hinzuzuziehen.
- **GK 3:** Erd- und Grundbauwerke sowie geotechnische Maßnahmen mit hohem geotechnischen Risiko. Ein Sachverständiger ist für die einschlägigen geotechnischen Fragen in jedem Fall hinzuzuziehen.

Wegen der nicht zu unterschätzenden Schwierigkeit, die Wasserbeanspruchung bei erdberührten Bauwerken eindeutig festzulegen, sollte der Architekt im Regelfall immer Art und Beschaffenheit des Baugrundes bzw. die Grundwasserverhältnisse durch einen Baugrundsachverständigen beurteilen lassen.

## 2.2 Vorerkundung

Die Vorerkundung sollte nicht mit der Voruntersuchung gemäß DIN 4020 [A2] verwechselt werden. Bei der Vorerkundung sollen alle bereits vorhandenen Unterlagen zusammengetragen werden. Smolczyk [A217] gibt in seiner Ausarbeitung „Baugrundgutachten“ im Grundbautaschenbuch eine übersichtliche Zusammenstellung:

- Topographische Karten lassen bereits erste Rückschlüsse auf Größe, Form und Oberflächengestalt des Einzugsgebietes zu.
- Geologische Karten geben einen ersten Anhalt über die zu erwartenden Bodenverhältnisse. Für die Festlegung des Untersuchungsumfanges und die Art der Untersuchungsmethoden sind diese Karten eine wertvolle Hilfe.
- Hydrogeologische Karten mit eingetragenen Grundwasserständen sind seltener vorhanden und teilweise mit Vorsicht zu benutzen. Zuverlässiger sind langjährige Pegelmessungen. Leider gibt es nur wenige Städte, die ein ausgezeichnetes Grundwasserpegelnetz besitzen.
- Bereits vorhandene Baugrundgutachten, etwa in der näheren Umgebung der geplanten Baumaßnahme, ersparen den Bauherren oft erhebliche Kosten bei der Baugrunderkundung.
- Bohrprotokolle bereits vorhandener Bohrungen, z.B. bei Kanalisationsmaßnahmen, gestatten teilweise das Untersuchungsprogramm auf Schürfen und Sondierungen zu beschränken.

- Der wichtigste Teil der Vorerkundung ist die Ortsbegehung. Hier sollte man jedoch nicht nur den eigenen Standort im Auge haben, sondern die nähere Umgebung inspizieren und vor allem die Erkenntnisse aus der Nachbarbebauung nutzen.

Zur Festlegung der nachfolgend beschriebenen Baugrunduntersuchung ist eine Ortsbegehung unumgänglich.

## **2.3 Baugrunduntersuchung**

### **2.3.1 Boden als Baugrund**

Die Art und der Umfang der geotechnischen Untersuchungen des Baugrundes richten sich nach

- Art, Größe und Konstruktion der baulichen Anlage
- Geländeform und Baugrundverhältnissen
- Grundwasser
- Einflüssen aus der Umgebung oder auf die Umgebung
- Bauausführung

Der Baugrund wird in einfachen Fällen durch Schürfen und in schwierigen Fällen durch Bohrungen aufgeschlossen. DIN 4021 [A3] und DIN 4022 [A4] geben hierzu Hinweise.

Wird allein die ausgehobene Baugrube beurteilt, so kann dies zu großen Überraschungen und Fehlinterpretationen führen, zumal zu diesem Zeitpunkt Planung, Ausschreibung und Vergabe bereits abgeschlossen sind.

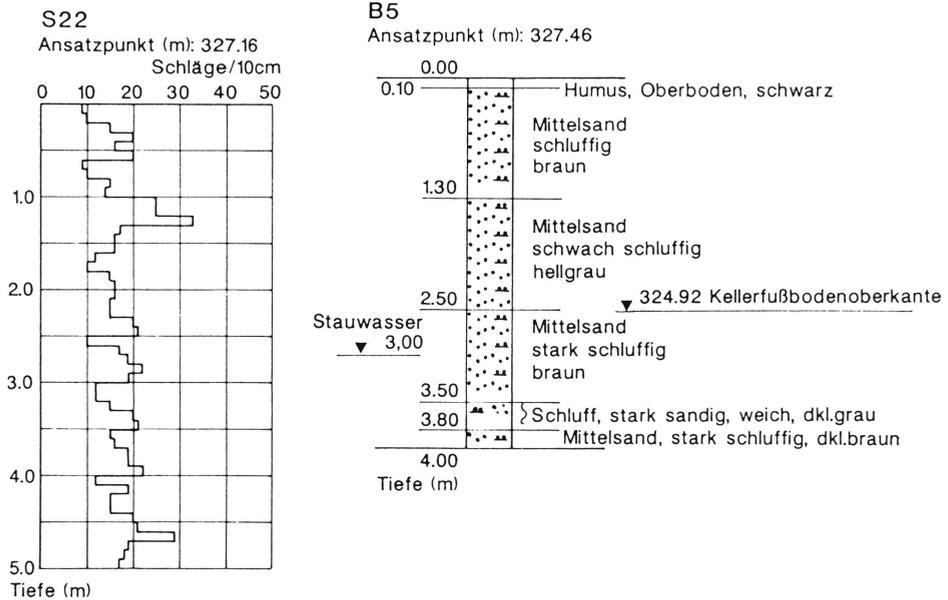
Die Bohrungen werden gemäß Bild A6 zeichnerisch dargestellt. In Ergänzung zu den Bohrungen werden auch Sondierungen gemäß DIN 4094 [A7] ausgeführt. Im Baugrundgutachten sollen dann die Ergebnisse ausgewertet und die Baugrundverhältnisse zusammenfassend dargestellt werden. Dabei soll der Bodenaufbau nur so differenziert beschrieben werden, wie es vom bodenmechanischen Standpunkt her notwendig ist, ansonsten aber so einfach wie möglich.

### **2.3.2 Grundwasserverhältnisse**

Ziel der Bohrungen und Schürfen ist natürlich auch, die Grundwasserverhältnisse zu erkunden. Charakteristische Werte der Grundwasserstände sind vom Baugrundsachverständigen unbedingt anzugeben. Dabei interessieren gemäß DIN 4049 [A6] NGW (Niedrigster Grundwasserstand), MGW (Mittlerer Grundwasserstand) und HGW (Höchster Grundwasserstand).

Vor allem für die Planung und Bemessung der Abdichtung ist der HGW maßgebend. Im Bereich offener Gewässer (Bäche, Flüsse, Seen sowie Küstenbereiche) sind langjährig bekannte höchste Hochwasserstände (HHW) zu berücksichtigen.

Liegen in der näheren Umgebung Langzeitpegelmessungen vor, so ist es sinnvoll, diese zur Beurteilung der Grundwasserschwankungen und der Bestimmung der charakteristi-



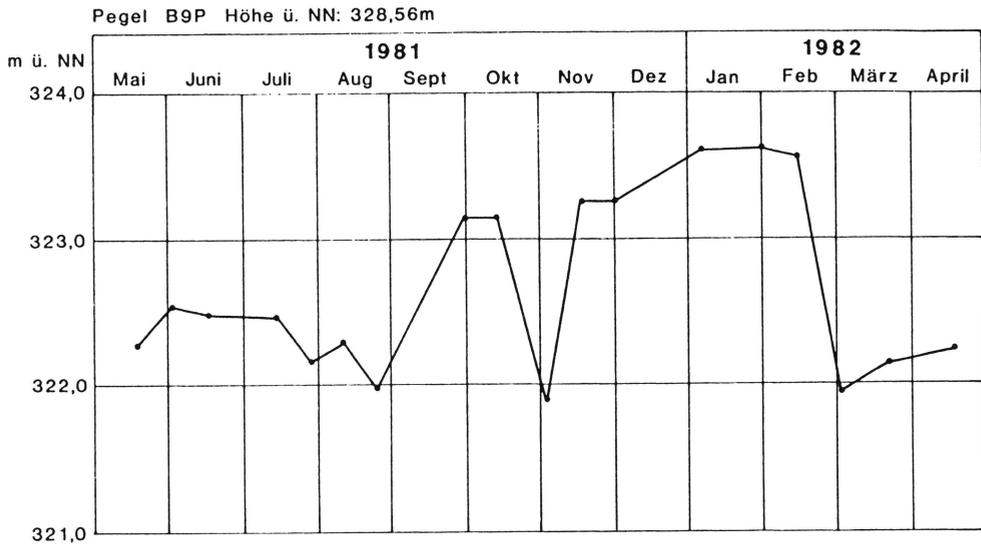
**Bild A6**  
 Rammsondierung – Bohrprofil

schen Werte heranzuziehen. Bei größeren Baugebieten wird man auch rechtzeitig ein Pegelnetz aufbauen können, sodass Messwerte über einige Jahre vorliegen. Bild A7 zeigt eine einjährige Messreihe. Hier wurden bereits jahreszeitliche Schwankungen von ca. 1,5 m registriert.

Aber nicht nur das eigentliche Grundwasser ist für die Beanspruchung der Kellergeschosse interessant. Auch Stau- und Schichtwasser in bindigen Böden können zu Wasserschäden führen, wenn dies nicht erkannt wird. Deshalb können trockene Baugruben (Bild A8) Bauherren und Planer zu Fehlschlüssen bei der Beurteilung der Wasserbeanspruchung verleiten.

Aber auch zu geringe Sicherheitszuschläge zu gemessenen Grundwasserständen führen oft zu Schäden in den Kellergeschossen. Bild A9 zeigt das Eindringen von Grundwasser durch die Bodenfugen einer Tiefgarage. Dabei wurde ein Grundwasserstand von 0,6 m über Oberkante Fußboden gemessen.

Es ist sicher eine schwierige Aufgabe für den Baugrundsachverständigen, hier unter Abwägung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte und des Schadensrisikos den richtigen Weg zu finden.



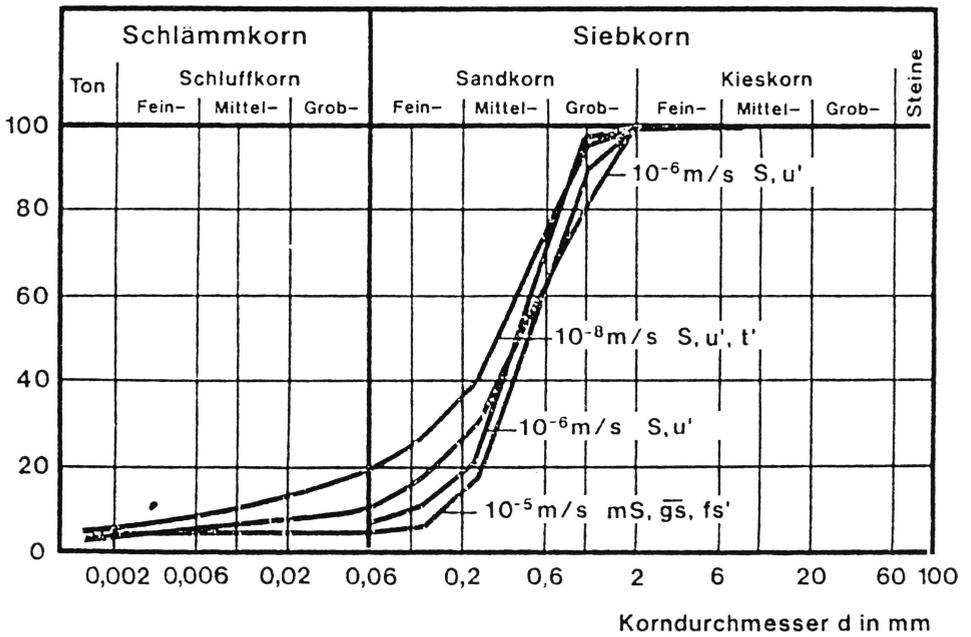
**Bild A7**  
Grundwasserganglinie



**Bild A8**  
Trockene Baugrube im Sommer



**Bild A9**  
Grundwasserzutritt in einer Tiefgarage



**Bild A10**  
Durchlässigkeitsbeiwerte schwach schluffiger Sande

## 2.4 Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Geotechnische Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse setzen immer auch die Abschätzung der Durchlässigkeit der einzelnen Bodenschichten voraus. Hierzu dienen gemäß DIN 4020 [A2] Feld- und Laborversuche.

Bei den Feldversuchen unterscheidet man zwischen Pumpversuchen, Wasserausspiegungsversuchen, Wasserabpressversuchen und Schluckversuchen.

Im Labor kann der Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  [m/s] nach empirischen Regeln aus der Korngrößenverteilung ermittelt werden. Zuverlässiger sind jedoch Durchlässigkeitsversuche gemäß DIN 18130-1 [A13].

Vor allem bei der Beurteilung des Bodens als Hinterfüllmaterial spielt der  $k$ -Wert eine besondere Rolle. Bild A10 zeigt, dass bereits geringe Schluffanteile den  $k$ -Wert der Sande stark reduzieren. Vor diesem Hintergrund wurde in DIN 18195-4 [A9] ein unterer Grenzwert von  $k=10^{-4}$  m/s für die Ausführung einer Abdichtung gegen Bodenfeuchte eingeführt.

## 2.5 Chemische Beschaffenheit des Wassers

Die chemische Beschaffenheit des Wassers muss bekannt sein oder durch eine Wasseranalyse erkundet werden, um das Entstehen von Kalkablagerungen oder Verockerungen erkennen zu können. Betonaggressives Wasser kann zu Kalkausspülungen aus dem Beton und damit zu Ablagerungen in der Dränleitung führen.

Sehr häufig ist die chemische Beschaffenheit des Grundwassers einer Gegend bekannt. Sehr häufig wechselt diese auch jahreszeitlich und örtlich, wie z. B. im Nürnberger Raum. Die neue DIN 4030 [A5] gibt Anhaltswerte für die Beurteilung der Grundwässer.

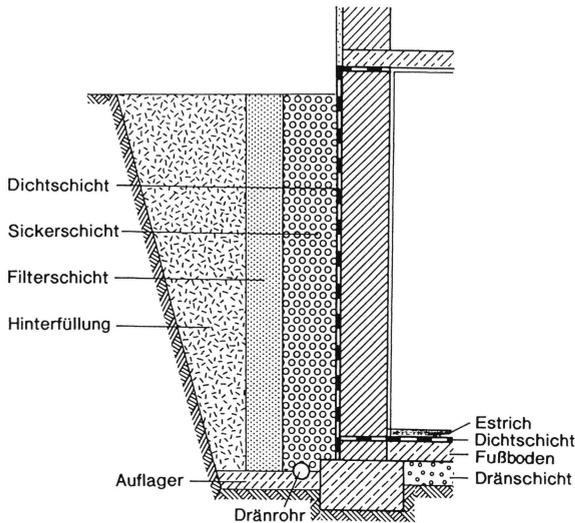
# 3 Trockenhaltung des Gründungsbereiches durch Dränung (Fallbeispiele)

## 3.1 Planung und Ausführung

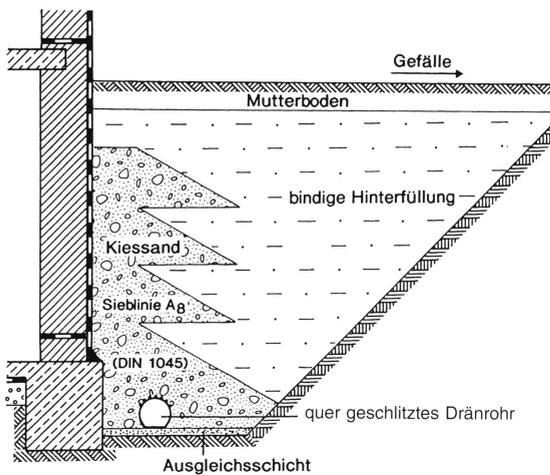
### 3.1.1 Dränanlagen vor Wänden

Die vertikale Dränschicht besteht aus einer Sickerschicht und einer Filterschicht oder aus einer filterfesten Sickerschicht. Die Dränschicht hat die Aufgabe, das anströmende Sicker- oder Schichtwasser von der Wandfläche fernzuhalten und ohne Aufstau zur Dränleitung abzuleiten. Probst [A202] hat in seiner Schemaskizze sehr schön die einzelnen Stufen einer richtigen Wanddränung dargestellt (Bild A11):

- Wandabdichtung (z. B. geklebte Bitumenbahn)
- Schutzschicht (Sickerschicht, z. B. Dränsteine können auch gleichzeitig Schutzschicht sein)
- Filterschicht (z. B. Filtervlies)
- Hinterfüllung (sofern geeignet auch Baugrubenaushub)



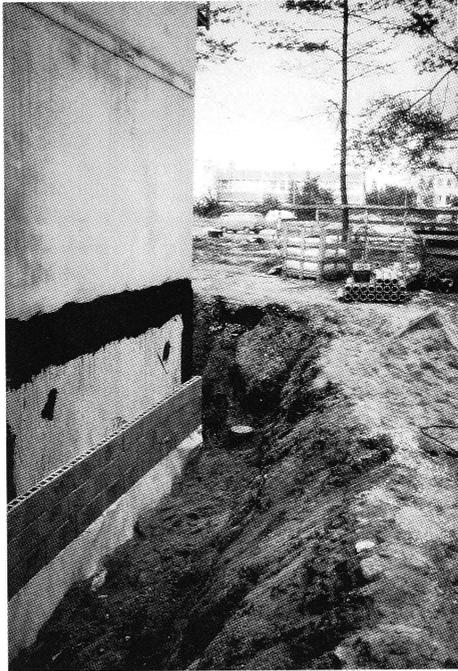
**Bild A11**  
Querschnitt-Schemaskizze einer  
Dränung nach Probst [A202]



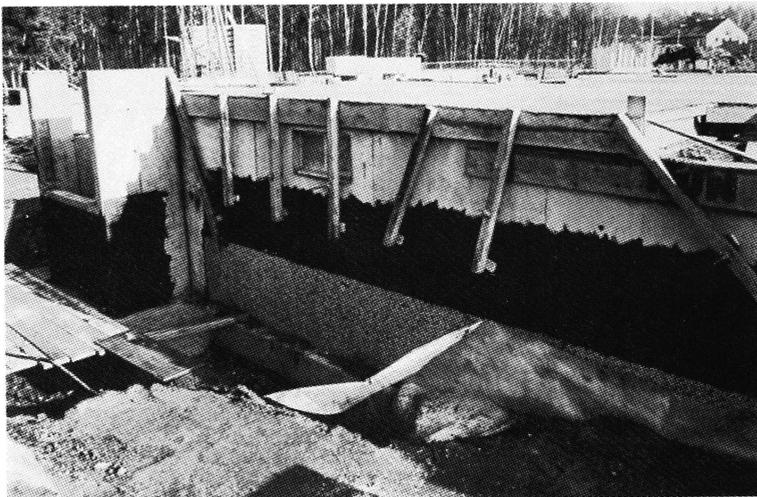
**Bild A12**  
Lagenweiser Einbau eines  
Mischfilters

In früheren Jahren wurden vertikale Kiesschichten als Sickerschichten und Filterschichten aus Sand eingebaut. Hierzu wurden in der Regel Ziehbleche verwendet. Ein lagenweiser Einbau ist möglich (Bild A12). Da die Kosten für Material und Einbau hoch liegen und dieser sehr arbeitsintensiv und zeitraubend ist, wird diese Art der Dränschicht nur noch selten eingebaut.

Dränsteine mit vorgehängtem Filtervlies (Bild A13) sind eine heute bewährte Baumethode. Vor allem bei großem Wasseranfall leiten diese die anfallende Wassermenge sicher zum Dränrohr. Insbesondere gibt es bei diesem Baustoff kein Problem mit dem Nachweis des Dauerzeitstandverhaltens. Der Einsatz von Dränsteinen in unmittelbarer Berührung mit einer Weichabdichtung (Bitumen oder Kunststoff) setzt einen vollflächigen Kontakt voraus, d. h. ein rippenartiges Anliegen ist zu vermeiden.



**Bild A13**  
Dränsteine und Filtervlies



**Bild A14**  
Dränplatten mit Filtervlies

Gerne verwendet werden auch Dränplatten aus Polystyrol oder Hartschaum. Diese Platten sind heute mit aufgeklebtem Filtervlies lieferbar. Die Dränplatten werden mit Bitumen punktförmig an die Kellerwand geklebt. Das Filtervlies kann, wie in Bild A14 ersichtlich, auch nachträglich vor dem Verfüllen der Baugrube an die Dränwand geheftet werden.

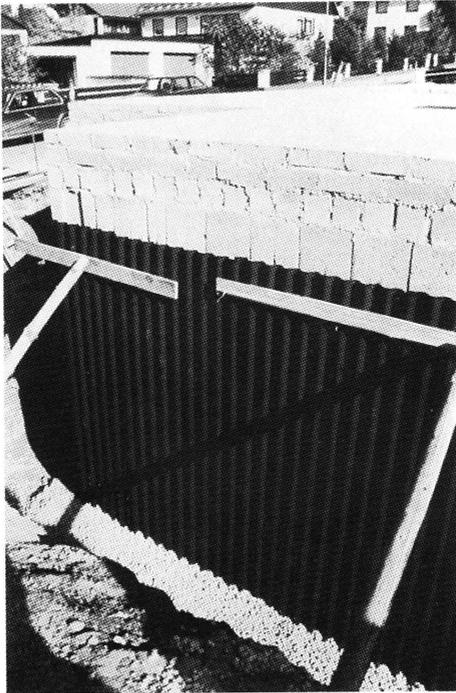
Die Vorteile der Dränplatten liegen in einer leichten Verarbeitbarkeit und dem relativ günstigen Preis. Beachtet werden müssen bei großem Wasseranfall und großen Einbautiefen der geringere Wasserabfluss infolge Stauchung und bei Polystyrolplatten das Zeitstandverhalten. Bei den tatsächlich anfallenden Wassermengen wird man diesen Gesichtspunkt nicht überbewerten müssen, wie die Messungen von Hilmer u. a. [A213] und Weißmantel [A220] gezeigt haben. Um jedoch gleichwertige Produkte auf dem Markt zu erhalten, verlangt die DIN 4095 [A8] für nichtmineralische, verformbare Dränelemente Nachweise für den gesicherten Abfluss unter Beachtung des Zeitstandverhaltens und der Druckbelastung.

Feuchteschäden an Gebäuden sind dem Verfasser u. a. dort bekannt geworden, wo bei stark bindigen Hinterfüllböden kein Filtervlies vor die Dränplatten eingebaut wurde. Bild A15 zeigt eine aufgegrabene Dränschicht, die stark verschlammmt war. Die Abdichtung (Bitumenanstriche) gegen Bodenfeuchte war dort ebenfalls mangelhaft.

Häufig findet man auch so genannte Wellplatten als Dränschichten vor den Kellerwänden (Bild A16). Diese sind völlig ungeeignet. Sie können Schicht- und Stauwasser nicht ableiten. Im oberen Bereich fällt Hinterfüllboden hinter die Wellplatten und verschlammmt die Dränleitungen. Schadensbeispiele werden im Buch „Schäden im Gründungsbereich“ von Hilmer [A219] beschrieben.



**Bild A15**  
Dränplatte ohne Filtervlies



**Bild A16**  
Wellplatten als Dränschicht (falsch!)

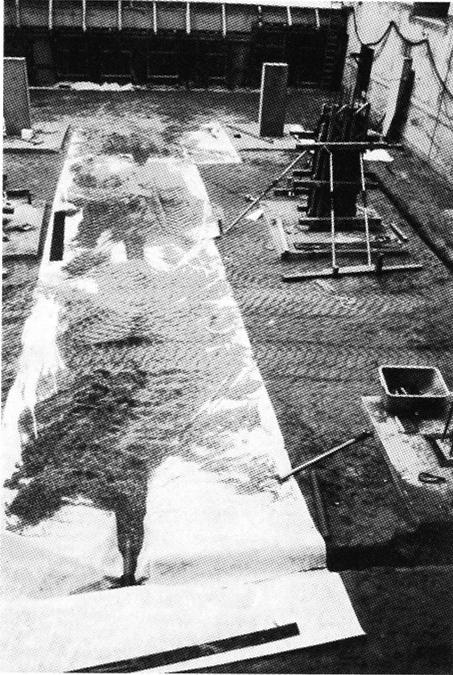


**Bild A17**  
Horizontale Anordnung einer Dränmatte

In neuerer Zeit werden auch Dränmatten eingebaut. Bild A17 zeigt horizontal angeordnete Dränmatten. Diese bestehen aus einem Wirrgelege als Sickerschicht und einem Vlies als Filterschicht. Der Vorteil liegt in der einfachen Einbauweise. Das Langzeitverhalten von Dränmatten wurde von Muth u. a. [A208] untersucht.

### 3.1.2 Dränanlagen unter Bodenplatten

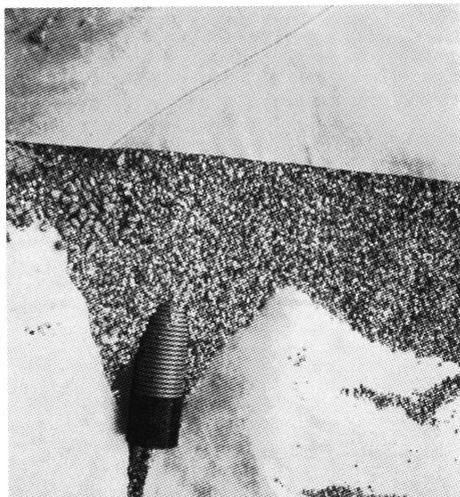
Flächendrängschichten unter Bodenplatten sind nur dann sinnvoll, wenn ein Wasserandrang unter der Bodenplatte zu erwarten ist. Den Schutz des Kellerbodens gegen aufsteigende Feuchtigkeit erreicht man am sichersten durch eine richtig gewählte Abdichtung. Im nachfolgenden Beispiel musste die Tiefgarage eines Wohnblocks gegen Grundwasserspitzenwerte gesichert werden. Hierzu wurden Dränrohre in 6 m Abstand mit einem Gefälle von 0,5% verlegt (Bild A18). Unter dem 0,15 m starken Flächendrän aus Kies der Körnung 4/8 mm wurde ein Filtervlies verlegt, um das Eindringen von Schluff zu vermeiden (Bild A19). Über den Flächendrän wurde eine Kunststoffolie gelegt, um das Einschlämmen von Zement aus dem Unterbeton zu verhindern (Bild A20). Bild A21 zeigt den Aufbau der Fußbodendränung.



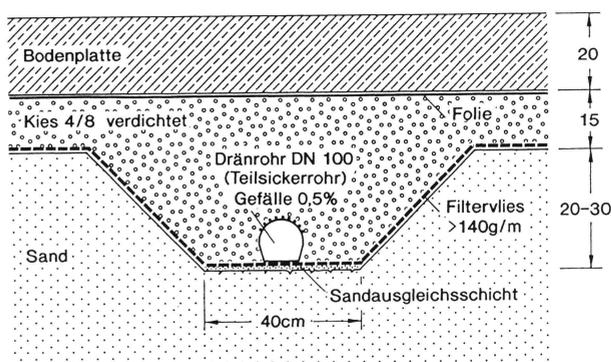
**Bild A18**  
Dränleitung unter einem  
Tiefgaragenboden



**Bild A19**  
Filtervlies, Dränleitung und Flächendrän



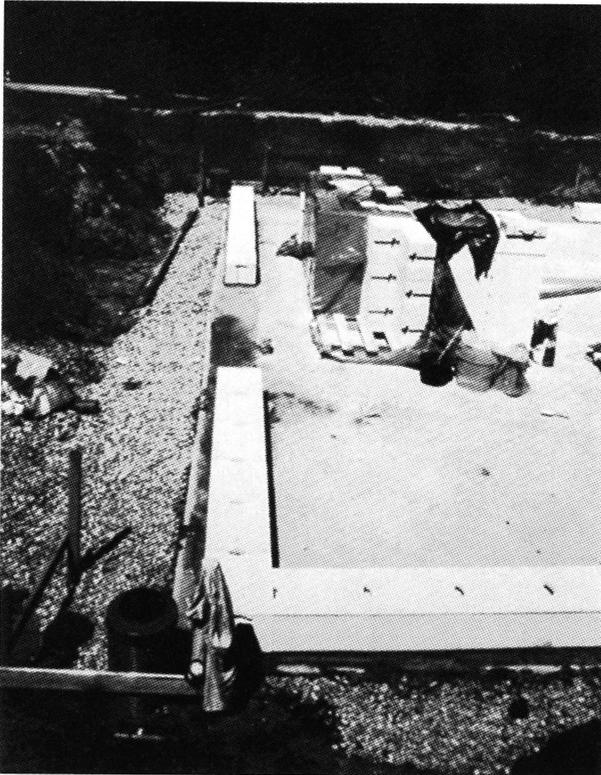
**Bild A20**  
Filtervlies, Dränleitung, Flächdrän,  
Schutzfolien und Unterbeton



**Bild A21**  
Schnittzeichnung

Bei kleineren Bauvorhaben (Einfamilienhäuser) genügt es, nur den Flächdrän ohne Rohrleitung vorzusehen. Dabei ist es wichtig, die Fundamentdurchbrüche  $\varnothing 100$  mm bei sämtlichen Fundamenten nicht zu vergessen, damit das anfallende Grundwasser zu den Ringleitungen abfließen kann. Die Ringleitungen müssen so tief verlegt werden, dass der Flächdrän entwässert und ein unzulässiger hydrostatischer Druck auf die Bodenplatte verhindert wird.

Wenn unter der Bodenplatte kein Grundwasser bzw. Stauwasser zu erwarten ist, hat es sich bewährt, die Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton zu erstellen. Dann kann auf die Flächdränerschicht oder die so genannte kapillarbrechende Schicht verzichtet werden. So wurden in Nürnberg auf dem Keuperuntergrund Tiefgaragen oder, wie in Bild A22, Reihenhäuser gegründet. Je nach Raumnutzung ist eine zusätzliche Sohlenabdichtung trotz wasserundurchlässigen Betons erforderlich, weil dieser zwar wasserundurchlässig, aber nicht wasserdampfdicht ist.



**Bild A22**  
Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton

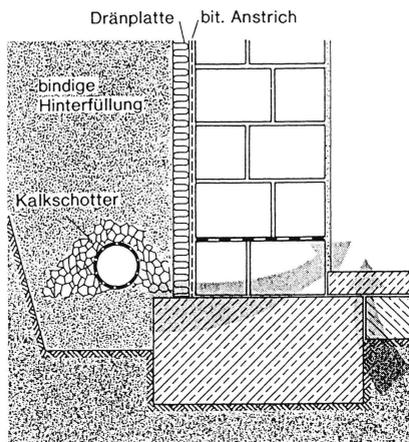
Das anfallende Stau- und Schichtwasser in den wieder verfüllten Arbeitsräumen wird über Ringdränleitungen zur Regenwasserleitung abgeführt. Bild A22 zeigt die Ringdränleitung mit den Kontroll- bzw. Spülrohren (DN  $\geq 300$ ) an den Eckpunkten.

### 3.1.3 Dränleitung und Schächte

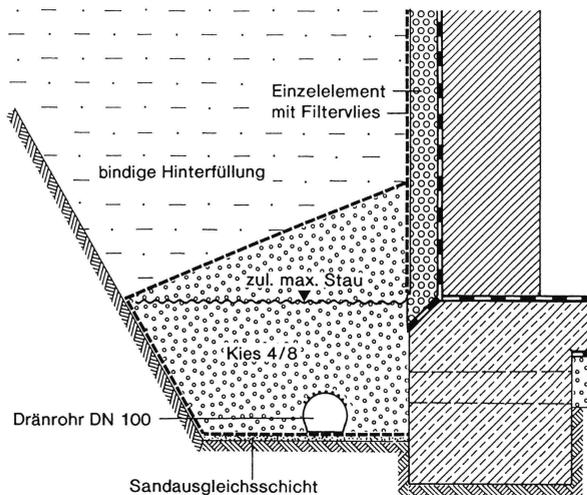
Die meisten Schäden an Dränleitungen sind nach Schild [A204] bzw. Rogier [A205] auf eine zu hohe Lage der Dränrohre und eine ungeeignete filterinstabile Ummantelung zurückzuführen (Bild A23). Die richtige Anordnung der Dränleitung zeigt Bild A24.

Oft besteht die Sickerpackung nur aus einer wenige Zentimeter dicken Schotter- oder Grobkiesschicht. Der Anschluss der vertikalen Dränschicht fehlt oft ganz, sodass das anfallende Sickerwasser aus dem Wandbereich das Dränrohr nicht erreicht (Bild A25).

Häufig werden immer noch die gelben Schläuche verwendet. Diese wurden jedoch nur für den landwirtschaftlichen Wasserbau entwickelt (Bild A26) und sind nach Auffassung vieler Bausachverständiger bei der Gebäudedränung nicht zweckmäßig. Sie werden wie ein „Kuhschwanz“ verlegt. Zur stabileren Lage müssen sie, wie der Prospekt zeigt, z. B.

**Bild A23**

Schematische Darstellung des Schadensbildes infolge von hoher Dränleistung und falschem Rohrfilter

**Bild A24**

Schematische Darstellung einer korrekt angeordneten Dränleitung [A8]

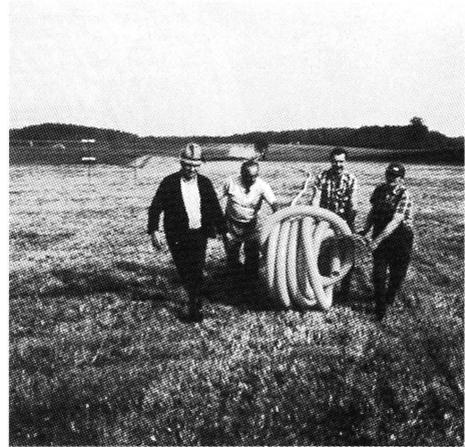
mit Steinen fixiert werden. Außerdem ist eine einwandfreie Gefälleverlegung schwierig (Bild A27).

Eine Spülung mit einem Hochdruckspülgerät führt teilweise zur Zerstörung dieser Rohre, da diese nicht ausreichend mechanisch fest sind. Es sollen daher starre Rohre, am besten mit Fußauflager, Verwendung finden. Sie werden auf die Sohle des ausgehobenen Rohrgrabens gelegt. Die Sickerschicht besteht aus Kies 4/8. Zur Vermeidung der Einschlammung von Feinteilen des Bodens wird das Gesamtsystem mit einem Filtervlies ummantelt (Bild A28).

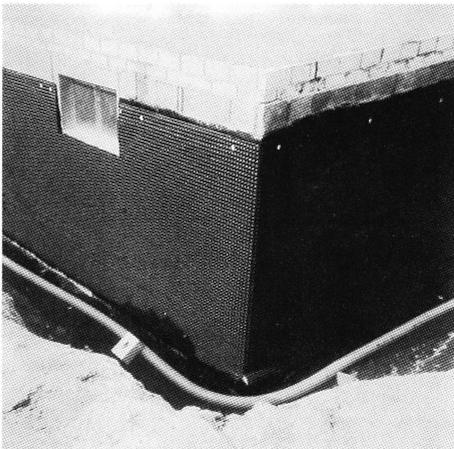
Die Dränrohrsohle muss gemäß DIN 4095 [A8] an ihrem Hochpunkt  $\geq 0,2$  m unter Oberfläche Rohbodenplatte liegen. Ein Gefälle von mindestens 0,5% wird in der DIN 4095 vorgeschrieben.



**Bild A25**  
Dränschlauch mit Kalkschotterummantelung



**Bild A26**  
Dränrohre für landwirtschaftliche Dränung



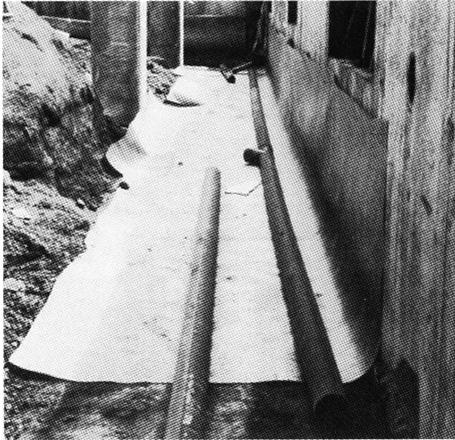
**Bild A27**  
Verlegung eines flexiblen Dränrohres vor einer  
Noppen-Dränbahn



**Bild A28**  
Ringdränleitung mit Kiespackung und Filtervlies

Bei Einfamilienhäusern kann auch bei entsprechender Tiefenlage der Dränleitung eine Verringerung des Gefälles zugelassen werden, da die Druckhöhe in der glatten Dränleitung ausreicht, um einen einwandfreien Abfluss zu gewährleisten.

Für die Auflagerung der Ringdränleitung wurden vom Verfasser mehrere Methoden überprüft. Dabei war das Herstellen eines Betonauflegers kostenintensiv. Ein schwaches Betonaufleger bricht leicht. Günstiger ist die Auflagerung der Dränrohre direkt auf dem Filtervlies (Bild A29). Eine Sandausgleichsschicht unter dem Filtervlies ist bei unregelmä-



**Bild A29**  
Auflagerung des Dränrohrs auf Filtervlies



**Bild A30**  
Spülrohr an einer Gebäudeecke

iger Grabensohle zweckmäßig. An den Eckpunkten der Gebäude werden in sinnvollen Abständen Kontroll- bzw. Spülrohre installiert (Bild A30).

Nachteilig ist, dass Kinder gern Steine oder Boden in die Spülrohre werfen und damit eine Spülung oder Wartung nicht möglich ist. Deshalb empfiehlt es sich, solche Spülrohre mit einem passgerechten Deckel zu verschließen.

### 3.2 Vorfluter

Vor der Planung einer Dränanlage ist in technischer wie in wasserrechtlicher Hinsicht zu klären, ob ein geeigneter Vorfluter vorhanden ist. Ohne diesen kann keine Dränanlage zur Sicherung des Kellergeschosses gegen Stau- und Sickerwasser ausgeführt werden. Es muss dann eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gewählt werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Vorflut:

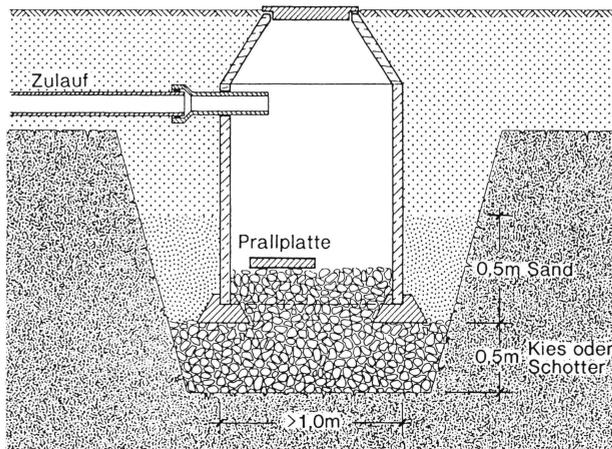
#### 1. Sickerschacht

Liegt in ausreichender Tiefe eine durchlässige Bodenschicht vor, so kann die Planung eines Sickerschachtes erfolgreich sein. Da die anfallenden Wassermengen bei Dränanlagen in der Regel gering sind, genügen Sickerschächte gemäß Bild A31.

#### 2. Trennsystem

Das in der Dränanlage anfallende Sicker- und Stauwasser kann in der Regel auch mit einer wasserrechtlichen Erlaubnis in das vorhandene Trennsystem (Regenwasserleitung) eingeleitet werden. Hierbei müssen jedoch die Rückstausicherungen eingebaut und später gewartet werden.

In Mischsysteme darf nur in Ausnahmefällen und mit Zustimmung der Wasserwirtschaftsämter eingeleitet werden.



**Bild A31**  
Sickerschacht



**Bild A32**  
Bach als Vorfluter



**Bild A33**

Weiher als Vorfluter

### **3. Bachlauf**

Nahe gelegene Bachläufe können mit Zustimmung der Wasserwirtschaftsämter als Vorfluter gewählt werden (Bild A32). Dabei sollte der Einlauf über dem HHW liegen bzw. die Rückstauenebene sollte unter Kellerfußbodenunterkante liegen, da die so genannten Rückstauklappen oft nicht funktionieren.

### **4. See**

Das Bild A33 zeigt einen künstlichen Weiher, der als Vorflut für das anfallende Regen- und Dränwasser dient.

## **4        Kommentar zur DIN 4095**

Dränung zum Schutz baulicher Anlagen. Planung, Bemessung und Ausführung  
(Ausgabe Juni 1990)

### **Zusammenfassung**

Die im Juni 1990 neu erschienene Ausgabe der DIN 4095 wird vom Obmann des DIN-Ausschusses kommentiert. Insbesondere wird dabei auf die Stellen des Normtextes eingegangen, auf die vom Architekten und Planer bei der Anwendung besonders zu achten ist. Teilweise werden auch die Gedanken aufgezeigt, die zur vorliegenden Formulierung geführt haben.

### **Vorbemerkung**

Zur Bearbeitung der Neufassung der DIN 4095 wurde im Juni 1982 in Nürnberg ein Arbeitsausschuss des Normenausschusses Bauwesen im DIN unter der Leitung des Verfassers neu konstituiert. An der Norm haben weiterhin mitgearbeitet: 6 Firmenvertreter, 6 Mitarbeiter von Hochschulen und Wissenschaftlichen Instituten, 5 Herren der Bauverwaltung und 6 Herren aus Verbänden. Die Bearbeitung im DIN oblag Herrn Dipl.-Ing. Kastorff.

Die erste Fassung der DIN 4095 wurde 1973 eingeführt und entsprach nicht mehr dem Stand der Technik. Die Entwicklung auf dem Baustoffsektor zeigte weiter, dass eine Berücksichtigung der neuen Dränbaustoffe, wie Dränmatten oder Geotextilien, in der DIN 4095 unumgänglich war.

Nach Erscheinen des Gelbdruckes im Juni 1987 und der Behandlung von insgesamt 79 Einsprüchen konnte die DIN 4095 im Juni 1990 im Weißdruck erscheinen. In diese Fassung wurden die vielen wertvollen Einsprüche und Anregungen sowie neue Forschungsarbeiten eingearbeitet. Vor allem wurden die Erkenntnisse aus den Abflussmessungen berücksichtigt, welche das Grundbauinstitut der LGA, Nürnberg, im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau durchführte. Dazu ist Ende 1990 ein Mitteilungsheft in der Veröffentlichungsreihe des Grundbauinstitutes der LGA als Heft 58 unter dem Titel „Baukostensenkung durch wirtschaftliche Bemessung von Dränanlagen“ [A213] erschienen. Die Norm ist in erster Linie für Architekten und Planer gedacht. Sie ist, wie alle Normenwerke, ein Kompromiss der verschiedenen Erfahrungen. Ergänzend zur neuen DIN 4095 möchte ich als Obmann meinen persönlichen Kommentar zu den einzelnen Abschnitten veröffentlichen, der erläutern soll, worauf bei der Anwendung der Norm besonders zu achten ist.

## **1        Anwendungsbereich und Zweck**

Die Norm gilt für die Dränung auf, an und unter erdberührten baulichen Anlagen als Grundlage für Planung, Bemessung und Ausführung. Sie gilt im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung.

Sofern bei erdüberschütteten Decken die Dränschicht auch zur Wasserbevorratung dient, ist sie nicht Gegenstand dieser Norm.

In dieser Norm werden Regelausführungen für definierte Voraussetzungen angegeben, für die keine weiteren Nachweise erforderlich sind (Regelfall). Für vom Regelfall abweichende Bedingungen sind besondere Nachweise zu führen (Sonderfall).

### **Kommentar zu 1:**

Diese Norm gilt nicht für die Entwässerung von Straßen. Hierfür wurden die Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung (1987), von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen veröffentlicht [A101]. Diese Norm gilt ebenfalls nicht für Bauzeitdränungen. Hierzu sei auf das Grundbau-Taschenbuch, Teil 2 (1996, Verlag Ernst & Sohn [A206]), verwiesen. Außerdem sind im Buch „Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung“ von Herth/Arndt (1994, Verlag Ernst & Sohn) wertvolle Hinweise enthalten [A209].

Zur Dränung und Entwässerung von Böschungen wurde 1989 von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen das „Merkblatt für die Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen zur Sicherung von Erdbauwerken“ herausgegeben [A102].

Die Entwässerung und Dränung von Dämmen ist ein Spezialfall, der von Davidenkoff (1964) in seinem Werk „Deiche und Erddämme“ (Werner-Verlag, Düsseldorf) behandelt wird [A201].

Detailangaben für Stützbauwerke findet der interessierte Leser in den ausführlicheren Schweizer Normen SNV 640389 „Entwässerung und Hinterfüllung“ [A12] und SNV 640342 „Drainage“ [A11]. Ebenfalls sei auf die DS 836, Teil „Entwässerungsanlagen“, der Deutschen Bundesbahn verwiesen [A103].

Die Dränung im Deponiebau wird u.a. in den Empfehlungen des AK11 der DGE [A106], in der TA Abfall [A107] und der TA Siedlungsabfall [A108] behandelt.

## **2 Begriffe**

Im Sinne dieser Norm gilt:

### **Dränung**

Dränung ist die Entwässerung des Bodens durch Dränschicht und Dränleitung, um das Entstehen von drückendem Wasser zu verhindern. Dabei soll ein Ausschlämmen von Bodenteilchen nicht auftreten (filterfeste Dränung).

### **Dränanlage**

Eine Dränanlage besteht aus Drän-, Kontroll- und Spüleinrichtungen sowie Ableitungen.

### **Drän**

Drän ist der Sammelbegriff für Dränleitung und Dränschicht.

**Dränleitung**

Dränleitung ist die Leitung aus Dränrohren zur Aufnahme und Ableitung des aus der Dränschicht anfallenden Wassers.

**Dränschicht**

Dränschicht ist die wasserdurchlässige Schicht, bestehend aus Sickerschicht und Filterschicht oder aus einer filterfesten Sickerschicht (Mischfilter).

**Filterschicht**

Filterschicht ist der Teil der Dränschicht, der das Ausschlämmen von Bodenteilchen infolge fließenden Wassers verhindert.

**Sickerschicht**

Sickerschicht ist der Teil der Dränschicht, der das Wasser aus dem Bereich des erdberührten Bauteiles ableitet.

**Dränelement**

Dränelement ist das Einzelteil für die Herstellung eines Dräns, z.B. Dränrohr, Dränmatte, Dränplatte, Dränstein.

**Dränrohr**

Dränrohr ist der Sammelbegriff für Rohre, die Wasser aufnehmen und ableiten.

**Stufenfilter**

Stufenfilter ist der Teil der Dränschicht, bestehend aus mehreren Filterschichten unterschiedlicher Durchlässigkeit.

**Mischfilter**

Mischfilter ist der Teil der Dränschicht, bestehend aus einer gleichmäßig aufgebauten Schicht abgestufter Körnung.

Anmerkung: Dieser kann auch die Funktion der Sickerschicht übernehmen.

**Schutzschicht**

Schutzschicht ist die Schicht vor Wänden und auf Decken, welche die Abdichtung vor Beschädigungen schützt.

Anmerkung: Die Dränschicht kann auch Schutzschicht sein.

**Trennschicht**

Trennschicht ist die Schicht zwischen Bodenplatte und Dränschicht, die das Einschlämmen von Zementleim in die Dränschicht verhindert.

## **Kommentar zu 2:**

Bei den Begriffen wurde eine strenge Auswahl getroffen. Die Liste wurde bewusst kurz gehalten und auf die wesentlichen Begriffe beschränkt. Weitere Begriffe findet der interessierte Leser in der Vorschrift 107/86 „Bauwerksdränagen“ (1987) der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Bauwesen der DDR [A104] und im Katalog „Bauwerksdränagen/VEB BMK Chemie Halle“ (1987), PWE/TIC 35 [A301].

## **3 Untersuchungen**

### **3.1 Einzugsgebiet**

Größe, Form und Oberflächengestalt des Einzugsgebietes sind durch Augenschein zu erfassen. Ergänzende Erhebungen, wie die Auswertung topographischer und geologischer Karten, sind zweckmäßig. Im Hanggelände bei Muldenlagen, Wasser führenden Schichten und Klüften, in Quellgebieten, bei Grundwasservorkommen sowie bei großflächigen Bauwerken sind weiter gehende Untersuchungen erforderlich (siehe Abschnitt 4.3).

#### **Kommentar zu 3.1:**

Dieser Abschnitt wurde sehr allgemein gehalten, da es sicher für alle am Bau Beteiligten sehr schwierig sein wird, das Einzugsgebiet zu erfassen. Dennoch ist es für den Planer unerlässlich, sich Gedanken darüber zu machen, wie er z.B. durch eine Geländegestaltung verhindert, dass Hangwasser (Oberflächenwasser) zum Bauwerksdrän abfließt. Durch eine entsprechende Bauwerkshinterfüllung kann er den Sickerwasserzufluss begrenzen.

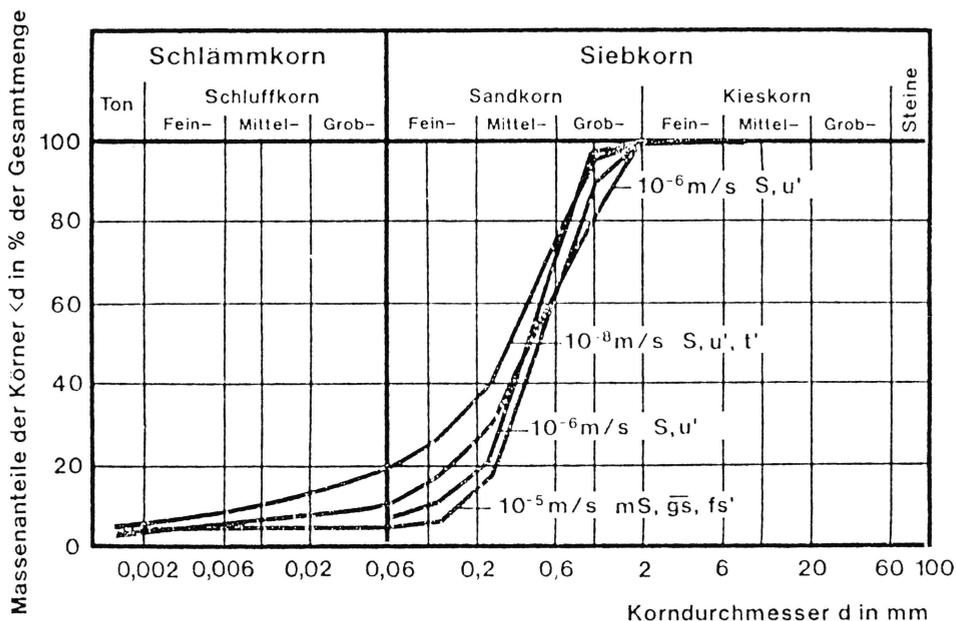
### **3.2 Art und Beschaffenheit des Baugrundes**

Art, Beschaffenheit und Durchlässigkeit des Baugrundes sind durch Bohrungen oder Schürfen zu erkunden (DIN 4021, DIN 4022-1 bis -3), sofern die örtlichen Erfahrungen keinen ausreichenden Aufschluss geben.

#### **Kommentar zu 3.2:**

In der zuverlässigen Beurteilung des Baugrundes liegt der Schlüssel zur richtigen Beurteilung der Wasserbeanspruchung erdberührter Bauteile. Hierzu wurden von Hilmer (1990) im Heft 2 der LGA-Rundschau einige Empfehlungen gegeben. Auch Emig weist in seinem Kapitel „Abdichtungsschäden“ im Buch „Schäden im Gründungsbereich“, herausgegeben von Hilmer (1991), ausdrücklich auf den engen Zusammenhang Boden – Wasser – Abdichtung hin [A218].

Wichtig ist, die genaue Schichtung des Baugrundes festzustellen. Selbst sandige Böden mit geringerem Schluffanteil können bei mitteldichter und dichter Lagerung geringere Durchlässigkeitsbeiwerte besitzen. Vor allem bei der Beurteilung als Hinterfüllungsma-



**Bild 1** (Kommentar)  
Durchlässigkeitsbeiwerte schwach schluffiger Sande

terial spielt dies eine besondere Rolle. Bild 1 (Kommentar) zeigt, dass bereits geringe Schluffanteile den  $k$ -Wert der Sande stark reduzieren. Deshalb wird zusätzlich empfohlen, exakte Körnungslinien der Bodenschichten zu erstellen.

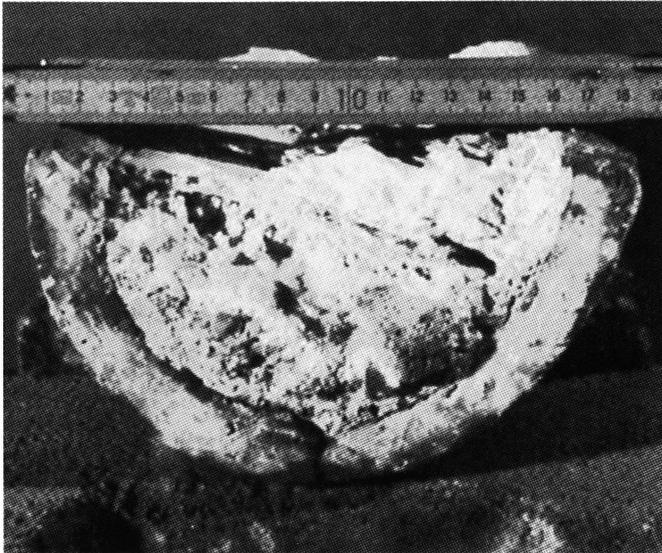
### 3.3 Chemische Beschaffenheit des Wassers

Die chemische Beschaffenheit des Wassers muss bekannt sein oder durch eine Wasseranalyse erkundet werden, um das Entstehen von Kalkablagerungen oder Verockerungen erkennen zu können. Betonaggressives Wasser kann zu Kalkausspulungen aus dem Beton und damit zu Ablagerungen in der Dränleitung führen.

#### Kommentar zu 3.3:

Häufig ist die chemische Beschaffenheit des Grundwassers einer Gegend bekannt. Sehr häufig wechselt diese auch jahreszeitlich und örtlich, wie z. B. im Nürnberger Raum. Die neue DIN 4030 (Juni 1991) [A5] gibt Anhaltswerte für die Beurteilung der Grundwässer.

Bei stark kalkangreifenden Wässern ist Kalkschotter im Bereich der Dränanlage nicht zu verwenden. Eine Verkalkung ist bei Karbonatharten  $> 10^\circ \text{dH}$  ( $> 100 \text{ mg CaO/l}$ ) gegeben. Diese tritt häufig bei Unstetigkeitsstellen der Leitung auf. Es kann jedoch auch zur Ver-



**Bild 2** (Kommentar)  
Verkalkung eines Drän-  
rohres (nach J. Brauns,  
B. Schulze (1989) [A212])

legung ganzer Rohrquerschnitte kommen (siehe Bild 2, Kommentar). Um diese Gefahr zu vermeiden, empfiehlt sich ein ständiger Einstau der Dränleitung.

Ein erhöhter Eisengehalt im Boden oder Grundwasser kann zur Verockerung führen. Bei mittlerer und starker Verockerungsneigung sollte keine Bauwerksdränung ausgeführt werden.

### 3.4 Vorflut

Es ist zu prüfen, wohin das Wasser abgeleitet werden kann, und zwar in baulicher und wasserrechtlicher Hinsicht.

#### Kommentar zu 3.4:

Der schwierige Abschnitt Vorflut wird unter Abschnitt 5.5 noch ausführlicher kommentiert.

### 3.5 Wasseranfall und Grundwasserstände

Der Wasseranfall an den erdberührten baulichen Anlagen ist von der Größe des Einzugsgebietes, Geländeneigung, Schichtung und Durchlässigkeit des Bodens und der Niederschlagshöhe abhängig.

Trockene Baugruben geben noch keinen Anhalt, ob Dränmaßnahmen erforderlich werden. Außerdem ist zu beachten, dass der Wasseranfall durch Regen, Schneeschmelze und

Grundwasserspiegelschwankungen beeinflusst wird und wesentlich größer sein kann, als beim Aushub beobachtet.

Bei erdberührten Wänden und Decken ist der zusätzliche Wasseranfall aus angrenzenden Einzugsgebieten, benachbarten Deckenflächen und Gebäudefassaden zu berücksichtigen. Der ungünstigste Grundwasserstand soll ermittelt werden, beispielsweise durch Schürfen und Bohrungen, aus örtlichen Erfahrungen bei Nachbargrundstücken oder durch Befragen von Ämtern.

Eine durch Dränung mögliche Beeinträchtigung der Grundwasser- und Untergrundverhältnisse der Umgebung ist zu prüfen. Der Wasseranfall ist von der Dränschicht und der Dränleitung aufzunehmen. Die von der Dränung aufzunehmende Abflussspende ist abzuschätzen. Vor erdberührten Wänden wird die Abflussspende  $q'$  in  $l/(s \cdot m)$  auf die Länge der Wand bezogen. Auf Decken und unter Bodenplatten wird die Abflussspende  $q$  in  $l/(s \cdot m^2)$  auf die zu dränende Fläche bezogen.

### **Kommentar zu 3.5:**

Für die Bemessung einer Dränanlage ist die Kenntnis des Wasseranfalls erforderlich. Hierzu wurden erstmals von Hilmer/Weißmantel/Grimm (1990) in Heft 58 des Grundbauinstitutes der LGA Langzeitmessungen an verschiedenen Objekten mitgeteilt [A213]. Diese bestätigten einen Zusammenhang zwischen Regenspende und Dränwasserabfluss. Die bisherigen Messergebnisse bestätigten die Vermutung, dass die Dränwassermengen erheblich unter den Werten der Tabellen 8 und 10 liegen. Deshalb wurden diese Tabellen auch aus dem allgemeinen Teil der DIN 4095 herausgenommen und sind nur bei der Bemessung flächiger Dränelemente (Dränmatten, Dränplatten etc.) anzuwenden.

Im Regelfall ist keine Berechnung erforderlich. Bei größeren Bauvorhaben, bei Hanglagen etc. wird man die Zuflussmenge abschätzen bzw. durch Überschlagsrechnungen bestimmen. Auch die Vorschrift 107/86 der DDR [A104] gibt nur eine vage Auskunft: „Die Zuflussmenge zur Bauwerksdränung ist durch geeignete Verfahren zu ermitteln.“

Wichtig für die Entscheidung, welche Abdichtungsmaßnahme gewählt wird, d.h. welcher Fall nach Abschnitt 3.6 der DIN 4095 vorliegt, ist die Kenntnis des höchsten Grundwasserstandes. Einfach ist die Festlegung dort, wo langjährige Grundwasserbeobachtungen vorliegen. Schwierig wird es, wo Pegelmessungen fehlen. Vor allem in bindigen Böden tritt immer die Frage des Bemessungswasserstandes auf. Hier sollte, wenn die örtlichen Erfahrungen nicht ausreichen, immer ein Baugrundsachverständiger eingeschaltet oder, als ungünstigster Fall, ein Anstieg bis Geländeoberkante zugrunde gelegt werden. Häufig kommt es auch erst nach längerer Zeit bei größeren Niederschlagsereignissen zu einem Aufstau in der wieder verfüllten Baugrube.

### **3.6 Fälle zur Festlegung der Dränmaßnahmen**

Die Entscheidung über die Art und Ausführung von Dränung und Bauwerksabdichtung ist entsprechend den Ergebnissen der Untersuchungen nach den Abschnitten 3.1 bis 3.5 fest-

zustellen. Für die Entscheidung, ob eine Dränung an der Wand erforderlich ist, ist von den Fällen nach Bild 1a bis 1c auszugehen.

Fall a) liegt vor, wenn nur Bodenfeuchte in stark durchlässigen Böden auftritt (Abdichtung ohne Dränung).

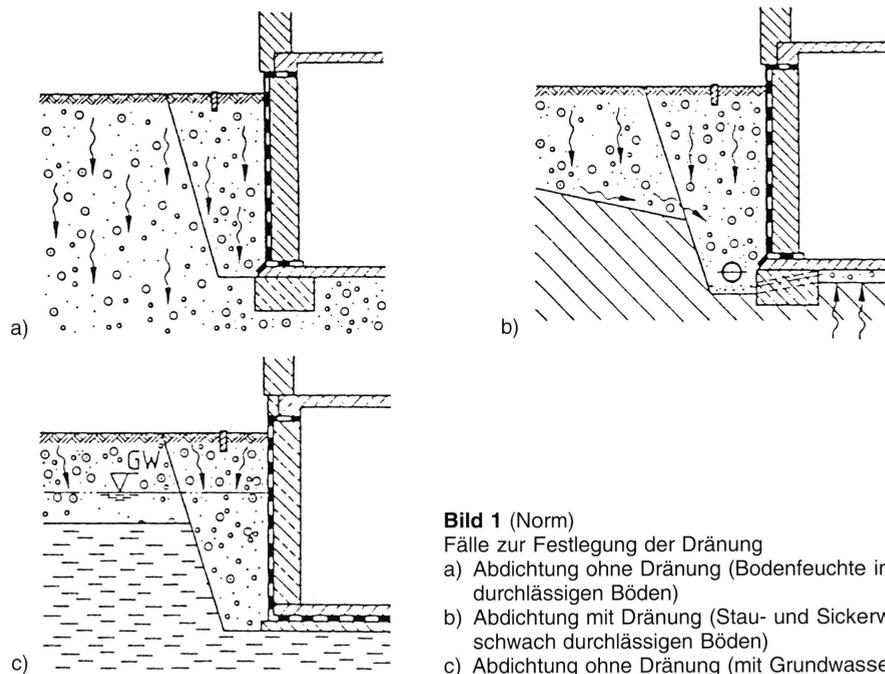
Fall b) liegt vor, wenn das anfallende Wasser über eine Dränung beseitigt werden kann und damit sichergestellt ist, dass auf der Abdichtung kein Wasserdruck auftritt (Abdichtung mit Dränung).

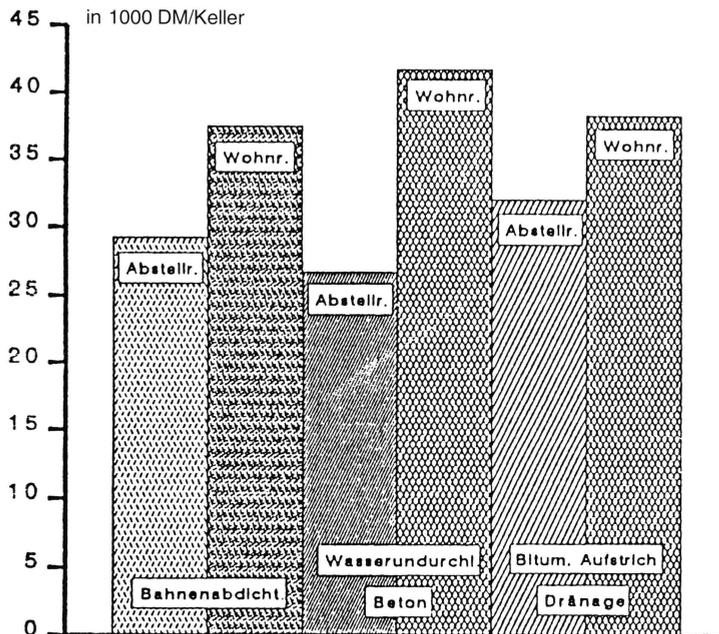
Fall c) liegt vor, wenn drückendes Wasser, in der Regel in Form von Grundwasser, ansteht oder wenn eine Ableitung des anstehenden Wassers über eine Dränung nicht möglich ist (Abdichtung ohne Dränung).

Bei Decken mit Gefälle liegt oberhalb des Grundwasserspiegels der Fall b) vor (Abdichtung mit Dränung).

### Kommentar zu 3.6:

In der vorliegenden DIN 4095 wurde der Versuch unternommen, einen Konsens zwischen der neu zu bearbeitenden Abdichtungsnorm DIN 18195 und der Drännorm herzustellen. Emig (1991) hat dies in seinem Kapitel „Abdichtungsschäden“ des oben bereits erwähnten Buches von Hilmer (Bilder A1 und A5) ebenfalls nochmals ausführlich dargestellt [A218].





Beispielhafte Kostenzusammenstellung unterschiedlicher Abdichtungsmaßnahmen für einen vorgegebenen verschiedenartig genutzten Keller

**Bild 3** (Kommentar)

Aus der Forschungsarbeit Wilmes u. a. (1990) „Kosten-Nutzen-Optimierung in der Bauteildichtung“. Aachener Institut für Bauschadenforschung und angewandte Bauphysik [A214]

Bevor man sich für eine Dränung und damit gegen eine Abdichtung gemäß DIN 18195-6 bzw. gegen eine wasserundurchlässige Betonwanne entscheidet, sollten alle Vor- und Nachteile der einzelnen Lösungsmöglichkeiten ausführlich zwischen Bauherren, Architekten, Tragwerksplanern und Baugrundsachverständigen diskutiert werden.

Wilmes u. a. [A214] haben in einer Forschungsarbeit „Kosten-Nutzen-Optimierung in der Bauteilabdichtung“ (im Bild 3 Kommentar) aufgezeigt, dass die Kostenfrage bei qualitativ gleichwertiger Ausführung uninteressant ist. Wesentlich ausschlaggebender sind andere Gesichtspunkte.

Für eine Dränanlage sprechen:

- Das Wasser wird vom Gebäude fern gehalten.
- Die notwendigen Abdichtungsarbeiten können von der Baufirma ausgeführt werden.
- Bei schwierigen Gebäuden (mit komplizierten Grundrissen) ist eine Dränung einfacher auszuführen als eine Abdichtung nach DIN 18195-6 [A9].

Gegen eine Dränanlage sprechen:

- Geeignete rückstaufreie Vorfluter sind oft nicht vorhanden.
- Rückstausicherungen und Hebeanlagen sind problematisch und erfordern einen hohen Wartungs- und Betriebsaufwand.

- Der Untersuchungsumfang (Wasseranfall, Schichtung, Wasserstand, Laborversuche) kann größer werden.
- Schadensanfälligkeit (Verschlammten, Verockerung, Verkalkung).
- Ständige Wartung der Dränanlage.

## 4 Anforderungen

### 4.1 Allgemeines

Der Drän muss filterfest sein. Die anfallende Abflusspende  $q'$  in  $l/(s \cdot m)$  muss in der Dränschicht drucklos abgeführt und vom Dränrohr bei einem Aufstau von höchstens 0,2 m, bezogen auf die Dränrohrsohle, aufgenommen werden.

#### Kommentar zu 4.1:

Im Gegensatz zur bisher gültigen Abdichtungsnorm 18195, Teil 5, lässt die DIN 4095 keinen höheren Aufstau als 0,2 m, bezogen auf die Dränrohrsohle, zu. Nach der Forderung gemäß Abschnitt 5.2.2 der DIN 4095 muss die Rohrsohle selbst am Hochpunkt 0,2 m unter Oberfläche Rohbodenplatte liegen. Damit darf der Rückstau die Rohbodenplatte nie übersteigen, auch nicht bei plötzlichem starkem Wasseranfall.

Im Gegensatz zur alten Fassung der DIN 4095 (Dezember 1973) wird in der vorliegenden neuen Ausgabe (Juni 1990) auf die Angabe von Filterregeln verzichtet. In diesem Zusammenhang wird deshalb auf die Veröffentlichung von Muth (1987) verwiesen [A210].

### 4.2 Regelausführung

Der Regelfall liegt vor, wenn die nach Abschnitt 3 erforderlichen Untersuchungen die in den Tabellen 1 bis 3 gestalteten Anforderungen erfüllen. Die Dränanlage ist dann nach Abschnitt 5 zu planen; besondere Nachweise sind nicht erforderlich.

**Tabelle 1** (Norm)  
Richtwerte vor Wänden

Einflussgröße	Richtwert
Gelände	eben bis leicht geneigt
Durchlässigkeit des Bodens	schwach durchlässig
Einbautiefe	bis 3 m
Gebäudehöhe	bis 15 m
Länge der Dränleitung zwischen Hochpunkt und Tiefpunkt	bis 60 m

**Tabelle 2** (Norm)  
Richtwerte auf Decken

Einflussgröße	Richtwert
Gesamtauflast	bis 10 kN/m <sup>2</sup>
Deckenteilfläche	bis 150 m <sup>2</sup>
Deckengefälle	ab 3%
Länge der Dränleitung zwischen Hochpunkt und Dacheinlauf/Traufkante	bis 15 m
Angrenzende Gebäudehöhe	bis 15 m

**Tabelle 3** (Norm)  
Richtwerte unter Bodenplatten

Einflussgröße	Richtwert
Durchlässigkeit des Bodens	schwach durchlässig
Bebaute Fläche	bis 200 m <sup>2</sup>

Direkte Einleitung von Oberflächenwasser (z. B. Regenfallleitungen, Hofsenkkästen, Speier) oder das aus angrenzenden steilen Hanglagen abfließende Wasser ist unzulässig.

### **Kommentar zu 4.2:**

Die Regelausführung dient dazu, dem Architekten in einfachen Fällen die Planung einer Dränanlage zu ermöglichen. Die Beurteilung der Tabellenwerte sollte vor allem von Juristen und Sachverständigen nicht zu eng ausgelegt werden. Dies können nur Empfehlungen sein. Im DIN-Ausschuss wurde ausführlich über die Tabellenwerte diskutiert. Es wurde z. B. eine Einbautiefe bis 3 m gewählt, damit bei flächigen Dränelementen und größerer Einbautiefe der Erddruck berücksichtigt wird.

Die Gebäudehöhe wurde bis 15 m angenommen, damit der Wasseranfall bei Schlagregen auf die Fassade begrenzt wird.

In Tabelle 3 wurde die bebaute Fläche auf ca. 200 m<sup>2</sup> begrenzt. Dies entspricht größeren Einfamilienhäusern. Die Flächendränung von Großobjekten bedarf sicher einer Detailplanung. Wesentlich ist nach meiner Meinung der Absatz: „Direkte Einleitung von Oberflächenwasser (z. B. Regenfallleitungen, Hofsenkkästen, Speier) oder das aus angrenzenden steilen Hanglagen abfließende Wasser, ist unzulässig.“ Dieser Absatz müsste eigentlich unter „4.1 Allgemeines“ stehen. Das anfallende Wasser sollte möglichst vom Gebäude fern gehalten werden. Dies gilt auch für den Sonderfall.

### 4.3 Sonderausführung

Wenn die örtlichen Bedingungen von denen in der Regelausführung genannten abweichen, können für den Entwurf und die Bemessung der Dränanlage folgende Untersuchungen erforderlich werden:

- Geländeaufnahme
- Bodenprofilaufnahmen
- Ermittlung des Wasseranfalls
- Statische Nachweise der Dränschichten und Dränleitungen
- Hydraulische Bemessung (Durchlässigkeitsbeiwert und Abflussspende) der Dränelemente
- Bemessung der Sickeranlage
- Auswirkung auf Bodenwasserhaushalt, Vorfluter, Nachbarbebauung

#### Kommentar zu 4.3:

Bei der Sonderausführung können für den Entwurf und die Bemessung der Dränanlage noch weitere Überlegungen und Untersuchungen erforderlich werden. Dies bedeutet nicht, dass alle hier aufgeführten Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Für die Bestimmung des Wasseranfalls ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

## 5 Planung

### 5.1 Allgemeines

Die Dränanlage ist in den Entwässerungsplan aufzunehmen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Dränanlagen vor Wänden, auf Decken und unter Bodenplatten. Die Standsicherheit des Bauwerks darf durch Dränanlagen nicht beeinträchtigt werden.

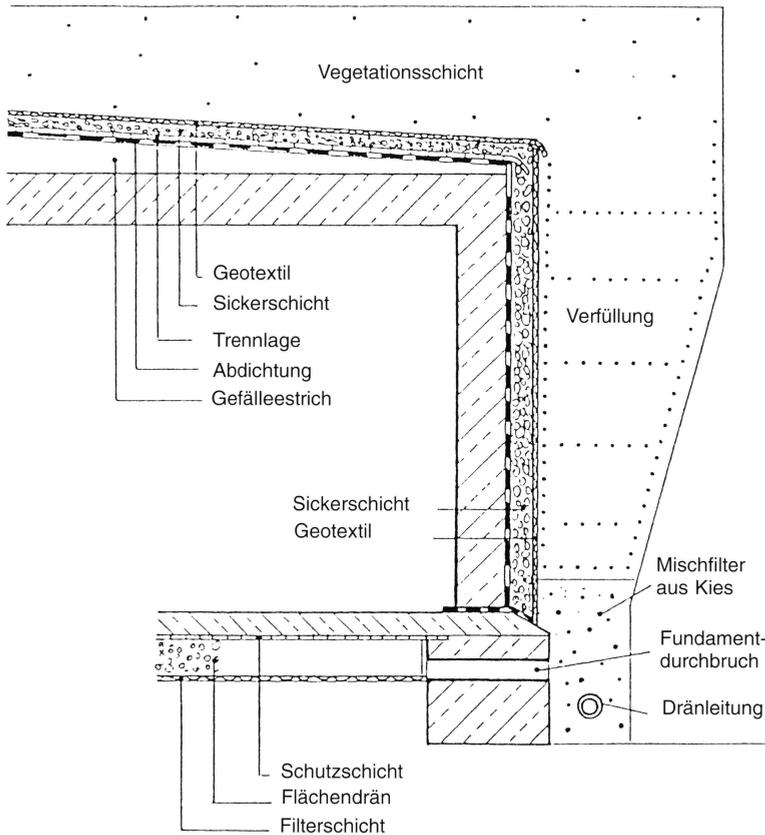
#### Kommentar zu 5.1:

Die Dränanlage ist sorgfältig zu planen, und zwar nicht nur im Grundriss, sondern auch in repräsentativen Schnitten (wie z.B. Bild 4, Kommentar). Dabei sind gemäß Abschnitt 5.6 der DIN 4095 auch Detailangaben zu machen und die entsprechenden Maß- und Höhenangaben anzugeben.

### 5.2 Dränanlagen vor Wänden

#### 5.2.1 Dränschicht

Die Dränschicht muss alle erdberührten Flächen bedecken und etwa 0,15 m unter Geländeoberfläche abgedeckt werden. Am Fußpunkt ist die drucklose Weiterleitung des Was-



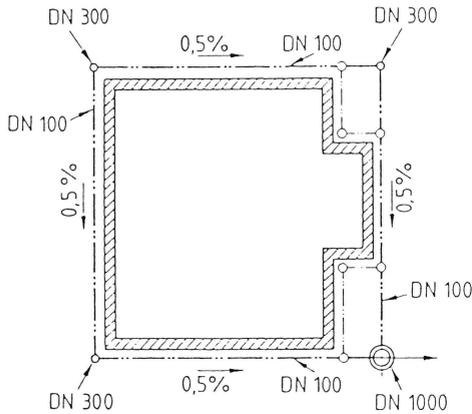
**Bild 4** (Kommentar)  
Bauteilangabe in Ausführungsplänen

sers bei mineralischer Ummantelung des Dränrohres durch mindestens 0,3 m Einbindung sicherzustellen. Die Dränschicht muss an Durchdringungen, Lichtschächten usw. dicht anschließen.

### 5.2.2 Dränleitung

Die Dränleitung muss alle erdberührten Wände erfassen. Bei Gebäuden ist sie möglichst als geschlossene Ringleitung (siehe Bild 2) zu planen.

Bei Verwendung von Kiessand, z.B. der Körnung 0/8 mm, Sieblinie A8 oder 0/32 mm, Sieblinie B32 nach DIN 1045, darf die Breite oder der Durchmesser der Wassereintrittsöffnungen der Rohre maximal 1,2 mm und die Wassereintrittsfläche mindestens  $20 \text{ cm}^2$  je Meter Rohrlänge betragen. Bei Verwendung von gebrochenem Material muss die Eignung mit dem Rohrersteller abgestimmt werden.



**Bild 2 (Norm)**  
 Beispiel einer Anordnung von Dränleitungen, Kontroll- und Reinigungseinrichtungen bei einer Ringdränung (Mindestabmessungen)

Die Dränleitung ist entlang der Außenfundamente anzuordnen. Die Auflagerung auf Fundamentvorsprüngen ist im Regelfall unzulässig. Bei unregelmäßigen Grundrissen ist ein größerer Abstand von den Streifenfundamenten zulässig, wenn die sickerfähige und filterfeste Verbindung zwischen senkrechter Dränschicht und Dränleitung sichergestellt ist. Die Rohrsohle ist am Hochpunkt mindestens 0,2 m unter Oberfläche Rohbodenplatte anzuordnen. In keinem Fall darf der Rohrscheitel die Oberfläche der Rohbodenplatte überschreiten. Der Rohrgraben darf nicht tiefer als die Fundamentsohle geführt werden; die Fundamente sind notfalls zu vertiefen oder der Rohrgraben ist außerhalb des Druckausbreitungsbereiches der Fundamente zu verlegen.

Spülrohre (mindestens DN 300) sollen bei Richtungswechsel der Dränleitung angeordnet werden. Der Abstand der Spülrohre soll höchstens 50 m betragen.

Für Kontrollzwecke dürfen anstelle der Spülrohre auch Kontrollrohre mit mindestens DN 100 angeordnet werden. Der Übergabeschacht soll mindestens DN 1000 betragen.

### 5.2.3 Ausführungsbeispiele

Mögliche Ausführungen von Dränanlagen vor Wänden sind in den Bildern 3 und 4 dargestellt. Andere Kombinationen von flächigen Dränschichten, Dränleitungen und filterfesten Umhüllungen der Dränleitungen sind möglich.

#### Kommentar zu 5.2:

Dränleitungen sollten nach meiner Erfahrung aus starren Rohren, am besten mit geschlossener Sohle, bestehen. Diese lassen sich besser verlegen, besser kontrollieren und besser spülen. Formstücke sind lieferbar. Eine Auflagerung auf einer Betonsohle ist möglich, aber nicht zwingend erforderlich. Für nicht zweckmäßig halte ich die Auflagerung auf



Bei Verwendung mineralischer Dränschichten, z. B. Kiessand 0/8 mm, Sieblinie A8 oder 0/32 mm, Sieblinie B32 nach DIN 1045, sollte der enthaltene Feinstkornanteil abgesiebt werden.

### 5.3 Dränanlagen auf Decken

#### 5.3.1 Dränschicht

Die Dränschicht muss alle Decken und angrenzenden erdberührten Flächen (z. B. Brüstungen, aufgehende Wände) vollflächig bedecken; durch ihre Filterschicht ist sie gegen Einschlämmen von Bodenteilchen zu sichern. Bei Geotextilien muss die Stoßüberdeckung mindestens 0,1 m betragen.

#### 5.3.2 Deckeneinläufe

Das aus der Dränschicht anfallende Wasser muss rückstaufrei abgeleitet werden. Für Anzahl und Durchmesser der Deckeneinläufe gelten DIN 1986-2 und DIN 18460. Zur Überprüfung und Wartung müssen Deckeneinläufe von oben zugänglich sein.

#### 5.3.3 Dränleitungen

Dränleitungen sind nur vorzusehen, wenn bei Anwendung von Dacheinläufen ein kurzzeitiger Anstau des Wassers über die Dränschicht hinaus eintreten würde. Der Scheitel der Dränrohre soll dabei nicht über die Oberfläche der Sickerschicht herausragen. Bei dünnen Sickerschichten sind die Dränleitungen in vertieften Rinnen zu verlegen, zu denen die Deckenflächen mindestens 3% Gefälle haben müssen. Sammelleitungen sollen ein Gefälle von mindestens 0,5% besitzen. Zuleitungen zu ihnen dürfen gefällelos verlegt werden.

### 5.4 Dränanlage unter Bodenplatten

Die Dränmaßnahmen sind abhängig von der Größe der bebauten Fläche. Bei Flächen bis 200 m<sup>2</sup> darf eine Flächendränschicht ohne Dränleitungen zur Ausführung kommen. Die Entwässerung muss sichergestellt sein, z. B. durch Durchbrüche in den Streifenfundamenten mit ausreichendem Querschnitt (mindestens DN 50) und Gefälle zur äußeren Dränleitung.

**Anmerkung 1:** Mischfilter, z. B. Sieblinie A8 bzw. Sieblinie B32 nach DIN 1045, sind als Dränschicht allein unter Bodenplatten nicht zu empfehlen, da der Durchlässigkeitsbeiwert nur bei 10<sup>-4</sup> m/s liegt.

Bei Flächen über 200 m<sup>2</sup> ist ein Flächendrän zu planen, der über Dränleitungen entwässert wird. Der Abstand der Leitungen untereinander ist zu bemessen. Kontrolleinrichtungen sind erforderlichenfalls anzuordnen.

**Anmerkung 2:** In Sonderfällen, bei sehr schwach bzw. schwach durchlässigem Untergrund, kann der Flächendrän entfallen.

#### Kommentar zu 5.4:

Auf eine genügende Anzahl von Fundamentdurchbrüchen ist zu achten, damit kein Stau unter der Bodenplatte auftritt. Die Dränleitung muss so verlegt und dimensioniert werden, dass ein Rückstau in den Flächendrän verhindert wird.

Bei Verwendung der aufgeführten Mischfilter unter Bodenplatten ist besonders der Feinkornanteil kritisch zu betrachten. Bei Verdichtung und einem Feinkornanteil nach DIN 1045 sinkt der Durchlässigkeitsbeiwert z. B. des B32 unter  $10^{-4}$  m/s. Zudem beträgt die kapillare Steighöhe ca. 0,45 m, d. h. diese Dränschicht wirkt nicht mehr kapillarbrechend nach DIN 18195-4 und nicht mehr als Flächendrän nach DIN 18195-5 [A9]. Die Einsprüche zum Normentwurf DIN 4095 (1987) waren deshalb berechtigt. Deshalb auch die Änderung des Bildes 3 und die Anmerkung bei Abschnitt 5.4 der DIN 4095.

Herkunft	Mischung	k [m/s]	$h_{ka}$ [cm]	d [t/m <sup>3</sup> ]
Hütten 0/8	12,3%:0/2 Felds. 70,2%:0/2 gew. 17,5%:2/8	$1,5 \cdot 10^{-4}$	21,0	1,77
Hütten 0/32	38,0%:0/2 gew. 8,6%:2/8 21,4%:8/16 32,0%:16/32	$2,2 \cdot 10^{-4}$	19,0	1,98
Grub 0/8	38,0%:0/2 62,0%:2/8	$1,6 \cdot 10^{-4}$	20,0	1,91
Grub 0/32	40,0%:0/2 20,0%:2/8 20,0%:8/16 20,0%:16/32	$2,3 \cdot 10^{-4}$	18,0	1,99
Eltmann 0/8	36,0%:0/2 64,0%:2/8	$2,8 \cdot 10^{-4}$	14,0	1,95
Eltmann 0/32	40,0%:0/2 20,0%:2/8 40,0%:16/32	$1,7 \cdot 10^{-4}$	16,0	2,01
Deggendorf 0/8	40,0%:0/4 60,0%:4/8	$1,5 \cdot 10^{-4}$	38,0	2,00
Deggendorf 0/32	100%	$3,4 \cdot 10^{-5}$	36,0	2,09

#### Bild 5 (Kommentar)

Zusammenstellung von Durchlässigkeitsbeiwerten  $k$  und kapillarer Steighöhe  $h_{ka}$  für Böden A8 und B32

Das Grundbauinstitut der LGA hat aufgrund der Einsprüche zum Entwurf der DIN 4095 (1987) umfangreiche eigene Laborversuche durchgeführt. Dabei wurden aus verschiedenen Kieswerken Bayerns die lieferbaren Körnungen 0/8 und 0/32 untersucht. Es wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte  $k$  bei verschiedenen Lagerungsdichten ermittelt. Das verwendete Wasser war dabei einmal belüftet und einmal entlüftet, um diesen Einfluss zu erkunden.

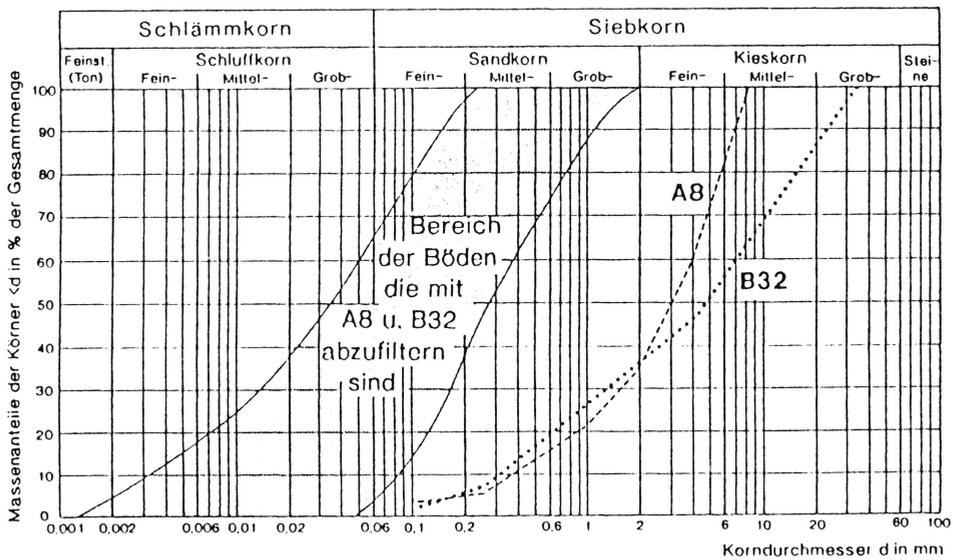
Außerdem wurde die kapillare Steighöhe  $h_{ka}$  bestimmt. In Bild 5 (Kommentar) sind die Versuchsergebnisse tabellarisch zusammengestellt. Diese Mischfilter wurden mit der einfachen Proctordichte eingebaut, und es wurde entlüftetes Wasser zur Bestimmung der  $k$ -Werte benutzt. Es wird deutlich, dass die  $k$ -Werte bei  $1,5$  bis  $2,8 \times 10^{-4}$  m/s liegen. Bei belüftetem Wasser kann dieser Wert unter  $10^{-4}$  m/s absinken.

Für den Anwender wird in Bild 6 (Kommentar) noch für die beiden Mischfilter A8 und B32 der Bodenbereich dargestellt, für den diese filterstabil sind.

Ein wesentlicher Einspruch gegen die Mischfilter als Flächendrän unter Bodenplatten war die kapillare Steighöhe. Die eigenen Versuche bestätigen, dass diese bei den Körnungen A8 und B32 zwischen 15 und 38 cm liegt.

Die Anordnung von Dränleitungen unter Bodenplatten wird bei größeren Flächen erforderlich werden, wenn aufsteigendes Grundwasser abgeleitet werden muss.

Ein weiterer Sonderfall liegt bei sehr schwach bzw. schwach durchlässigem Untergrund und tiefer liegendem Grundwasserspiegel vor, d.h. der höchste mögliche Grundwasserspiegel muss unterhalb der Bodenplatte liegen. Nach meiner bisherigen Erfahrung kann dann der horizontale Flächendrän entfallen. Abdichtungen gegen aufsteigende Feuchtigkeit bzw. die Ausführung der Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton sind selbstverständlich einzuplanen.



**Bild 6** (Kommentar)  
Filterstabilität bei Sieblinien A8 und B32

## 5.5 Vorflut

Voraussetzung für eine wirksame Dränung ist eine ausreichende Vorflut unter Berücksichtigung auch des höchsten Wasserstandes im Vorfluter. Es ist anzustreben, einen Anschluss in freiem Gefälle an einen offenen Vorfluter oder Regenwasserkanal zu schaffen, also möglichst ohne Pumpen auszukommen. Sind Pumpen notwendig, ist eine regelmäßige Wartung erforderlich.

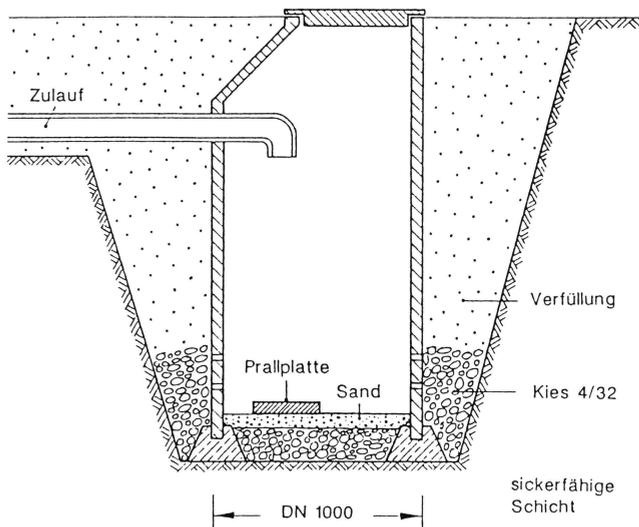
Die Ableitung ist, falls notwendig, durch eine geeignete Vorrichtung, z. B. Rückstauklappe, gegen Stau aus dem Vorfluter zu sichern. Die Stausicherung muss zugänglich sein und gewartet werden. Das Wasser kann auch in einen wasseraufnahmefähigen Untergrund, beispielsweise über einen Sickerschacht, versickert werden (siehe Abschnitt 3.4).

### Kommentar zu 5.5:

Eine ausreichende Vorflut ist die Voraussetzung für eine Dränanlage.

Die sicherste Ableitung erfolgt im freien Gefälle zu einem rückstaufreien Vorfluter. Die Voraussetzungen sind in den seltensten Fällen gegeben, deshalb wurden auch noch andere Möglichkeiten erwähnt.

Da der Anschluss an das Mischsystem nach den Abwassersatzungen verboten ist, darf nur an die Regenwasserkanalisation angeschlossen werden. Da die Regenwasserkanäle jedoch häufig zurückstauen, muss eine einwandfrei funktionierende Rückstausicherung angeordnet werden, die ständig gewartet werden muss. Auf diese Gefahren muss der Bauherr bei

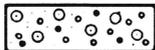


**Bild 7** (Kommentar)  
Beispiel eines Sickerschachtes für geringe Abflüsse

der Planung hingewiesen werden, damit er eventuell einer Wannendichtung den Vorzug gibt. Bei der Möglichkeit, das Dränwasser zu heben, muss die Hebeanlage ständig funktionieren, d.h. es muss für Stromausfall ein Notstromaggregat vorgehalten werden. Die Pumpe muss gewartet und eventuell eine Reservepumpe vorgehalten werden. Die Betriebskosten sind einzukalkulieren.

In Ausnahmefällen besteht auch die Möglichkeit der Versickerung. Dabei muss das anfallende Dränwasser in tieferen durchlässigen Schichten aufgenommen werden können. Da Schicht- und Stauwasser sich in bindigen Böden bildet, welche nahezu undurchlässig sind, wird auch die Versickerung problematisch. Bild 7 (Kommentar) zeigt einen Sickerschacht. Die Bemessung dieser Sickerschächte ist nach dem ATV-Arbeitsblatt A 138 [A109] möglich. In der Literatur wird fälschlicherweise der Sickerschacht mit Kies verfüllt. Dies führt zu einer wesentlichen Verringerung des Stauraumes.

**Tabelle 4** (Norm)  
Angaben über Bauteile und Zeichen

Bauteil	Art	Zeichen
Filterschicht	Sand	
	Geotextil	
Sickerschicht	Kies	
	Einzelelement (z. B. Dränstein, -platte)	
Dränschicht	Kiessand	
	Verbundelement (z. B. Dränmatte)	
Trennschicht	z. B. Folie	
Abdichtung	z. B. Anstrich, Bahn	
Dränleitung	Rohr	
Spülrohr, Kontrollrohr	Rohr	
Spülschacht, Kontrollschacht Übergabeschacht	Fertigteil	

## 5.6 Darstellung der Dränanlage

In den Bauplänen sind die Bauteile der Dränanlage darzustellen, siehe Bilder 2 bis 4 des Kommentars. Die Bauteile sind mit den Sinnbildern nach Tabelle 4 darzustellen. Dabei sind Angaben über Lage, Art der Baustoffe, Dicke, Flächengewicht, Maße und Sohlenhöhen zu machen.

### Kommentar zu 5.6:

Die Dränanlage ist in allen Details in der Ausschreibung aufzunehmen. Hierzu gibt das Standardleistungsbuch für das Bauwesen (LB 010 Dränarbeiten, Ausgabe Juli 1985) Hinweise. Planung, Ausschreibung und die spätere Bauüberwachung sind Leistungen des Architekten oder des eventuell beauftragten Sonderfachmannes.

## 6 Bemessung

### 6.1 Allgemeines

Je nach Wasseranfall und örtlichen Verhältnissen darf die Bemessung als Regelausführung (Regelfall) oder als Einzelnachweis (Sonderfall) durchgeführt werden.

Bei verformbaren Dränschichten sind für den Nachweis des Abflusses und der Wasseraufnahme die Dicke und der Durchlässigkeitsbeiwert des Dränelementes zugrunde zu legen, die sich unter Beachtung des Zeitstandverhaltens für eine Belastungszeit von 50 Jahren ergeben wird. Diese Werte sind in Abhängigkeit von der Druckbelastung anzugeben.

### Kommentar zu 6.1:

Ausführlich wurde bereits auf die schwierige Ermittlung des Wasseranfalls in Abschnitt 3.5 des Kommentars hingewiesen.

Muth (1988) [A211] hat das Zeitstandverhalten von vielen Dränelementen untersucht. Da diese Materialkennwerte von Kunststoffen, im Gegensatz zu mineralischen Baustoffen, nicht konstant sind, sondern sich in Abhängigkeit von Belastung und Zeit ändern, sind hier vom Hersteller besondere Untersuchungen notwendig. Um die Dicke solcher Dränelemente nach 50 Jahren zu erhalten, wurden Kurzzeitversuche extrapoliert. Die Dicke muss wiederum bekannt sein, um die Abflussleistung, d. h. die Wirksamkeit dieser Dränelemente, zu bestimmen.

### 6.2 Regelfall

Liegt nach Abschnitt 4.2 ein Regelfall vor, ist für den Wasserabfluss bei nichtmineralischen verformbaren Dränelementen mit der Abflussspende  $q'$  vor Wänden bzw.  $q$  auf Decken oder unter Bodenplatten nach den Werten nach Tabelle 5 zu rechnen.

**Tabelle 5** (Norm)

Abflussspende zur Bemessung nichtmineralischer, verformbarer Dränelemente

Lage	Abflussspende
vor Wänden	0,30 l/(s·m)
auf Decken	0,03 l/(s·m <sup>2</sup> )
unter Bodenplatten	0,005 l/(s·m <sup>2</sup> )

**Tabelle 6** (Norm)

Beispiel für die Ausführung und Dicke der Dränschicht mineralischer Baustoffe für den Regelfall

Lage	Baustoff	Dicke in m (min.)
vor Wänden	Kiessand, z. B. Körnung 0/8 mm (Sieblinie A8 oder 0/32 mm, Sieblinie B32 nach DIN 1045)	0,50
	Filterschicht, z. B. Körnung 0/4 mm (0/4a nach DIN 4226 Teil 1) und Sickerschicht, z. B. Körnung 4/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1)	0,10 0,20
	Kies, z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1) und Geotextil	0,20
auf Decken	Kies, z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1) und Geotextil	0,15
unter Bodenplatten	Filterschicht, z. B. Körnung 0/4 mm (0/4a nach DIN 4226 Teil 1)	0,10
	und Sickerschicht, z. B. Körnung 4/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1)	0,10
	Kies, z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1) und Geotextil	0,15
um Dränrohre	Kiessand, z. B. Körnung 0/8 mm (Sieblinie A8) oder 0/32 mm, (Sieblinie B32) nach DIN 1045	0,15
	Sickerschicht, z. B. Körnung 4/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1) und Filterschicht, z. B. Körnung 0/4 mm (0/4a nach DIN 4226 Teil 1)	0,15 0,10
	Kies, z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226 Teil 1) und Geotextil	0,10

**Tabelle 7** (Norm)  
Richtwerte für Dränleitungen und Kontrolleinrichtungen im Regelfall

Bauteil	Richtwert (min.)
Dränleitung	Nennweite DN 100 Gefälle 0,5%
Kontrollrohr	Nennweite DN 100
Spülrohr	Nennweite DN 300
Übergabeschacht	Nennweite DN 1000

Für die Dränschicht aus mineralischen Baustoffen ergeben sich für den Regelfall die Beispiele für die Ausführungen nach Tabelle 6.

Für Dränsteine aus haufwerksporigem Beton muss der Durchlässigkeitsbeiwert mindestens  $4 \times 10^{-3}$  m/s betragen.

Richtwerte für Dränleitungen und Kontrolleinrichtungen im Regelfall enthält Tabelle 7.

### **Kommentar zu 6.2:**

Für die Bemessung nichtmineralischer, verformbarer Dränelemente kann die Abflussspende gemäß Tabelle 5 zugrunde gelegt werden. Diese Werte sind verhältnismäßig hoch, sie wurden aber im Hinblick auf die geringe Erfahrung und das nicht bekannte Zeitstandverhalten so gewählt. Dadurch ist eine ausreichende Sicherheit für die Bemessung der Dränelemente vorhanden. Der tatsächliche Wasseranfall ist wesentlich geringer, wie die Messungen von Hilmer u. a. (1990 [A213]) gezeigt haben. Dies ist bei Wasserrechtsverfahren, bei der Bemessung von Versickerungsanlagen etc. zu berücksichtigen.

Für mineralische Baustoffe gibt Tabelle 6 Ausführungsbeispiele. Dabei sei darauf hingewiesen, dass anstatt Kies 8/16 mm auch 4/8 mm sehr gut geeignet ist und sich unter Bodenplatten besser einbauen lässt. Auch sind geeignete Splittmischungen nach Absprache mit dem Rohrhersteller zulässig. Vorsicht ist nur bei Kalkschotter und aggressivem Wasser geboten.

## **6.3 Sonderfall**

### **6.3.1 Abflussspende**

Die Abflussspende für die Bemessung der flächigen Dränelemente darf nach den Tabellen 8 bis 10 geschätzt werden. Der entsprechende Bereich ist nach Bodenart und Bodenwasser bzw. Überdeckung festzulegen.

**Tabelle 8 (Norm)**  
Abflussspende vor Wänden

Bereich	Bodenart und Bodenwasser Beispiel	Abflussspende $q$ in $l/(s \cdot m)$
gering	sehr schwach durchlässige Böden <sup>1)</sup> ohne Stauwasser kein Oberflächenwasser	unter 0,05
mittel	schwach durchlässige Böden <sup>1)</sup> mit Sickerwasser kein Oberflächenwasser	von 0,05 bis 0,10
groß	Böden mit Schichtwasser oder Stauwasser wenig Oberflächenwasser	über 0,10 bis 0,30

<sup>1)</sup> siehe DIN 18130-1

**Tabelle 9 (Norm)**  
Abflussspende auf Decken

Bereich	Überdeckung Beispiel	Abflussspende $q$ in $l/(s \cdot m^2)$
gering	unverbesserte Vegetationsschichten (Böden)	unter 0,01
mittel	verbesserte Vegetationsschichten (Substrate)	von 0,01 bis 0,02
groß	bekieste Flächen	über 0,02 bis 0,03

**Tabelle 10 (Norm)**  
Abflussspenden unter Bodenplatten

Bereich	Bodenart Beispiel	Abflussspende $q$ in $l/(s \cdot m^2)$
gering	sehr schwach durchlässige Böden <sup>1)</sup>	unter 0,001
mittel	schwach durchlässige Böden <sup>1)</sup>	von 0,001 bis 0,005
groß	durchlässige Böden <sup>1)</sup>	über 0,005 bis 0,010

<sup>1)</sup> siehe DIN 18130-1

### 6.3.2 Sickerschicht

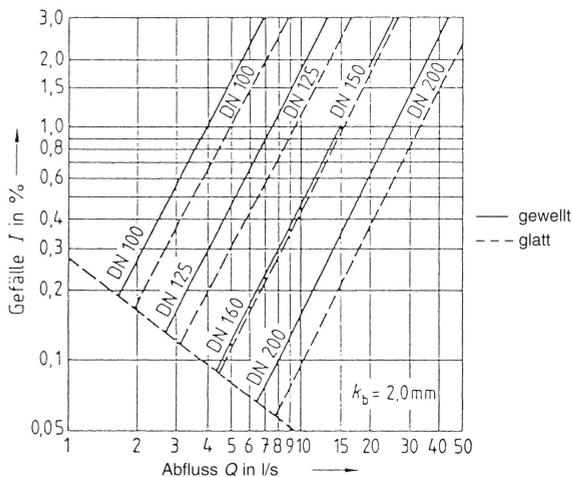
Die Abflussspende  $q$  in  $l/(s \cdot m)$  in der Sickerschicht ergibt sich aus der Dicke  $d$  der Schicht, ihrem Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  und dem hydraulischen Gefälle  $i$  zu:

$$q = k \cdot i \cdot d$$

Für die Bemessung vor der Wand ist das hydraulische Gefälle zu  $i=1$  anzusetzen, bei Decken ist das Deckengefälle maßgebend.

### 6.3.3 Dränleitung

Die erforderliche Nennweite für Dränleitungen mit runder Querschnittsform und einer Betriebsrauheit  $k_b=2$  mm darf z.B. nach Bild 5 ermittelt werden. Die Geschwindigkeit im Dränrohr bei Vollfüllung soll  $v=0,25$  m/s nicht unterschreiten.



**Bild 5 (Norm)**  
Bemessungsbeispiele für Dränleitungen  
mit runder Querschnittsform

### 6.3.4 Deckeneinläufe

Die Anzahl der Deckeneinläufe je Deckenfeld und deren Bemessung richten sich nach DIN 1986, Teil 2, mit einem Abflussbeiwert von 1,0.

### 6.3.5 Sickerschacht

Die Durchlässigkeit des anstehenden sickerfähigen Bodens ist in der Regel zu ermitteln. Bei größerem Wasseranfall ist der Sickerschacht mit einem ausreichenden Speicherraum zu planen.

### Kommentar zu 6.3:

Für die Bemessung flächiger, verformbarer Dränelemente (z.B. Dränmatten) können die Tabellen 8 bis 10 angewendet werden. Sie gelten nicht für die Bemessung z.B. der Rohrleitungen oder Sickerschächte, da die Tabellen hierfür erfahrungsgemäß zu hohe Abflussspenden liefern.

## 7 Baustoffe

Die Eignung der Baustoffe muss nachgewiesen werden. Soweit DIN-Normen und Güterichtlinien vorhanden sind, müssen die Baustoffe diesen entsprechen. Beispiele für Baustoffe sind in Tabelle 11 festgelegt.

**Tabelle 11** (Norm)  
Beispiele von Baustoffen für Dränelemente

Bauteil	Art	Baustoff
Filterschicht	Schüttung	Mineralstoffe (Sand und Kiessand)
	Geotextilien	Filtervlies (z.B. Spinnvlies)
Sickerschicht	Schüttung	Mineralstoffe (Kiessand und Kies)
	Einzelelemente	Dränsteine (z.B. aus haufwerksporigem Beton) Dränplatten (z.B. aus Schaumkunststoff) Geotextilien (z.B. aus Spinnvlies)
Dränschicht	Schüttungen	Kornabgestufte Mineralstoffe Mineralstoffgemische (Kiessand, z.B. Körnung 0/8 mm, Sieblinie A8 nach DIN 1045 oder Körnung 0/32 mm, Sieblinie B32 nach DIN 1045)
	Einzelelemente	Dränsteine (z.B. aus haufwerksporigem Beton, ggf. ohne Filtervlies) Dränplatten (z.B. aus Schaumkunststoff, ggf. ohne Filtervlies)
	Verbundelemente	Dränmatten aus Kunststoff (z.B. aus Höckerprofilen mit Spinnvlies, Wirtgelege mit Nadelvlies, Gitterstrukturen mit Spinnvlies)
Dränrohr	gewellt oder glatt	Beton, Faserzement, Kunststoff, Steinzeug, Ton mit Muffen
	gelocht oder geschlitzt	allseitig (Vollsickerrohr) seitlich und oben (Teilsickerrohr)
	mit Filtereigenschaften	Kunststoffrohre mit Ummantelung Rohre aus haufwerksporigem Beton

Wirksame Öffnungsweite $< 0,10$ mm Naue SECUTEX 351-4; Polyfelt TS 700; Hoechst TREVIRA SPUNBOND 13/150, 11/360; Rhone-Poulenc BIDIM B3, B4; Heidelberger Vlies HV 7220
Wirksame Öffnungsweite $0,10 \leq D_w \leq 0,12$ mm Naue SECUTEX 151-1; Polyfelt TS 500, TS 600; Hoechst TREVIRA SPUNBOND 11/300; Rhone-Poulenc BIDIM B1
Wirksame Öffnungsweite $D_w \geq 0,13$ mm Polyfelt TS 22; Hoechst TREVIRA SPUNBOND 11/180; Rhone-Poulenc BIDIM B2; Heidelberger Vlies HV 7270

**Bild 8** (Kommentar)  
Beispiele für Ausführungen von Geotextilien

### Kommentar zu 7:

In der Tabelle 11 sind nur Beispiele aufgeführt. Neue geeignete Baustoffe sind zulässig, deren Eignung muss durch Prüfung nachgewiesen werden. Da in der Praxis der Wunsch geäußert wurde, einige Geotextilien aufzuführen, werden ohne Wertung und ohne Anspruch auf Vollständigkeit in Bild 8 (Kommentar) einige Beispiele genannt.

Eine Auswahl der wichtigsten Prüfungen ist in der DVWK-Schrift 76 (1986) „Anwendung und Prüfung von Kunststoffen im Erdbau und Wasserbau“ enthalten [A105].

Anhand von Körnungslinien des anstehenden Bodens kann die wirksame Öffnungsweite  $D_w$  des Geotextils ermittelt werden. Außerdem sollte die mechanische Mindestfestigkeit gefordert werden, d.h. Klasse 1.

## 8 Bauausführung

### 8.1 Dränleitungen

Vor dem Verlegen von Dränleitungen ist ein stabiles Rohrleitungsplanum im vorgesehenen Gefälle herzustellen. Für Rinnensteine ist ein Betonaufleger notwendig. Die Dränleitungen werden in der Regel, am Tiefpunkt beginnend, geradlinig zwischen den Kontrolleinrichtungen verlegt. Auf Decken beginnt die Verlegung in den Tiefpunkten unmittelbar auf der Abdichtung oder deren Schutzschicht. Die Überwachung und Reinigung der gesamten Dränleitung muss möglich sein. Daher sind bei stumpfen Stößen und Einmündungen Muffen oder Kupplungen zu verwenden. Die Dränleitungen sind gegen Lageveränderung zu sichern, z.B. durch gleichzeitigen beiderseitigen Einbau der Sickerschicht. Die erste Lage bis 15 cm über Rohrscheitel ist leicht zu verdichten. Darüber darf ein Verdichtungsgerät eingesetzt werden.

## **Kommentar zu 8.1:**

Die Dränanlagen sollten nur von geschultem Personal ausgeführt werden. Die Rohre sind in einem Graben gemäß den Arbeitsschutzbestimmungen zu verlegen. Schluffe bzw. schluffige Sande sind besonders wasserempfindlich und sollten deshalb in der Grabensohle sofort nach Freilegung durch Folien oder Magerbeton geschützt werden. Die Gräben sind nach dem Verlegen sofort zu verfüllen. Es ist besonders darauf zu achten, dass im Arbeitsraum kein Bauschutt oder Restbeton abgelagert wird (siehe auch Abschnitt 8.4).

## **8.2 Sickerschicht**

### **8.2.1 Allgemeines**

Der Einbau der Sickerschicht ist vollflächig mit staufreiem Anschluss an die Dränleitung durchzuführen. Die Abdichtung darf nicht beschädigt werden.

### **8.2.2 Vor Wänden**

Mineralstoffgemische (Sand/Kies) werden vor Wänden entweder im gesamten Arbeitsraum oder nur in Teilbereichen eingebaut. Entmischungen dürfen beim Einbau nicht auftreten. Entsprechend den Anforderungen an die Oberfläche ist zu verdichten.

Dränsteine sind vor Wänden im Verband so zu verlegen, dass die Kammern lotrecht ineinander übergehen. Für Anschlüsse oder Aussparungen sind Formsteine zu verwenden. Dränsteine dürfen nur bis zu standsicherer Höhe errichtet werden. Bei größeren Wandhöhen muss abschnittsweise beigegefüllt werden.

Dränplatten sind vor Wänden mit versetzten Fugen lückenlos zu verlegen und punktweise mit einem geeigneten Kleber zu befestigen.

Dränmatten werden vor Wänden stumpf gestoßen oder mit Überdeckung verlegt und sind entweder auf Dauer (z. B. durch Kleben) oder bis zum Abschluss der Baugrubenverfüllung (z. B. durch vorübergehende Befestigung oberhalb der Abdichtung) zu befestigen. Befestigungen durch die Abdichtung müssen gegen nichtdrückendes Wasser dicht sein.

Die Überlappungen der Geotextilien sind gegen Abheben zu sichern. Ein sattes Anliegen am Bauwerk muss sichergestellt sein, was besonders an Knickpunkten zu beachten ist (z. B. durch Beschweren des Fußpunktes).

### **8.2.3 Auf Decken**

Mineralstoffe sind auf Decken in erforderlicher Dicke einzubauen und leicht zu verdichten. Dränplatten und Dränsteine werden mit versetzten Stoßfugen lückenlos verlegt. Dränmatten werden dicht gestoßen und die Vliesüberlappungen gegen Abheben gesichert (z. B. durch Verklammern).

Randaufkantungen sind wie aufgehende Wände zu behandeln. Ist ein Traufstreifen nicht möglich, ist eine Sicherung gegen Verschmutzung vorzusehen.

#### **8.2.4 Unter Bodenplatten**

Das Planum ist eben unter Bodenplatten auszubilden und vor Aufweichen zu schützen. Geotextilien sind vollflächig und überlappt zu verlegen. Mineralstoffe sind in erforderlicher Dicke einzubauen und leicht zu verdichten.

#### **8.3 Filterschicht**

Die Filterschicht ist vollflächig und lückenlos auf und um die Sickerschicht bzw. das Dränelement zu verlegen. Bei Verwendung von Mineralstoffen darf keine Entmischung eintreten.

Filtervliese sind an den Stößen mindestens 0,1 m zu überlappen und durch Verklammern oder Verkleben miteinander zu verbinden.

#### **8.4 Verfüllung**

Die Verfüllung der Baugrube ist entsprechend den Anforderungen zu wählen und zu verdichten. Sie ist nach Einbau des Dräns umgehend vorzunehmen.

#### **8.5 Prüfung**

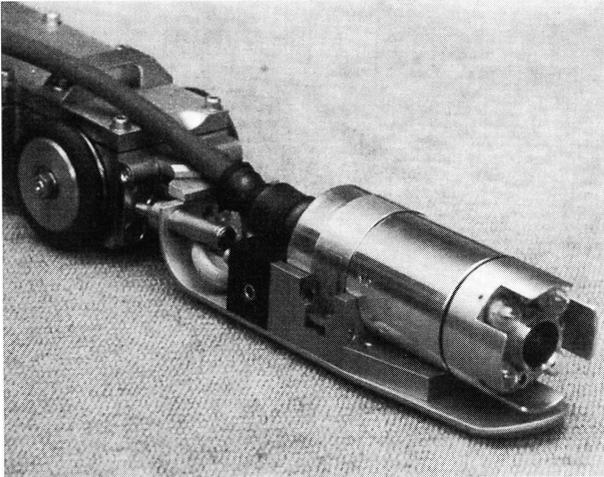
Die Dränanlage muss gegen Verschiebung, Beschädigung und Verschlammung geschützt werden. Nach der endgültigen Verfüllung der Baugrube muss die Funktionsfähigkeit der Dränleitungen, beispielsweise durch Spiegelung, überprüft werden. Das Prüfergebnis ist in einem Protokoll niederzuschreiben.

#### **Kommentar zu 8.5:**

Hier schreibt z.B. die Vorschrift 107/86 der DDR [A104] einen Qualitätssicherungs- und Kontrollplan vor. Dabei werden 15 Prüfungen verlangt. Dies zeigt, wie wichtig hier die sorgfältige Ausführung einer Dränanlage bewertet wird. Die wichtigsten Prüfungen sind nach meiner Meinung:

- Lage der Dränleitungen
- Filterkiesdicke und -material
- Eignung des Geotextils

Heute ist es völlig unproblematisch, die verlegten Dränleitungen zu kontrollieren. Bild 9 (Kommentar) zeigt eine Weitwinkelkamera, die einen Durchmesser von nur 51 mm auf-



**Bild 9** (Kommentar)  
Fahrbare Kamera

weist und zur Beleuchtung mit  $4 \times 3$  Infrarotdioden bestückt ist. Sie kann in einer so genannten Rohrführung mithilfe eines elastischen Glasfaserstabes bereits in Rohren DN 80 eingesetzt werden und Rohrbögen von  $90^\circ$  in Rohren DN 100 durchfahren. Für gerade Rohre DN 100 bzw. für größere Durchmesser stehen verschieden große, elektrisch angetriebene Rohrschlitten zur Verfügung. Die Videoaufzeichnungen können dem Bauherrn übergeben werden.



**Bild 10** (Kommentar)  
Verwurzelte Dränleitung

### **Schlussbetrachtung**

Zwei wesentliche Punkte fehlen leider in der neuen DIN 4095 (Juni 1990): die Hinweise für die Wartung sowie mögliche Schäden durch Bepflanzung im Nahbereich der Dränleitungen. Es gibt viele Schadensbeispiele von verwurzelten Dränleitungen (Bild 10, Kommentar).

Bäume sollten deshalb im Allgemeinen mindestens 6–8 m von der Dränleitung entfernt sein, Sträucher sind im Abstand von mindestens 3 m zu pflanzen. Der Abstand wird als waagerechte Entfernung von Rohrachse zur Pflanzenmitte verstanden.

Für die Wartung sind folgende wesentliche Punkte zu nennen:

- Die Dränleitung ist einmal jährlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen.
- Die Leitungen sind, falls erforderlich, durch eine Rohrreinigungsfirma zu spülen.
- Rückstauventile sind regelmäßig zu warten.
- Bei Hebeanlagen sind die Wartungsvorschriften des Herstellers zu beachten.

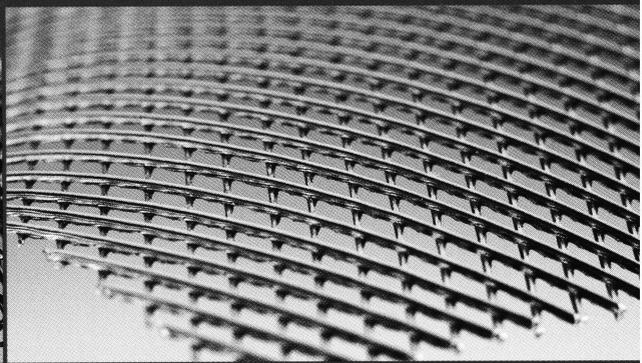


**Geokunststoffe von Naue Fasertechnik**  
**Wirtschaftlich. Sicher. Umweltschonend.**

**Dichten im Hochbau mit Bentofix® und Carbofol®**



**Dränen im Hochbau mit Secudrän® WD und Secudrän® XX**



**Konstruktiv**  
**Komplett**  
**Kompetent**

**NAUE**   
**FASERTECHNIK**

Naue Fasertechnik  
GmbH & Co. KG  
Wartturmstraße 1  
32312 Lübbecke  
Telefon 0 57 41 / 40 08 - 0  
Telefax 0 57 41 / 40 08 - 40  
e-mail: [info@naue.com](mailto:info@naue.com)  
Internet: [www.naue.com](http://www.naue.com)

[www.naue.com](http://www.naue.com)



# Bitumen

**Informationen  
über Bitumen  
und seine Anwendungen  
erteilt die**

**ARBEITSGEMEINSCHAFT  
DER BITUMEN-INDUSTRIE E.V.**

**Steindamm 55, 20099 Hamburg  
Telefon: (040) 2 80 29 39  
Telefax: (040) 2 80 21 25  
e-Mail: [arbit@arbit.de](mailto:arbit@arbit.de)  
Internet: [www.arbit.de](http://www.arbit.de)**

