

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

10. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 20. Dezember 1957

Nummer 138

Inhalt

(Schriftliche Mitteilung der veröffentlichten RdErl. erfolgt nicht.)

A. Landesregierung.

B. Ministerpräsident — Staatskanzlei —.

C. Innenminister.

D. Finanzminister.

E. Minister für Wirtschaft und Verkehr.

F. Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

G. Arbeits- und Sozialminister.

H. Kultusminister.

J. Minister für Wiederaufbau.

II A. Bauaufsicht: RdErl. 22. 11. 1957, Einführung von Normblättern als einheitliche technische Baubestimmungen (ETB); hier: Baugrundnormen DIN 4019 Bl. 1, DIN 4020, DIN 4021, DIN 4022 Bl. 1 u. Bl. 2 und DIN 4023. S. 2469.

K. Justizminister.

J. Minister für Wiederaufbau

II A. Bauaufsicht

Einführung von Normblättern als einheitliche technische Baubestimmungen (ETB); hier: Baugrundnormen DIN 4019 Bl. 1, DIN 4020, DIN 4021, DIN 4022 Bl. 1 u. Bl. 2 und DIN 4023

RdErl. d. Ministers für Wiederaufbau v. 22. 11. 1957 — II A 4 — 2.71 Nr. 1500/57

Mit RdErl. v. 20. 4. 1954 — VII C 4 — 2.260 Nr. 800/54 — (MBI. NW. S. 795) ist das Normblatt DIN 1054 (Ausgabe Juni 1953) — Gründungen; zulässige Belastung des Baugrundes; Richtlinien — bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht worden. In Abschn. 3.2 dieses Normblattes ist auf eine Reihe von Normblättern hingewiesen worden, die jeweils dann zu beachten sind, wenn Art, Beschaffenheit, Ausdehnung, Lagerung und Mächtigkeit der Bodenschichten durch Schürfe oder Bohrlöcher festzustellen sind. Diese Normblätter und die in DIN 1054, Abschn. 4.322, erwähnten Richtlinien für Setzungsberechnungen sind von der Arbeitsgruppe „Baugrund“ des Fachnormenausschusses Bauwesen neu aufgestellt bzw. auf Grund der bisher gesammelten Erfahrungen neu bearbeitet worden. Sie ergänzen die Bestimmungen des Normblattes DIN 1054 oder sie enthalten Angaben, deren Kenntnis die Anwendung des Normblattes DIN 1054 erleichtert.

1 Das Normblatt

DIN 4019 Blatt 1 (Ausgabe Mai 1955) —

Baugrund; Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung; Richtlinien — Anlage 2

wird unter Hinweis auf Nr. 1.4 meines RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 — (MBI. NW. S. 801) für das Land Nordrhein-Westfalen bauaufsichtlich eingeführt und hiermit auf Grund der Polizeiverordnung über die Feuersicherheit und Standsicherheit baulicher Anlagen vom 27. Februar 1942 (Gesetzsammel. S. 15) i. Verb. mit Nr. 1.3 meines vorgenannten RdErl. bekanntgemacht.

1.1 Das Normblatt DIN 4019 Bl. 1 ist erstmalig aufgestellt worden. Die Fälle, in denen Setzungsberechnungen aufgestellt werden müssen, sind in DIN 1054 Abschn. 4.31 und 4.32 genannt. Die für die

Setzungsberechnungen notwendigen Baugrundaufschlüsse sind nach den Normblättern DIN 1054, DIN 4020, DIN 4021, DIN 4022 Bl. 1 und Bl. 2 und DIN 4023 (siehe Nr. 2 ds. RdErl.) zu behandeln.

1.2 Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Vorausberechnung der Setzungen besonders bei bindigen Böden vielfach größere Werte ergab, als später am Bauwerk aufgetreten sind. Das kann zur Folge haben, daß für ein Bauwerk eine unnötig teure Gründungsart gewählt wird oder daß das Bauwerk überbemessen wird, weil nach DIN 1054, Abschn. 4.321 der Einfluß besonders der ungleichen Setzungen auf das Bauwerk berücksichtigt werden muß.

Um zu einer Verbesserung des Berechnungsverfahrens und damit zu einer vollen Ausnutzung der Tragfähigkeit des Baugrundes zu gelangen, ist es von Bedeutung, möglichst viele Setzungsbeobachtungen zu sammeln und einheitlich auszuwerten. Diese Aufgabe wird von der Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik (Degebo) in Berlin im Rahmen eines Forschungsauftrages durchgeführt. Darüberhinaus soll die Degebo auch bei Planung und Durchführung von **neuen** Setzungsbeobachtungen beratend mitwirken.

Die Bauaufsichtsbehörden, Prüfämter für Baustatik, Prüfingenieure für Baustatik und die staatlichen und kommunalen Bauverwaltungen werden hiermit gebeten, die Degebo bei der Durchführung ihrer Aufgabe zu unterstützen und alle zu diesem Zweck geeigneten Setzungsbeobachtungen mit

Zeichnungen der beobachteten Bauwerke mit Angabe der Meßpunkte, Angabe der Belastungen im Augenblick der Messungen,

Angaben über Baugrunduntersuchungen (Bohr- und Schürfergebnisse, Untersuchungen ungestörter Bodenproben),

Angaben über die Grundwasserstände, etwaige Gutachten über den Baugrund der Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik, Berlin-Charlottenburg 2, Jelenstraße 1, unmittelbar zuzuleiten.

2 Auf die Normblätter

DIN 4020 (Ausgabe Juli 1953) —

Bautechnische Bodenuntersuchungen; Richtlinien — Anlage 3,

- DIN 4021** (Ausgabe Mai 1955) — Baugrund und Grundwasser; Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze — Anlage 4,
- DIN 4022** Bl. 1 (Ausgabe Februar 1955) — Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Baugrunduntersuchungen — Anlage 5,
- DIN 4022** Bl. 2 (Ausgabe Februar 1955) — Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Wasserbohrungen — Anlage 6 und
- DIN 4023** (Ausgabe Februar 1955) — Baugrund- und Wasserbohrungen; zeichnerische Darstellung der Ergebnisse — Anlage 7

weise ich die Bauaufsichtsbehörden des Landes Nordrhein-Westfalen unter Bezugnahme auf Nr. 1.5 meines RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 — (MBI. NW. S. 801) hin, weil die Kenntnis dieser Normblätter die Anwendung der Normblätter DIN 1054 und DIN 4019 bei der Bearbeitung der Bauanträge und bei der Überwachung der Bauten erleichtert.

2.1 Das Normblatt DIN 4020 ist erstmalig aufgestellt worden und enthält Angaben über die Aufgaben, Ziele und Verfahren der bautechnischen Baugrunduntersuchungen.

2.2 Das Normblatt DIN 4021 (Ausgabe Mai 1955) ersetzt die Ausgabe April 1938 des gleichen Normblattes, auf das bereits der Reichsarbeitsminister mit RdErl. v. 28. 8. 1940 — IV 2 Nr. 9609/10/40 — (RABL. S. I 477) — in Preußen bekanntgegeben mit RdErl. d. Preuß. Finanzministers vom 16. 9. 1940 Bau ²¹¹ / 28. 8. — (ZdB S. 641) — hingewiesen hat.

Gegenüber der vorigen Ausgabe ist in dem Normblatt DIN 4021 (Ausgabe Mai 1955) der Abschnitt über Bodenprobenahme durch die Aufnahme genauer Bestimmungen über den Entnahmevergang, über die Geräte und über die Verpackung wesentlich erweitert worden.

2.3 Die Normblätter DIN 4022 Bl. 1 und Bl. 2 (Ausgabe Febr. 1955) ersetzen die Ausgabe April 1938 des Normblattes DIN 4022, auf das ebenfalls der Reichsarbeitsminister mit RdErl. v. 28. 8. 1940 (s. Nr. 2.2

ds. RdErl.) hingewiesen hat. Diese Normblätter sind auf Grund der mit der Ausgabe April 1938 gesammelten Erfahrungen vollständig überarbeitet worden, wobei eine Aufteilung in Blatt 1 — „Baugrunduntersuchungen“ und Blatt 2 „Wasserbohrungen“ vorgenommen wurde. Diese Normblätter sollen es ermöglichen, daß die erbohrten und erschürften Boden- und Gesteinsarten nach Art und Beschaffenheit einheitlich gekennzeichnet und daß die nach dem Normblatt DIN 4021 ermittelten Bohr- und Schürfergebnisse in dem Schichtenverzeichnis einheitlich dargestellt werden.

Zu diesem Zweck sind in den Normblättern DIN 4022 Bl. 1 und Bl. 2 Formblätter für die Aufstellung von Schichtenverzeichnissen mit Vorschlägen für die Benennung der Boden- und Gesteinsarten enthalten.

2.4 Das Normblatt DIN 4023 ist erstmalig aufgestellt worden und enthält Vorschläge für die zeichnerische Darstellung der nach den Normblättern DIN 4022 Bl. 1 und Bl. 2 aufgestellten Schichtenverzeichnisse.

3 Die RdErl. d. Reichsarbeitsministers v. 28. 8. 1940 — IV 2 Nr. 9609/10/40 — (RABL. S. I 477) u. d. Preußischen Finanzministers v. 16. 9. 1940 — Bau ²¹¹ / 28. 8. — (ZdB S. 641) sind gegenstandslos geworden.

4 Das mit RdErl. v. 20. 4. 1954 — VII C 4 — 2.260 Nr. 800/54 — (MBI. NW. S. 795) als Anlage 1 veröffentlichte Verzeichnis der anerkannten Institute für Baugrundfragen ist überholt. Ich gebe hiermit — Anlage 1 — ein neues Verzeichnis der Institute bekannt, die den Baugenehmigungsbehörden zur Verfügung stehen, wenn sie nicht in der Lage sind, die Größe der Setzungen, ihren Einfluß auf das Bauwerk und die Sicherheit des Bauwerkes gegen Gleiten, Kippen und gegen Grundbruch sicher zu beurteilen.

5 Die Nachweisungen A und B, Anlagen 20 und 21 zum RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 — (MBI. NW. S. 801), werden wie folgt geändert und ergänzt:

5.1 In der Nachweisung A wird das Normblatt DIN 4019 Bl. 1 unter Va 2 neu aufgenommen.

5.2 In der Nachweisung B wird dem Abschnitt I ein neuer Abschnitt I a — Baugrund — wie folgt angefügt:

Lfd. Nr.	DIN Blatt	Auszgabe	Bezeichnung	Hinweis für die Bauaufsicht	
				durch Erl. des:	veröffentlicht im
a) Baugrund					
1	1054 Beiblatt	Oktober 1953	Gründungen; Zulässige Belastung des Baugrundes; Erläuterungen der Richtlinien	MfASW v. 20. 4. 1954 — VII C 4 — 2.260 Nr. 800/54 —	MBI. NW. S. 795
2	4020	Juli 1953	Bautechnische Bodenuntersuchungen; Richtlinien	MfW. v. 22. 11. 1957 — II A 4 — 2.71 Nr. 1500/57	MBI. NW. S. 2469
3	4021	Mai 1955	Baugrund und Grundwasser; Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze	MfW. v. 22. 11. 1957 — II A 4 — 2.71 Nr. 1500/57	MBI. NW. S. 2469
4	4022 Blatt 1	Februar 1955	Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Baugrunduntersuchungen	MfW. v. 22. 11. 1957 — II A 4 — 2.71 Nr. 1500/57	MBI. NW. S. 2469
5	4022 Blatt 2	Februar 1955	Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Wasserbohrungen	MfW. v. 22. 11. 1957 — II A 4 — 2.71 Nr. 1500/57	MBI. NW. S. 2469
6	4023	Februar 1955	Baugrund- und Wasserbohrungen; zeichnerische Darstellung der Ergebnisse	MfW. v. 22. 11. 1957 — II A 4 — 2.71 Nr. 1500/57	MBI. NW. S. 2469

In der Nachweisung B sind demzufolge die Nummern I 2, I 3 und I 9 zu streichen.

6 Die Regierungspräsidenten werden gebeten, auf diese RdErl. in den Regierungsamtsblättern hinzuweisen.

Anlagen

2475

2476

Anerkannte Institute für Baugrundfragen

(Stand November 1957)

Baden-Württemberg

1. Institut für Bodenmechanik und Grundbau, Technische Hochschule Karlsruhe, Karlsruhe, Kaiserstraße 12
2. Bundesanstalt für Wasserbau, Abt. Erd- und Grundbau, Karlsruhe, Karlsruhe, Hertzstraße 16, Bau 46
3. Geologisches Landesamt in Baden-Württemberg, Zweigstelle Stuttgart, Stuttgart, Schützenstraße 4
4. Forschungs- und Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart, Otto-Graf-Institut, Stuttgart-O, Neckarstraße 304

Bayern

5. Institut für Bodenmechanik und Grundbau, Technische Hochschule München, München 2, Arcisstraße 21
6. Grundbauinstitut der Landesgewerbeanstalt Nürnberg, Nürnberg, Gewerbemuseumsplatz 2

Berlin-West

7. Grundbau-Institut an der TU Berlin, Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstraße 35
8. Deutsche Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik (DEGEGO), Technische Universität Berlin, Berlin-Charlottenburg, Jebenstraße 1

Bremen

9. Laboratorium für Bodenmechanik der Bau- und Ingenieurschule Bremen, Bremen, Langemarkstraße 116

Hamburg

10. Bundesanstalt für Wasserbau, Abt. Erd- und Grundbau, Außenstelle Hamburg, Hamburg-Altona, Große Bergstraße 264

Hessen

11. Versuchsanstalt für Wasserbau und Grundbau der Techn. Hochschule Darmstadt, Darmstadt, Hochschulstraße 2
12. Hessisches Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden, Wiesbaden, Mainzer Straße 25

Niedersachsen

13. Hannoversche Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau, Franzius-Institut der TH Hannover, Hannover, Nienburger Straße 4
14. Amt für Bodenforschung, Hannover, Wiesenstraße 72

Nordrhein-Westfalen

15. Institut für Verkehrswasserbau, Grundbau und Bodenmechanik, TH Aachen, Aachen, Templergraben 55
16. Erdbaulaboratorium Essen, Ingenieurbüro für Grundbau, Essen, Ladenspelderstraße 62
17. Bundesanstalt für Straßenbau, Köln-Raderthal, Brühler-Ecke Militärringstraße
18. Amt für Bodenforschung, Krefeld, Westwall 124
19. Laboratorium für Bodenmechanik, Erd- u. Grundbau der Staatlichen Ingenieurschule für Bauwesen, Wuppertal-Barmen, Pauluskirchstraße 7

Rheinland-Pfalz

20. Laboratorium für Grundbau und Bodenmechanik bei der Staatsbauschule Trier, Trier/Mosel, Irminenfreihof 8

Schleswig-Holstein

21. Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, Kiel-Wik, Mecklenburger Straße 22/24

2479

2480

Baugrund

Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung
Richtlinien

DIN 4019

Blatt 1

Inhalt

- 1 Zweck
- 2 Umfang
- 3 Unterlagen für Setzungsberechnungen
- 4 Lastannahmen
- 5 Vereinfachung des Schichtenbildes unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse
- 6 Sohlespannung
- 7 Spannungen im Boden

- 8 Setzungsermittlung
- 9 Anpassen der errechneten Setzungen an das Verhalten des Bauwerkes
- 10 Setzungsunterschiede
- 11 Starre Grundkörper
- 12 Zeitlicher Verlauf der Setzungen
- 13 Setzungsbeobachtungen
- 14 Beispiel für eine Setzungsberechnung

1 Zweck

Die Richtlinien für Setzungsberechnungen sollen dem Entwurfsbearbeiter die Möglichkeit geben, Setzungsberechnungen — soweit erforderlich — in enger Zusammenarbeit mit demjenigen, der die Baugrundprüfung vorgenommen hat, selbst aufzustellen. Außerdem sollen sie den Versuchsanstalten ein einheitliches Verfahren empfehlen. Wegen der vereinfachenden Annahmen und der oft notwendigen Mittelbildungen können derartige Berechnungen nur zu Schätzungen der Größe der Setzungen führen, die nicht selten bis zu 50% unterschritten, in Ausnahmefällen auch überschritten werden. Aus diesem Grunde sind Setzungsberechnungen in möglichst einfacher Form ohne überflüssigen Arbeitsaufwand und ohne übertriebene Genauigkeit aufzustellen. Die Fälle, in denen Setzungsberechnungen zu fordern sind, gehen aus DIN 1054 „Gründungen. Zulässige Belastung des Baugrundes, Richtlinien“, Ausgabe Juni 1953, Abschnitt 4.31 und 4.32, hervor.

2 Umfang

Die Richtlinien befassen sich im wesentlichen mit dem Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Größe und des Zeitverlaufs der Bauwerksetzungen, d. h. sie beschränken sich auf die Verfahren zur Berechnung der lotrechten durch Zusammendrücke des Baugrundes entstehenden Setzungen der Grundkörper bei lotrechter mittiger Belastung für die Grenzfälle schlaffer oder starrer Bauwerke, erfassen aber nicht die Setzungen infolge seitlichen Ausweichens des Bodens, infolge von Grundwasserströmungen, Erschütterungen, Temperatureinwirkungen, Austrocknen des Bodens, oder von bergbaulichen Maßnahmen.

3 Unterlagen für Setzungsberechnungen

Für eine Setzungsberechnung müssen die folgenden Unterlagen gegeben sein:

- 3.1 Angaben über die Gründungstiefe, die Durchbildung der Bauwerke sowie die Größe und den zeitlichen Verlauf der Belastungen des Grundwerks, getrennt nach ständigen und kurzfristigen Lasten.
- 3.2 Die Baugrundaufschlüsse nach
DIN 1054 „Gründungen. Zulässige Belastung des Baugrundes, Richtlinien“,
DIN 4020 „Bautechnische Bodenuntersuchungen, Richtlinien“,
DIN 4021 „Baugrund und Grundwasser. Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze“,
DIN 4022 Bl.1 „Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten, Baugrunduntersuchungen“,
DIN 4023 „Baugrund- und Wasserbohrungen. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.“
- 3.3 Die in einer Versuchsanstalt nach den Richtlinien für die Prüfung der Zusammendrückbarkeit (Kompressionsversuch) zu

ermittelnden Kennwerte des Baugrundes, besonders die Druck- und Zeitsetzungslinien der einzelnen Bodenproben. Diese Richtlinien werden mit anderen Anweisungen und Richtlinien in einer Norm „Bodenproben-Untersuchungen im Prüfraum, Anweisungen und Richtlinien“ (in Vorbereitung) zusammengefaßt.

3.4 Die für die Setzungsberechnung maßgebenden gemittelten Rechnungswerte, die nach den Kennwerten (Abschnitt 3.3) festzustellen sind. Da die Kennwerte nur für verhältnismäßig wenige Stellen des Baugrundes ermittelt werden können, müssen in der Setzungsberechnung gemittelte Rechnungswerte eingesetzt werden. Die Treffsicherheit, mit der diese Mittelwerte das wirkliche Verhalten des Bodens erfassen, ist von entscheidender Bedeutung für die Zuverlässigkeit der Berechnung. Bei Festlegung der gemittelten Rechnungswerte ist daher derjenige, der die Baugrundprüfung vorgenommen hat, hinzuzuziehen.

4 Lastannahmen

Für die Lastannahmen gilt DIN 1054.

5 Vereinfachung des Schichtenbildes unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse

Nach Möglichkeit soll die Berechnung dadurch vereinfacht werden, daß durch Mittelbildung eine oder mehrere waagerechte Schichten unter dem Bauwerk angenommen werden, für die jeweils eine kennzeichnende Druck-Setzungslinie nach Abschnitt 3.4 festgelegt werden ist.

6 Sohlespannung

Für die Setzungsberechnung kann die in der Sohlespannung wirkende Spannung dadurch ermittelt werden, daß die ständigen Lasten der einzelnen Grundkörper abzüglich des Auftriebs bei mittiger Belastung gleichmäßig verteilt werden.

7 Spannungen im Boden

Die für die Ermittlung der Setzungen in den einzelnen Schichten maßgebenden Bodenspannungen bestehen aus den Spannungen infolge des Eigengewichtes des Bodens (Erdauflast) und den Spannungen infolge der Bauwerkslasten. Die Gesamtspannung ist die Summe aus diesen beiden. Alle in der Berechnung berücksichtigten Schichten sind soweit in Teilschichten zu unterteilen, daß die Spannungslinien einigermaßen stetig verlaufen.

7.1 Spannungen infolge des Eigengewichtes des Bodens (Erdauflast)

Die Eigengewichtsspannungen des Bodens vor Aushub der Baugruben entsprechen dem darüber lastenden Gewicht des Bodens, das unter Berücksichtigung der mittleren Grundwasserverhältnisse zu bestimmen ist.

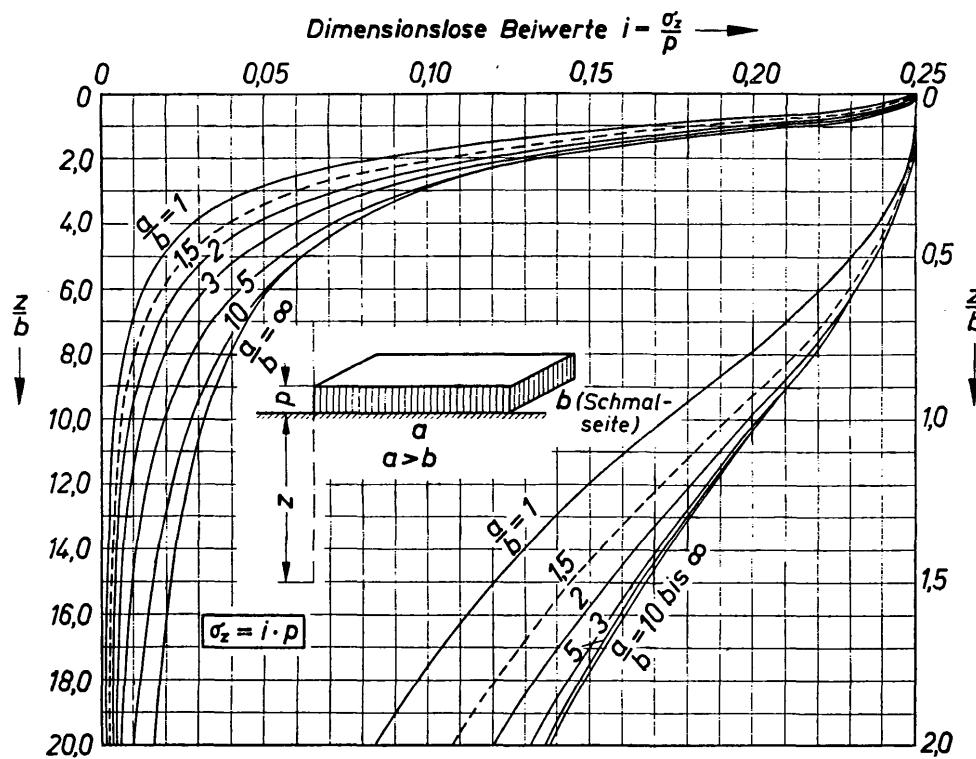


Bild 1 Eckpunkt bei Flächenlasten (nach Steinbrenner).
(Zur Berechnung der durch das schlaffe Bauwerk hervorgerufenen Spannungen).

$$\frac{\sigma_z}{p} = f\left(\frac{z}{b}, \frac{a}{b}\right)$$

σ_z = gesuchte Druckspannung in der Tiefe z .

p = rechteckige Flächenlast mit den Seiten a und b , die die Spannung hervorruft.

Tafel 1 Zahlentafel zu Bild 1

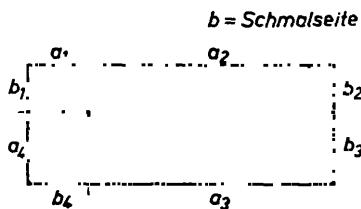
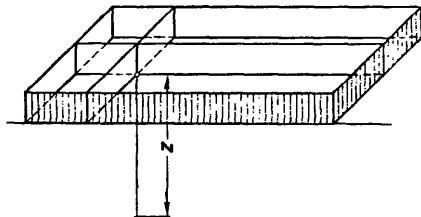
Dimensionslose Beiwerte:

$$i = \frac{\sigma_z}{p} = \frac{1}{2\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{ab}{z\sqrt{a^2 + b^2 + z^2}} + \right. \\ \left. + \frac{abz}{\sqrt{a^2 + b^2 + z^2}} \left(\frac{1}{a^2 + z^2} + \frac{1}{b^2 + z^2} \right) \right]$$

7.2 Spannungen infolge der Bauwerkslasten

Für die Ermittlung der Spannungen, die durch Bauwerkslasten zusätzlich im Baugrund auftreten, kann der Baugrund als ein allseitig gleichartiger, gewichtsloser, elastischer Körper mit einheitlicher Elastizitätszahl und unendlich ausgedehnter waagerechter Oberfläche aufgefaßt werden (elastischer Halbraum), wenn nicht eine genauere Berechnung durchgeführt wird. Dabei ist im allgemeinen die Sohldruckspannung um den Betrag zu verringern, der der durch den Aushub entfernten Erdaulast entspricht. Als Hilfsmittel zur Berechnung der Druckverteilung im Baugrund können die Tafeln 1 bis 3 und Bilder 1 bis 4 benutzt werden. Weitere Tafeln finden sich im Schrifttum.

Tiefe Breite	Dimensionslose Beiwerte $i = \frac{\sigma_z}{p}$							
	$\frac{a}{b} = 1,0$	$\frac{a}{b} = 1,5$	$\frac{a}{b} = 2,0$	$\frac{a}{b} = 3,0$	$\frac{a}{b} = 5,0$	$\frac{a}{b} = 10,0$	$\frac{a}{b} = \infty$	
0,25	0,2473	0,2482	0,2483	0,2484	0,2485	0,2485	0,2485	
0,50	0,2325	0,2378	0,2391	0,2397	0,2398	0,2399	0,2399	
0,75	0,2060	0,2182	0,2217	0,2254	0,2239	0,2240	0,2240	
1,00	0,1752	0,1936	0,1999	0,2034	0,2044	0,2046	0,2046	
1,50	0,1210	0,1451	0,1561	0,1638	0,1665	0,1670	0,1670	
2,00	0,0840	0,1071	0,1202	0,1316	0,1363	0,1374	0,1374	
3,00	0,0447	0,0612	0,0732	0,0860	0,0959	0,0987	0,0990	
4,00	0,0270	0,0383	0,0475	0,0604	0,0712	0,0758	0,0764	
6,00	0,0127	0,0185	0,0238	0,0323	0,0431	0,0506	0,0521	
8,00	0,0073	0,0107	0,0140	0,0195	0,0283	0,0367	0,0394	
10,00	0,0048	0,0070	0,0092	0,0129	0,0198	0,0279	0,0316	
12,00	0,0033	0,0049	0,0065	0,0094	0,0145	0,0219	0,0264	
15,00	0,0021	0,0031	0,0042	0,0061	0,0097	0,0158	0,0211	
18,00	0,0015	0,0022	0,0029	0,0043	0,0069	0,0118	0,0177	
20,00	0,0012	0,0018	0,0024	0,0035	0,0057	0,0099	0,0159	



Die berechneten Spannungen gelten für die Tiefe z unter der Gründungssohle und das an den Kurven angegebene Seitenverhältnis. Werden die Setzungen unter einem beliebigen Punkt des Grundkörpers gesucht, so wird durch diesen je eine Parallele zu den beiden Rechteckseiten gelegt. Man erhält dann vier Rechtecke mit dem betrachteten Punkte als Eckpunkt. Die Gesamtsetzung ist die Summe der Eckpunkt-Setzungen der vier rechteckigen Teilbelastungsflächen, deren Maße a und b zu beachten sind (siehe Bild 2).

Bild 2 Spannungen unter einem beliebigen Punkt des Grundkörpers.

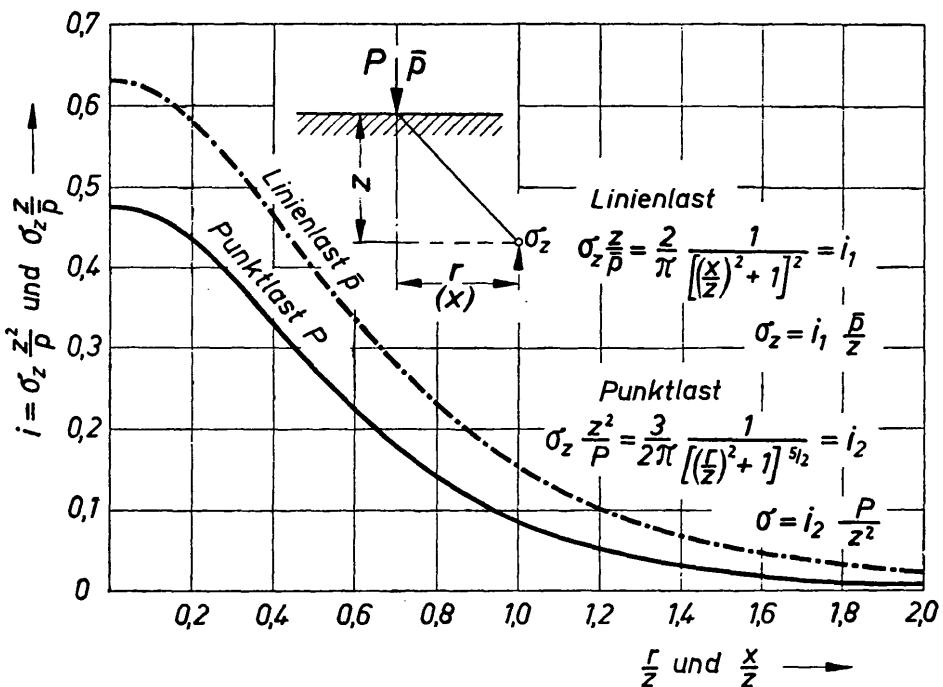


Bild 3 Spannung in der Tiefe z infolge einer Linien- oder Punktlast in der Entfernung x oder r
(Zur Berechnung der durch benachbarte Pfellerlasten hervorgerufenen Spannungen.)

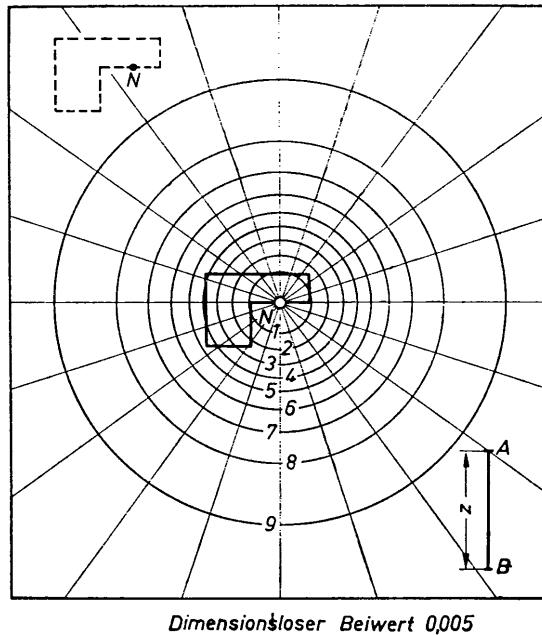
σ_z = gesuchte Druckspannung in der Tiefe z .
 \bar{p} = Linienlast, die die Spannung hervorruft.
 P = Punktlast, die die Spannung hervorruft.

Tafel 2 Zahlentafel zu Bild 3

Linienlast \bar{p}		Punktlast P	
$\frac{x}{z}$	i_1	$\frac{r}{z}$	i_2
0	0,63662	0	0,47746
0,1	0,62405	0,1	0,46574
0,2	0,58860	0,2	0,43288
0,4	0,47311	0,4	0,32950
0,6	0,34419	0,6	0,22138
0,8	0,23670	0,8	0,13863
1,0	0,15916	1,0	0,08442
1,2	0,10693	1,2	0,05134
1,4	0,07255	1,4	0,03115
1,6	0,05023	1,6	0,01997
1,8	0,03541	1,8	0,01290
2,0	0,02546	2,0	0,00854

Dimensionsloser Beiwert $i_1 = \frac{z \sigma_z}{\bar{p}} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\left[\left(\frac{z}{x} \right)^2 + 1 \right]^{1/2}}$

Dimensionsloser Beiwert $i_2 = \frac{z^2 \sigma_z}{P} = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{1}{\left[\left(\frac{r}{z} \right)^2 + 1 \right]^{3/2}}$



Dimensionloser Beiwert 0,005

Bild 4 Einflußkarte von Newmark für die Spannung in der Tiefe z infolge einer gleichmäßig verteilten Flächenlast p von beliebigem Grundriß in beliebiger Entfernung r (Zur Berechnung der durch benachbarte Lasten hervorgerufenen Spannungen.)

Der Grundriß der Flächenlast z. B. eines Bauwerkes wird in beliebigem Maßstab aufgetragen. Im gleichen Maßstab wird die Tiefe z als senkrechte Strecke AB gezeichnet. Die Halbmesser r der Einflußkarte werden erhalten, indem die Strecke AB mit den Faktoren r/z nach Tafel 3 multipliziert wird. Die Kreise werden dann durch 20 Halbmesser gleichmäßig unterteilt.

Der Mittelpunkt der Einflußkarte wird auf denjenigen Punkt des Bauwerkes gelegt, dessen Setzung gesucht wird. Jede Masche des Netzes liefert dann eine Bodenspannung

$$\sigma_z = 0,005 p$$

Es braucht also nur die Zahl n der Maschen gezählt zu werden, die von der Grundfläche des Bauwerkes bedeckt sind, und es ergibt sich dann

$$\sigma_z = 0,005 n p$$

Für eine andere Tiefe z muß entweder die Karte für die neue Strecke AB neu gezeichnet oder aber der Grundriß des Bauwerkes in einem solchen Maßstab aufgetragen werden, daß das bisherige AB gleich der neuen Tiefe z ist.

Tafel 3 Halbmesser r der Kreise für die Einflußkarte (Bild 4)

$$\frac{r}{z} = \left| \left(1 - \frac{\sigma_z}{p} \right)^{-\frac{2}{3}} - 1 \right|^{1/2}$$

Kreis Nr.	$\frac{\sigma_z}{p}$	$\frac{r}{z}$
0	0,0	0,000
1	0,1	0,270
2	0,2	0,400
3	0,3	0,518
4	0,4	0,637
5	0,5	0,766
6	0,6	0,918
7	0,7	1,110
8	0,8	1,387
9	0,9	1,908
	1,0	∞

8 Setzungsermittlung

8.1 Der für die Setzung einer Teilschicht maßgebende Druck ist der Unterschied zwischen der Belastung der Teilschicht vor Beginn und nach Vollendung der Baumaßnahme. In der Regel ist der

erste Belastungsfall durch die Erdauflast gegeben (Abschnitt 7). Die diesen beiden Druckspannungen entsprechenden Setzungsanteile werden aus der Drucksetzungslinie entnommen (die nach Untersuchung von Bodenproben der Teilschicht gewonnen ist) und voneinander abgezogen. Stattdessen kann auch für den in Betracht kommenden Druckbereich mit einer unveränderlichen mittleren Steifeziffer E oder dem Beiwert $v = \frac{E}{p}$ (vergleiche die in Abschnitt 3.3 genannten Richtlinien) gerechnet werden, indem die linear oder halblogarithmisch aufgetragene Drucksetzungslinie in dem genannten Druckbereich durch eine Gerade ersetzt wird. Ergibt die Untersuchung mehrerer Bodenproben einer Teilschicht verschiedene Drucksetzungslinien, so ist aus diesen eine gemittelte Linie zu bilden.

8.2 In der Drucksetzungslinie der Bodenprobe ist nicht die wirkliche Zusammendrückung der Probe aufzuzeichnen, sondern ihr Verhältnis zur ursprünglichen Höhe der Probe. Diesem Verhältnis ist in der Natur bei entsprechendem Druck das Verhältnis der Setzung der Teilschicht zu ihrer Höhe gleich, so daß die Setzung für die maßgebenden Spannungen (Abschnitt 8.1) aus der Drucksetzungslinie entnommen werden kann.

8.3 Aus dem Produkt der Höhe der Teilschichten mit den zugehörigen Einheitssetzungen (Setzungen in % der ursprünglichen Höhe der Probe, siehe Abschnitt 8.2) ergibt sich die Setzung der Teilschicht. Die Summe der Setzungen der Teilschichten ergibt die Gesamtsetzung.

9 Anpassen der errechneten Setzungen an das Verhalten des Bauwerkes

Ist eine setzungsempfindliche Schicht von unterschiedlicher Dicke vorhanden, so müssen die verschiedenen großen Setzungen der einzelnen Punkte der Gründung bei starren Grundkörpern durch eine schiefe Ebene ausgeglichen werden, da sich der Grundkörper nicht durchbiegen kann.

10 Setzungsunterschiede

Durch die nach Abschnitt 8 durchgeführte Setzungsberechnung werden lediglich die Setzungen einzelner Punkte (Ecken, Seitenmitten, Flächenmitten) von schlaff angenommenen Grundkörpern berechnet. Diese weisen Unterschiede auf. Bei Bauwerken mit Eigensteifigkeit werden die Setzungsunterschiede mit zunehmender Steife der Gründungsplatte und der Aufbauten (aussteifende Wände) in immer stärkerem Maße ausgeglichen, jedoch nur, wenn dafür gesorgt wird, daß das Bauwerk die dabei auftretenden Biege- und Scherbeanspruchungen aufnehmen kann. Für die Berechnung derartiger auf dem elastischen Halbraum ruhender Balken und Platten sind die in der Statik unbestimmter Systeme geltenden Regeln anzuwenden. Die Überschneidung der Lasteinflüsse verschiedener Grundkörper ist beim Ansatz der Spannungsverteilung unter dem Grundkörper zu berücksichtigen.

11 Starre Grundkörper

Bei starren Grundkörpern ohne gegenseitige Beeinflussung mit mittiger Belastung kann die einheitliche Setzung aller Punkte mit Hilfe der folgenden beiden Annahmen wie für einen schlaffen Grundkörper berechnet werden:

11.1 Bei gedrungenem Grundriß des Bauwerks ($a < 2b$) aus dem 0,75fachen Wert der Setzung des Flächenmittelpunktes.

11.2 Bei langgestreckten Bauwerken als gemittelte Setzung aus den End-, Mittel- und Viertelpunkten der großen Hauptachse.

12 Zeitlicher Verlauf der Setzungen

Bei bindigem Boden wird der ungefähre zeitliche Verlauf der Setzungen des Bauwerkes überschlägig aus den im Versuch gewonnenen Zeitsetzungslinien abgeleitet. Dabei wird für jede Bodenschicht diejenige Zeitsetzungslinie der Versuche ausgewählt, deren Laststufe den in Schichtmitte bestimmten Unterschied zwischen der Gesamtspannung und der allein aus der Erdauflast folgenden Spannung (Abschnitt 7.1) am nächsten liegt. Die unter dem Bauwerk ermittelten Setzungen treten bei Schichten, deren

Porenwasser nach oben und unten abfließt, und einer angenähert rechteckförmigen Verteilung der Bodenspannungen (Abschnitt 7.2) nach der Zeit

$$t_2 = t_1 \frac{h_2^2}{h_1^2}$$

ein, worin t_1 die im Versuch für die Setzung gefundene Zeit, h_1 die Probenhöhe des Versuchskörpers und h_2 die Schichthöhe unter dem Bauwerk sind. Bei einseitiger Entwässerung (nach oben oder nach unten) ist für h_2 die doppelte Schichtmächtigkeit einzusetzen. Wenn mit genügender Genauigkeit damit gerechnet werden darf, daß die Last während der Bauzeit gleichmäßig aufgebracht wird, können die ab Beendigung der Bauzeit eintretenden Setzungen zeitlich dadurch wiedergegeben werden, daß man die Zeitsetzungslinie nach Ablauf der halben Bauzeit beginnen läßt. Wird die Zeitsetzungslinie während der Bauzeit genauer gezeichnet, so ist zu beachten, daß ihr Beginn erst bei der Überschreitung der ursprünglichen Erdauflast anzusetzen ist.

13 Setzungsbeobachtungen

Die Setzungsberechnung sollte bei setzungsempfindlichen Bauwerken stets vom Bauherrn durch Setzungsmessungen am fertigen Bauwerk nach DIN 4107 „Richtlinien für die Beobachtung der Bewegungen entstehender und fertiger Bauwerke“ überprüft werden. Die Setzungsmessung sollte der Baupolizei*) zur Verfügung gestellt werden.

14 Beispiel für eine Setzungsberechnung

14.1 Aufgabe

Die Setzungen einer Halle, die auf einer als starr anzunehmenden Stahlbetonplatte gegründet ist, sollen ermittelt werden. Die Summe aller Lasten einschließlich des Grundkörpers, geteilt durch die Grundfläche von $12 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ ergibt eine Sohlinnenspannung von $3,5 \text{ kg/cm}^2$. Gründungstiefe ist $2,5 \text{ m}$ unter Gelände, der Grundwasserspiegel liegt auf $3,5 \text{ m}$, bezogen auf Gelände (s. Bild 5).

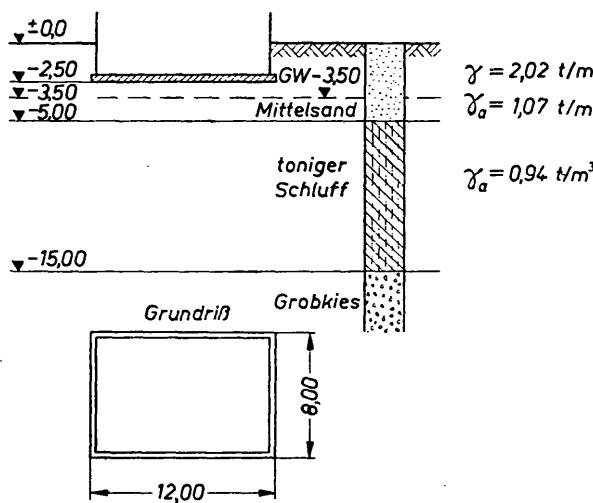


Bild 5 Systemskizze der Gründung

Von ± 0 bis -5 m steht Mittelsand an, dessen Raumgewicht (γ) oberhalb des Grundwasserspiegels $2,02 \text{ t/m}^3$ und unterhalb davon (γ_a) $1,07 \text{ t/m}^3$ beträgt. Von -5 bis -15 m steht toniger Schluff an mit einem Raumgewicht (γ_a) von $0,94 \text{ t/m}^3$.

Unter der Ordinate -15 m befindet sich Grobkies.

Für die Setzungen des Bauwerkes wird hier nur die tonige Schluffschicht berücksichtigt, weil bei diesem Beispiel der Mittelsand und der Grobkies keine wesentlichen Setzungen bringen werden. Verdichtungs-(Kompressions-)versuche mit behinderter Seitendehnung sind mit ungestörten Proben aus dieser Schicht durchgeführt worden und haben das in Bild 6 dargestellte Ergebnis gezeigt.

*) Baugenehmigungsbehörde.

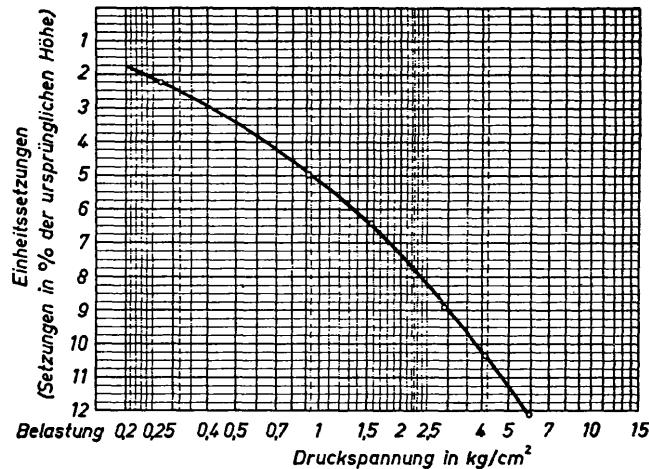


Bild 6 Drucksetzungslinie der weichen Schicht

14.2 Lösung

14.2.1 Belastung in der Gründungssohle

Belastung aus dem Bauwerk: $p = 35,00 \text{ t/m}^2$,
 Belastung in der Gründungssohle vor Baubeginn: $2,5 \cdot 2,02 = p_0 = 5,05 \text{ t/m}^2$,
 zusätzliche Belastung: $p_1 = 29,95 \text{ t/m}^2$.

14.2.2 Spannungen aus dem Gewicht des Bodens

Ideale Höhe für Ordinate $-5,0$:

$$h_i = \frac{3,5 \cdot 2,02 + 1,5 \cdot 1,07}{0,94} = 9,23 \text{ m}$$

Berechnung der Ordinaten siehe Tafel 4.

Tafel 4 Berechnung der Druckverteilung im Baugrund

Ordinate m NN	Tiefe unter Gründungssohle m	Eigengewicht $\gamma_a = 0,94 \text{ t/m}^3$	Bauwerk				Ge- samtl
			$p_1 = 29,95 \text{ t/m}^2$	$b_1 = \frac{b}{2} = 4,0 \text{ m}$	$\frac{a}{b} = \frac{12}{8} = 1,5$		
			z/b_1	i	σ_1 t/m^2	σ_2 t/m^2	
-5,0	2,5	9,23	8,68	0,625	0,228	27,31	35,99
-7,5	5,0	11,73	11,03	1,250	0,167	20,01	31,04
-10,0	7,5	14,23	13,38	1,875	0,115	13,78	27,16
-12,5	10,0	16,73	15,73	2,500	0,080	9,58	25,31
-15,0	12,5	19,23	18,08	3,125	0,057	6,83	24,91

14.2.3 Spannungen aus der Bauwerkslast

Da $a = 12 \text{ m} < 2b = 16 \text{ m}$, wird die Setzung der starren Platte nach Abschnitt 11.1 aus dem 0,75fachen Setzungswert des Flächenmittelpunktes des schlaffen, gleichmäßig belasteten Grundkörpers errechnet.

Die Druckverteilung wird für den elastisch-isotropen Halbraum für 5 Punkte, die gleichmäßig über die Schichtmächtigkeit $d = 10 \text{ m}$ der weichen Schicht verteilt sind, bestimmt. Aus der Tafel 1 und den Bildern 1 und 2 der Richtlinien ergibt sich für eine beliebige Tiefe z unter dem Flächenmittelpunkt die lotrechte Bodenspannung aus der Bauwerkslast zu

$$\sigma_z = 4 \cdot i \cdot p_1$$

14.2.4 Setzungsermittlung

Für den Gesamtdruck σ_2 aus Bauwerk und Eigengewicht des Bodens und dem Druck σ_0 aus dem Eigengewicht allein werden die Einheits-Setzungen s_2 und s_0 aus der Drucksetzungslinie (Bild 6) abgegriffen und voneinander abgezogen: $s_1 = s_2 - s_0$.

Es ist dann die absolute Setzung einer Zwischenschicht von der Dicke Δz

$$\Delta S \text{ (cm)} = (s_{\text{ob}} + s_{\text{unt}}) \cdot \frac{\Delta z}{2},$$

s_{ob} = Einheitssetzung s_1 der Oberkante des Streifens (%),
 s_{unt} = Einheitssetzung s_1 der Unterkante des Streifens (%),
 Δz = Streifenhöhe (m).

Durch Summieren der ΔS werden für verschiedene Tiefen innerhalb der weichen Schicht die Setzungen in cm

$$S_z = \sum_{z=2,5}^{z=12,5} \Delta S$$

erhalten.

Tafel 5 Berechnung der Einheitssetzung und der Gesamtsetzung

Ordi-nate m NN	Tiefe unter Gründungs- sohle z m	Einheitssetzungen				Absolute Setzungen	
		s_2 %	s_0 %	s_1 %	$\sum s_1$ %	ΔS cm	S_z cm
- 5,0	2,5	9,80	4,75	5,05	8,80	11,00	0,00
- 7,5	5,0	9,15	5,40	3,75	6,35	7,94	11,00
- 10,0	7,5	8,55	5,95	2,60	4,50	6,53	18,94
- 12,5	10,0	8,35	6,45	1,90	3,20	4,00	25,47
- 15,0	12,5	8,30	7,00	1,30			29,47

Die Setzung des Mittelpunktes des schlaffen gleichmäßig belasteten Grundkörpers würde also 29,47 cm betragen. Die gleichmäßige Setzung der starren Platte beträgt das 0,75fache dieses Wertes, also

$$S = 0,75 \cdot 29,47 = 22,1 \text{ cm} \sim 22 \text{ cm}.$$

Bautechnische Bodenuntersuchungen
Richtlinien

DIN 4020

Inhalt

- | | |
|---|---|
| 1 Aufgaben und Ziele der bautechnischen Bodenuntersuchungen | 5 Bodenuntersuchungen während der Bauausführung |
| 1.1 Der Boden als Baugrund | 5.1 Für die Gründung von Bauwerken |
| 1.2 Der Boden als Baustoff | 5.2 Für den Straßenbau |
| 1.3 Der Einfluß des Wassers | 5.3 Für Erdbauten und Stauwerke |
| 2 Mittel zur Durchführung der Bodenuntersuchungen | 6 Überwachung des fertigen Bauwerkes |
| 2.1 Bewerten der Entstehung des Baugrundes | 7 Mitwirken von Erdbauversuchsanstalten und Fachleuten |
| 2.2 Auswerten der Bauweise und des Bauzustandes benachbarter Bauwerke | 8 Die Technik der Boden- und Baugrunduntersuchungen |
| 2.3 Schürfe und Bohrungen | 8.1 Schürfe |
| 2.4 Probefbelastungen auf der Baustelle | 8.2 Bohrungen |
| 2.5 Geophysikalische Untersuchungen | 8.3 Sondenuntersuchung |
| 2.6 Untersuchung von Bodenproben | 8.4 Entnahme von Bodenproben |
| 2.7 Modellversuche | 8.5 Probefbelastungen |
| 3 Zeitpunkt und zeitliche Folge der Bodenuntersuchungen | 8.5.1 Für Flächengründungen |
| 4 Bodenuntersuchungen für den Entwurf | 8.5.2 Für Pfahlgründungen |
| 4.1 Für die Gründung von Bauwerken | 8.6 Geophysikalische Untersuchungen |
| 4.2 Für den Straßenbau | 8.6.1 Seismisches Verfahren |
| 4.3 Für Erdbauten | 8.6.2 Dynamisches Verfahren |
| 4.4 Für Stauwerke und Wasserbauten | 8.6.3 Geoelektrisches Verfahren |
| | 8.7 Untersuchung von Bodenproben |
| | 9 Anhang |
| | 9.1 Schrifttum |
| | 9.2 Ergänzende Normen, Richtlinien usw. |

1 Aufgaben und Ziele der bautechnischen Bodenuntersuchungen

Die bautechnischen Bodenuntersuchungen sollen die Unterlagen für die technisch und wirtschaftlich einwandfreie Planung und Ausführung der Bauwerke bereitstellen. Je nach der Art des Bauwerkes ist der Boden als Baugrund oder als Baustoff zu bewerten. In beiden Fällen spielt der Wasserhaushalt im Boden eine wichtige Rolle.

1.1 Der Boden als Baugrund (vgl. DIN 1054)

1.11 Durch die Untersuchung des Baugrundes soll seine zulässige Beanspruchung ermittelt werden, d. h. die Beanspruchung, bei der schädliche Setzungen oder Verschiebungen infolge der Last des Bauwerkes, infolge von Erschütterungen oder infolge anderer Einwirkungen nicht auftreten. Nicht nur die Größe der Setzungen, sondern auch ihr zeitlicher Verlauf ist von Bedeutung. Meist ist weniger die Größe als die Ungleichmäßigkeit der Setzungen und Verschiebungen des Baugrundes maßgebend. Die Untersuchung des Baugrundes soll also in erster Linie die Grundlagen für die Vorausbestimmung der Setzungen und Verschiebungen und ihres zeitlichen Verlaufes liefern. Senkungen des Bauwerkes können auch auf gutem Baugrund eintreten und bei Erschütterungen unter Umständen recht bedeutend sein. Bei ungünstigem Baugrund muß mit erheblichen, unter Umständen bis zu mehrere Dezimeter tiefen Senkungen gerechnet werden. Welches Maß in Kauf genommen werden kann, richtet sich nach der Bauart und der Art der Verwendung des Bauwerkes.

1.12 Von den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen hängen ab:

- a) Die Linienführung von Straßen, Eisenbahnen und Kanälen, bei der schädliche Einflüsse des Untergrundes, besonders stark preßbare Böden mit großen oder ungleichmäßigen Setzungen, sowie frost- und rutschgefährliche Böden, aber auch hohe Grundwasserstände beachtet werden müssen.
- b) Die Wahl der zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten Art und Tiefe der Gründung (Flächen-, Tief- oder Pfahlgründung) von Hochbauten oder Ingenieurbauten.

1.13 Bei der Untersuchung des Baugrundes ist auch darauf zu achten, wie das Bauwerk auf den Untergrund in seiner Umgebung einwirkt und umgekehrt, sowie darauf, ob in der Umgebung Lagerstätten (Kohle, Erz, Salz usw.) vorhanden sind, deren Abbau den Bestand des Bauwerkes gefährden kann (Bergschäden). Die Umgebung oder benachbarte Bauwerke können während und nach der Bauausführung durch Grundwassersenkungen und -hebungen, Unterfangungen, Erschütterungen, durch Resonanz bei Maschinenbetrieb, bei stark preßbarem Untergrund auch durch die Setzungen des Bauwerkes beeinflußt werden.

1.14 Die Untersuchung des Baugrundes ist auch als Grundlage für Baugrundkarten und Bebauungspläne erforderlich, da in ihnen einerseits die Flächen ausgewiesen werden, die wegen ihres ungünstigen Baugrundes zweckmäßig von der Bebauung auszuschließen sind, und andererseits die Flächen, die eine wirtschaftliche Gründung gewährleisten.

1.2 Der Boden als Baustoff

1.21 Als Baustoff wird der Boden verwendet:

- a) für Dammschüttungen beim Bau von Straßen, Eisenbahnen, Kanälen, Staudämmen, Deichen usw.,
- b) zum Hinterfüllen von Stütz- und Ufermauern,
- c) zur Geländeauflösung,
- d) als kapillarbrechende Schicht für den Straßenbau, Parkplätze, Sportplätze o. ä.,
- e) als Grob- oder Filterschicht für Entwässerungen, Dränungen, Brunnen usw.,
- f) als Unterbau oder Sauberkeitsschicht für Fahrbahndecken und als Deckschicht für Erdstraßen,
- g) als Dichtungsstoff für Dämme, Stauanlagen, Kanäle usw.,
- h) zum Verfüllen von Tagebauen und als Versatz im Untertagebau,
- i) als Baustoff im engeren Sinne in Form von Mauersand, Betonkies, Schotter, Packlage, Bruchsteinen usw.

1.22 Bei der Untersuchung des Bodens sind zu beurteilen:

- a) seine Eignung für den vorliegenden Zweck und die Möglichkeit, ungeeignete Böden auszuscheiden,

- b) die Maßnahmen zur Verbesserung wenig geeigneten Bodens, wozu Angaben über den Schüttvorgang und die Art des Einaufbaus und der Verdichtung sowie die Vorhersage der Setzung (des Sackmaßes) einer Schüttung notwendig sind,
- c) die Wasserdurchlässigkeit und Kapillarität sowie das Verhalten bei Durchfeuchtung von Dämmen, die zeitweilig (Hochwasserschutzdeiche) oder dauernd (Staudämme) Wasserdruk oder Durchfeuchtung ausgesetzt sind,
- d) die Gefahr des Ausfließens und Rutschens bei Dämmen und Einschnitten und die zur Sicherung der Böschungen während und nach der Bauausführung notwendigen Maßnahmen.

1.3 Der Einfluß des Wassers

1.31 Für das Bauvorhaben müssen im allgemeinen die Grundwasserverhältnisse und die Veränderungen der Grundwasserstände festgestellt werden. Bei bindigen Böden ist der Wasser gehalt und sein Einfluß auf die Bodeneigenschaften zu ermitteln.

1.32 Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen läßt sich beurteilen:

- a) Die Entscheidung, ob Wasserhaltung möglich, wie sie zu gestalten und welche Wassermenge zu fördern ist.
- b) Die zweckmäßige Höhenlage der Bauwerke zum Grundwasserspiegel und ihre Sicherung gegen Durchfeuchtung (Abdichtung, Grundwasserwannen), der Einfluß wechselnder Wasserstände auf Boden und Bauwerke, besonders im Tidegebiet.
- c) Die Wirkung des Wasserdruk auf Bauwerke und die Auftriebwirkung bei Bauwerken im Grundwasser, der Einfluß einer Grundwassersenkung auf die Nachbarschaft.
- d) Die Art der Entwässerung und Sicherung von Böschungen an Einschnitten und Dämmen (Sickerschlüsse, Böschungsfilter usw.).
- e) Die Grundbruchsicherheit des Bauwerkes unter Staudämmen und Wehren.
- f) Die Frostgefahr für Bauwerke und Straßen.
- g) Das Schrumpfen und Quellen des Bodens infolge Veränderung seines Wassergehaltes und die dadurch bedingten Bewegungen der Bauwerke.
- h) Das Setzen von trocken geschütteten Dämmen infolge Durchfeuchtung und die Schwimmsandgefahr bei Feinsanden.
- i) Die Möglichkeit, Trink- und Brauchwasser für Dauerbedarf (Wasserversorgung) oder für zeitweiligen Bedarf (Bauwasser zur Kesselspeisung oder zur Beton- und Mörtelbereitung) zu gewinnen, und der Einfluß der chemischen Beschaffenheit des Wassers auf seine Verwendung für diese Zwecke.

2 Mittel zur Durchführung der Bodenuntersuchungen

2.1 Bewerten der Entstehung des Baugrundes

Aus der Beschaffenheit und der Entstehungsart des Bodens, die aus vorhandenen Aufschlüssen oder geologischen Karten zu erkennen sind, können die zu erwartenden Bodenverhältnisse und die Eigenschaften der Böden annähernd vorausgesagt werden. Bei jüngeren Bodenbildungen (Klei, Schlick, Torf, Schlamm usw.) ist stets mit größeren Setzungen zu rechnen. Wesentlich ist die Feststellung, ob alte Wasserläufe, Gräben oder Wasserflächen auf dem Baugelände vorhanden waren, was durch Nachfrage bei den Wasserwirtschafts-, Wasserstraßen- und Hafenbauämtern, bei den Landesanstalten, den städtischen Bauverwaltungen usw. ermittelt werden kann. Diese besitzen auch weitgehend Unterlagen über die Grundwasserverhältnisse. Auch der Pflanzenwuchs und Pflanzenbestand kann gewisse Aufschlüsse geben.

2.2 Auswerten der Bauweise und des Bauzustandes benachbarter Bauwerke

Von benachbarten Bauwerken liegen häufig noch Angaben über die Untergrundverhältnisse vor. Bei annähernd gleichem Bodenaufbau gibt die Gründungsart und der Zustand dieser Bauten einen wertvollen Anhalt für das neu zu errichtende Bauwerk. Zeigen die benachbarten Bauten stärkere Bauschäden, die auf die Untergrundverhältnisse zurückzuführen sind (Setzungsschäden an Bauten, Böschungsrutschungen usw.), dann ist Vorsicht bei der Bewertung geboten. Ferner ist darauf zu achten, ob in der näheren Umgebung, an Einschnitten, Kiesgruben, Steinbrüchen usw. bereits Baugrundaufschlüsse zu gewinnen sind.

2.3 Schürfe und Bohrungen

Schürfe und Bohrungen geben den sichersten Aufschluß über den Aufbau des Baugrundes. Sie ermöglichen auch die Entnahme ungestörter und gestörter Bodenproben für die Untersuchung im Prüfraum (vgl. Abschnitte 8.1 und 8.2).

2.4 Probobelastungen auf der Baustelle

Probobelastungen waren früher das wichtigste Hilfsmittel zur Feststellung der Tragfähigkeit des Baugrundes. Sie wirken aber nur auf geringe Tiefe und sind sehr kostspielig. Heute gibt die Untersuchung ungestörter Bodenproben zuverlässigere Ergebnisse. Probobelastungen auszuführen, ist daher nur noch berechtigt, wenn der Untergrund auf größere Tiefe einheitlich ist, wenn die Grundfläche des Bauwerkes nicht allzu sehr in Größe und Form von der Probobelastungsfläche abweicht und wenn aus dem Untergrund ungestörte Bodenproben nicht entnommen werden können (wie bei Böden mit Kies und Steinen oder bei Steinschüttungen). In Ausnahmefällen wird man bei halbfesten und festen Tonen (Schieferton) oder auf Sandböden Probobelastungen durchführen. Probobelastungen sind jedoch noch das beste Mittel, um die Tragfähigkeit von Pfählen zu bestimmen (vgl. Abschnitt 8.52).

2.5 Geophysikalische Untersuchungen

Geophysikalische Untersuchungen geben im Zusammenhang mit Bohrungen Aufschlüsse bei der Erkundung größerer Bauflächen. Sie sind ein gutes Verfahren, um Unstetigkeiten im Baugrund zu erkennen, besonders wichtig können sie beim Bau von Staumämmen sein. Für Baugrunduntersuchungen werden unterschieden:

- das seismische Verfahren,
- das dynamische Verfahren und
- das geoelektrische Verfahren.

Bei diesen Verfahren wird aus dem elastischen Verhalten des Bodens oder aus seinem elektrischen Widerstand auf die Art, die Schichtung und die Festigkeit des Bodens geschlossen (vgl. Abschnitt 8.6).

2.6 Untersuchungen von Bodenproben

Die Untersuchung von Bodenproben ist nach dem heutigen Stand der Baugrundwissenschaft das gebräuchlichste Mittel zur Beurteilung des Baugrundes für Gründungen und zur Beurteilung des Bodens für die Verwendung als Baustoff. Die an den Bodenproben ermittelten Bodenkennziffern liefern die Unterlagen für

- a) die Schätzung der Setzungen der Bauwerke,
- b) erdstatische Berechnungen von Stützmauern, Ufermauern, Ankerplatten, Staumämmen usw.,
- c) die Berechnung von Wasserhaltungen,
- d) die Beurteilung der Fließanderscheinungen usw.

2.7 Modellversuche

Unter besonderen Verhältnissen kann auch der richtig durchgeführte Modellversuch zur Lösung einer bestimmten Aufgabe dienen. Er wird vor allem für die Darstellung von Sickerströmungen an Staumämmen durchgeführt.

3 Zeitpunkt und zeitliche Folge der Bodenuntersuchungen

3.1 Die Untersuchungsergebnisse müssen so rechtzeitig vorliegen, daß sie bereits bei der Entwurfsbearbeitung verwertet werden können und Aufschluß geben über die Wahl des Baustoffes, die Bauart und die Art der Gründung und des Bauwerkes usw. Es ist im allgemeinen möglich, nach den ersten einfachen Aufschlüssen (Bohrungen) die Planung grundsätzlich durchzuführen. Auf Grund der eingehenden Untersuchungen (bodenphysikalische Untersuchungen, Probobelastungen u. a.) werden dann die technischen Einzelheiten geklärt.

3.2 Die Bodenuntersuchungen müssen auch die Grundlagen liefern für die richtige Beschreibung des Bodens bei der Ausschreibung der Erdarbeiten. Unzureichende oder unklare Angaben in den Ausschreibungsunterlagen verteuren die Ausführung und veranlassen langwierige, in ihrem Ausgang sehr unsichere Rechtsstreite.

3.3 Werden die Bodenuntersuchungen erst zu Baubeginn durchgeführt, so ist es unter dem Druck der Baufristen meist nicht mehr möglich, die Untersuchungen so umfangreich durchzuführen

und auszuwerten, wie es für die wirtschaftlichste Lösung erforderlich wäre, weil die dadurch entstehende Unterbrechung der Bauausführung nicht in Kauf genommen werden kann.

3.4 Neben den Untersuchungen vor Beginn des Baues sollte auch das Bauwerk während und nach der Bauausführung beobachtet werden.

4 Bodenuntersuchungen für den Entwurf

4.1 Für die Gründung von Bauwerken (vgl. DIN 1054)

Die Untersuchungen sollen hinreichend genau die Eigenschaften des Untergrundes und seine Wirkung auf das Bauwerk angeben. Wenn die Beschaffenheit des Untergrundes auf Grund des geologischen Aufbaues bedenklich erscheint, sind eingehende örtliche Erkundungen nötig (vgl. DIN 1054).

Die Erkundungen sind so durchzuführen, daß die Schichten erfaßt werden, welche die Setzungen des Bauwerkes beeinflussen. Die Zahl und Verteilung der Erkundungsstellen richtet sich nach der Größe des Bauwerkes und der Regelmäßigkeit der Schichtung.

4.11 Als Mindesterkundungstiefe, auch bei schmalen Bauwerken, werden 6 m angegeben. Bei breiteren Bauwerken und bei großen Bodenpressungen sollte die Erkundungstiefe (in Metern) mindestens gleich dem Produkt aus der mittleren Bodenpressung (in kg/cm^2) und der Schmalseite des Bauwerkes (in Metern) sein. Bei aufgelösten Bauwerken ist als Bodenpressung der mittlere Baufächendruck und als Breite die Schmalseite des gesamten Gebäudes einzuführen.

4.12 Bei Pfahlgründungen gilt als Gründungsebene die Tiefenlage der Pfahlspitzen. Die Erkundungstiefen nach den obigen Bezeichnungsverfahren können jedoch um $1/3$ ermäßigt werden.

4.13 Diese Erkundungstiefen sind einzuhalten, sofern nicht vorher Schichten angetroffen werden, die auf Grund ihres bekannten geologischen Aufbaus die Tieferföhrung unnötig erscheinen lassen.

Bei regelmäßiger Schichtenverlauf genügt es, nur einige Erkundungen bis zur angegebenen Tiefe zu führen, während die übrigen weniger tief geführt werden können.

Wenn damit gerechnet werden muß, daß im tieferen Untergrund sich weiche Schichten (Torf, Faulschlamm) oder andere Fehlstellen (Hohlräume, auswaschbares Gestein) befinden, so ist die Erkundung auf die tieferen Schichten zu erstrecken.

4.14 Werden die Bohrungen durch Bodenuntersuchungen mit schwingender Last (dynamische Baugrunduntersuchung) ergänzt, so genügt eine geringere Anzahl von Bohrlöchern, da diese Verfahren Aufschlüsse über den Schichtenverlauf und die Dichte des Bodens zwischen den Bohrstellen liefert. Schürfe und Bohrungen können durch geophysikalische und geologische Untersuchungen ergänzt werden.

4.15 Je nach der Art der angetroffenen Schichten und der Art des Bauwerkes wird neben der Feststellung der Bodenschichten eine Bestimmung der Bodenkennziffern erforderlich. Diese im Prüfraum durchzuführende Untersuchung soll die Unterlagen für Setzungsvorhersagen nach Größe und zeitlichem Verlauf und die Grundwerte für die Standsicherheitsuntersuchungen von Stütz- und Spundwänden liefern.

4.2 Für den Straßenbau

Die Erkundung des Untergrundes von Straßen ist in der „Vorläufigen Anweisung für die Durchführung der Bauarbeiten an der Reichsautobahn“ (siehe Abschnitt 9.2) wie folgt vorgeschrieben:

4.21 Der endgültigen Festlegung der Linienführung müssen vorzusehen:

- a) Die Prüfung der geologischen Karte und die Auswertung der Erfahrungen der geologischen Landesanstalten.
- b) Eine Begehung der geplanten Strecke zur Feststellung der bau-technischen Eigenschaften des Untergrundes, soweit dies aus dem Verhalten in der Nähe befindlicher tiefer Einschnitte, hoher Dämme, aus der Beschaffenheit natürlicher Aufschlüsse, von Kiesgruben und Steinbrüchen zu ersehen ist. Auf Moorvorkommen ist hierbei besonders zu achten.
- c) Örtliche Umfragen über Grundwasserstände, Frostschäden, Rutschungen und allgemeine Bauerfahrungen.

4.22 Liegt die Linie grundsätzlich fest, so sind die Untergrundverhältnisse in allen Einzelheiten durch Schürfe und Bohrungen zu klären. Diese sind so anzusetzen, daß ein vollständiges Bild über

Schichtenfolge, Bodenarten und Grundwasserstand gewonnen wird. Außer den bodenkundlichen Längsschnitten sind bei ungewissen Untergrundverhältnissen auch Querschnitte in genügender Zahl aufzunehmen.

Schürfe und Bohrungen müssen den örtlichen Verhältnissen entsprechend tief, mindestens aber 2 m unter das zukünftige Planum reichen. Eine rein geologische Beschreibung der Bodenarten genügt in den meisten Fällen nicht. Die Verfahren der Bodenphysik ermöglichen es, die Bodenarten zuverlässiger zu beurteilen und zu bezeichnen als die bloße Begutachtung durch den Augenschein.

Besondere Einzeluntersuchungen sind dann anzustellen, wenn schlechter Untergrund nicht durch Linienverlegung zu umgehen war. Es wird dann z. B. die Tragfähigkeit des Untergrundes, die Größe, Gleichmäßigkeit und der zeitliche Verlauf der voraussichtlichen Setzungen sowie die Rutschungsgefahr zu prüfen sein.

4.23 Daraus ergibt sich, daß zunächst nur das Ziel der Erkundung feststeht. Welchen Umfang die Erkundungen zum Erreichen des Ziels haben müssen, zeigt sich erst während der Untersuchungen.

4.3 Für Erdbauten

4.31 Bei Erdbauten, besonders bei Dammbauten, ist zunächst eine allgemeine Baugrunderkundung durchzuführen, mit deren Hilfe die anfallenden Massen nach Art und Menge abgeschätzt werden. Die daran schließenden bodenphysikalischen Untersuchungen geben dann die Grundlage für die Auswahl der Bodenarten und die Art ihres Einbaues.

4.32 Durch Baugrunderkundungen muß festgestellt werden:

- a) ob der Baugrund die Last ohne Überbeanspruchung (Bodenverdrängung) aufnehmen kann,
 - b) ob der waagerechte Schub des Dammes in der Gründungsfuge übertragen werden kann (Rutschung des Dammes auf der Gründungsfläche),
 - c) ob die zu erwartende Zusammenpressung des Untergrundes besondere Maßnahmen erfordert (Überhöhung des Dammes).
- Lassen sich diese Fragen nicht auf Grund der Erfahrungen mit hinreichender Sicherheit beantworten, so ist der Baugrund durch Bohrungen und Schürfe aufzuschließen. Die Erkundung ist in zweifelhaften Fällen bis zu einer Tiefe gleich der Dammhöhe durchzuführen.

4.33 Die Baustoffuntersuchung für Dammschüttungen soll erst allgemein die verfügbaren Bodenarten nach Menge und Eignung angeben. Hierzu dienen geologische Unterlagen, Schürfe, Bohrungen und geophysikalische Untersuchungen. Die Untersuchungen an Bodenproben sollen die Unterlagen liefern für die günstigste Querschnittsausbildung, den Einbau und die Verdichtung des Bodens und die Standsicherheitsberechnungen.

4.4 Für Stauwerke und Wasserbauten

4.41 Für die Erkundungen bei Stauwerken (Deichen, Staumämmen, Wehren, Schleusen) gelten die Ausführungen für Gründungen (4.1) und Erdbauten (4.3). Stauwerke und Wasserbauten müssen ferner hinreichend dicht und sicher gegen Grundbruch sein.

4.42 Die Baugrunderkundung ist hierbei zunächst das Entscheidende. Von der Art und dem Verlauf der Bodenschichten im Untergrund wird die Lage und die Art des Stauwerkes bestimmt. Die Baustoffuntersuchung muß die für den Dichtungskörper und den Stützkörper geeigneten Bodenarten eines Dammes bestimmen.

4.43 Bei Stauanlagen (Talsperren und Wehren) ist für die Erkundungen DIN 19 700 Blatt 1 „Stauanlagen, Richtlinien für den Entwurf, Bau und Betrieb, Teil I, Talsperren“ zu beachten (siehe Abschnitt 9.2 „ergänzende Normen“).

5 Bodenuntersuchungen während der Bauausführung

5.1 Für die Gründung von Bauwerken

Bei Beginn der Bauausführung wird der Untergrund im allgemeinen umfangreicher aufgeschlossen sein, als es bei Aufstellung des Entwurfes durch Bohrungen, Schürfe usw. möglich war. Es ist daher zu prüfen, ob das auf Grund der ersten Erkundung gewonnene Bild über den Aufbau des Baugrundes bestätigt wird. Abweichungen sind in ihrer Bedeutung für die Gründung durch zusätzliche Untersuchungen zu überprüfen.

5.2 Für den Straßenbau

Wegen der Großräumigkeit der Planung sind örtliche Abweichungen von dem zuerst gewonnenen Baugrubenbild besonders häufig zu erwarten. Jede Aushubstrecke bildet einen neuen Baugrundaufschluß, der mit der ursprünglichen Bewertung verglichen werden muß. Dies gilt auch besonders für die Eignung des Bodens zu Dammschüttungen. Bei der Dammschüttung ist laufend zu überwachen, daß der Boden auch unter den bodenmechanischen Voraussetzungen eingebaut wird, die der Planung zugrunde liegen. Die Überwachung der Verdichtung des Bodens und die Eignung der gewählten Verdichtungsgeräte sind daher laufend zu überprüfen.

5.3 Für Erdbauten und Stauwerke

Bei reinen Erdbauten (Hochwasserdeichen, Staumämmen) ist laufend zu prüfen, ob der anfallende Boden den gestellten Voraussetzungen entspricht und ob er in der vorgesehenen Weise eingebaut wird. Die Entwicklung einfacher Prüfverfahren für die Baustellen größerer Bauvorhaben ist zweckmäßig. Bei besonders umfangreichen Bauvorhaben ist die Einrichtung einer Feld-Prüfstelle mit besonders geschulten Kräften zur Durchführung einfacher Untersuchungen zu empfehlen.

6 Überwachung des fertigen Bauwerkes

Die Überwachung des fertigen Bauwerkes ist von großer Bedeutung für die Weiterentwicklung der bautechnischen Bodenkunde. Nur auf diese Weise kann die Richtigkeit der getroffenen Maßnahmen überprüft werden. Die Überwachung soll sich auf Setzungen des Baugrundes unter dem Bauwerk und auf den Einfluß der Setzungsunterschiede auf die Beanspruchung des Bauwerkes erstrecken. Bei Staumämmen kommt dazu noch die Formänderung des Dammes und seine Dichtigkeit gegen das Stauwasser. Für diese Messungen sind an den Bauwerken Meßstellen anzugeben, die in regelmäßigen Zeitabständen zu beobachten sind.

Für die Durchführung der Messungen von Bauwerksbewegungen enthält DIN 4107 wichtige Hinweise (Zweck der Beobachtungen, Lage und Zahl der Meßpunkte, Vordruck für das Aufzeichnen der Meßergebnisse, Beobachtungsniederschrift, Muster für die Ausführung von Messungen für ein Wohnhaus und ein Silo).

7 Mitwirken von Erdbauversuchsanstalten und Fachleuten

In schwierigen Fällen wird es sich empfehlen, für die Baugrunderkundung und die Beurteilung des Bodens als Baugrund und Baustoff Erd- und Gründungsfachleute heranzuziehen. Durch ihren Einsatz und ihre Erfahrungen werden oft unnötige Ausgaben für die Erkundung vermieden und die Gründungsmöglichkeiten in wirtschaftlicher Weise ausgenutzt.

Für bautechnische Bodenuntersuchungen gibt es behördlich anerkannte Erdbauversuchsanstalten, die Behörden und Technischen Hochschulen angegliedert sind, aber auch von selbständigen beratenden Ingenieuren geleitet werden. Nur für besonders große Bauvorhaben empfiehlt es sich, eigene Versuchsanstalten einzurichten.

Geologische Untersuchungen und Beratungen führen die geologischen Landesanstalten, die Ämter für Bodenforschung und selbständige Geologen und Ingenieurgeologen aus.

8 Die Technik der Boden- und Baugrunduntersuchungen

8.1 Schürfe

Die einfachste Art, Aufschluß über die Untergrundverhältnisse zu erhalten, ist die Anlage einer Schürfgrube. Sie ermöglicht jedoch mit wirtschaftlichen Mitteln nur einen Aufschluß bis zu geringer Tiefe (2 bis 3 m) und ist nur anwendbar bei tiefliegenden Grundwasserstand. Nur in Ausnahmefällen wird man tiefere Schürfe (nötigenfalls unter Wasserhaltung und Auszifferung des Erdschachtes) durchführen. In den Schürfen ist der Bodenaufbau im Anschnitt am besten zu erkennen, und sie ermöglichen am besten die Entnahme von Bodenproben.

8.2 Bohrungen

Für die Ausführung von Bohrungen gelten die Normen

- DIN — Bohrungen (z. Z. noch Normvorschlag)
 DIN 4021 — Baugrund und Grundwasser; Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze*)
 DIN 4022 Bl. 1 — Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Baugrunduntersuchungen*)
 DIN 4022 Bl. 2 — Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Wasserbohrungen*)
 DIN 4023 — Baugrund- und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse*)

Die mit der Ausführung der Bohrungen beauftragte Unternehmung ist auf die Befolgung dieser Normvorschriften zu verpflichten.

Wesentlich sind folgende Vorschriften der genannten Normblätter (vgl. auch Abschnitt 8.4).

Der äußere Mindestdurchmesser der Bohrrohre soll 159 mm, der innere Durchmesser mindestens 147 mm betragen. Die Bohrlöcher sind zu verrohren, Ausnahmen sind nur beim Durchfahren standfester, bindiger Böden zulässig. In den Schichtenverzeichnissen sind das Bohrgerät, die Lage und die Höhenlage der Bohrlöcher anzugeben. Die Bodenarten sind entsprechend den Feststellungen beim Bohren nach Hauptbodenart, Beimengungen, Farbe und Festigkeit zu beschreiben. Der Grundwasserstand ist sofort, wenn er angetroffen wird, und außerdem täglich bei Beginn und Ende der Arbeitszeit sowie nach Schluß der Mittagspause zu messen. Stücklohn und Leistungszulagen für die Bohrarbeit sind nicht zulässig.

8.3 Sondenuntersuchung

Bei der Untersuchung mit Sonden wird eine Stahlstange (mit stumpfem oder spitzem Ende oder mit Spiralbohrer) durch Rammen oder Bohren niedergebracht. Die beim Einrammen oder Eindrehen geleistete Arbeit gibt einen Anhalt über die Festigkeit der durchteuften Schichten. Das Verfahren gibt keine Zahlenwerte für die Festigkeit des Baugrundes gegenüber Bauwerkslasten, es gestattet aber, vor allem bei großflächigen Bauausführungen, eine Verdichtung der Erkundungen und in Verbindung mit Bohrungen und Schürfen die Feststellung des Schichtenverlaufes und etwa vorhandener Ungleichmäßigkeiten.

8.4 Entnahme von Bodenproben

Hinweise für die Entnahme von Bodenproben gibt DIN 4021 (siehe Abschnitt 8.2 und 9.2). Darüber hinaus gilt folgendes:

- Der Wert der Bohrungen für die Baugrunduntersuchung hängt wesentlich von der Güte der entnommenen Bodenproben ab. Die Probeentnahme muß daher einwandfrei durchgeführt werden, auch wenn dadurch der Bohrfortschritt geringer wird (siehe Abschnitt 8.2).
- Bei bindigen Böden ist grundsätzlich die am trockensten erscheinende Probe, bei gleicher Durchfeuchtung die Probe aus der Mitte der Schappe zu entnehmen.
- Bindige Bodenproben sind in verschließbaren Behältern aufzubewahren (Einkochgläsern mit Gummiring, Büchsen o. ä.). Nichtbindige Bodenproben können auch in den üblichen Holzkästen mit Fächern aufbewahrt werden.
- Für eingehende Bodenuntersuchungen sind neben den gestörten Proben meist noch ungestörte Bodenproben, d. h. Proben in natürlicher Lagerung und mit natürlichem Feuchtigkeitsgehalt erforderlich. Dafür wird ein möglichst dünnwandiger Stahlzylinder mittels eines Gewindestückes an dem Bohrgestänge oder an einer Rammvorrichtung befestigt, in den Boden gedrückt oder geschlagen und mit dem Boden gefüllt. Durch Drehen des Bohrgestänges oder Ziehen des Entnahmegerätes wird die Probe an ihrer Unterfläche abgetrennt. Sie verbleibt infolge der Reibung zwischen Boden und Wandung beim Ziehen in dem Entnahmestutzen haften.
- Die Entnahme ungestörter Proben aus schwachbindigen Böden gelingt im Grundwasser mit diesem einfachen Verfahren meist nicht. Die Erdbauversuchsanstalten verfügen zwar über besondere Geräte und Verfahren, mit denen auch die Entnahme

*) Neue Bezeichnungen der Normblätter. In der ursprünglichen Fassung des Normblattes sind die alten Bezeichnungen aufgeführt.

schwachbindiger oder nichtbindiger Böden, die im Entnahmestutzen nicht haften, möglich ist. Doch ist dabei zu berücksichtigen, daß diese Proben durch das Eindrücken oder das Einschlagen des Stutzens in ihrer Lagerung gestört werden und daß demnach nur ihre Zusammensetzung dem natürlichen Zustand entspricht. Da aber die Lagerungsdichte meist einfacher durch Feststellen des Eindringwiderstandes ermittelt werden kann, genügen im allgemeinen die einfachen Verfahren der Bodenentnahme.

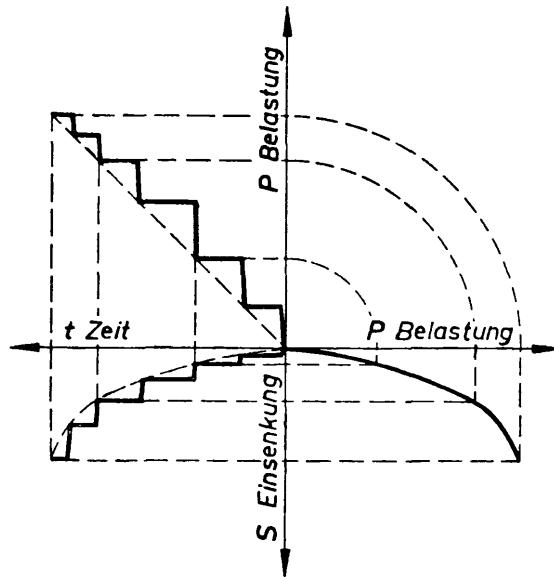
- Vor der Entnahme ungestörter Proben muß die Bohrlochsohle mit der Schappe freigelegt, d. h. der aufgeweichte Boden (Bohrschmand) entfernt werden. Die Anzahl der zu entnehmenden ungestörten Proben richtet sich nach den Untergrundverhältnissen und nach der Bedeutung des Bauwerkes. Aus den nachgiebigen Böden soll bei jedem Wechsel der Bodenart oder der Festigkeit des Bodens jeweils eine ungestörte Probe entnommen werden, auch wenn die Proben nicht sämtlich für die Untersuchungen erforderlich sind.
- Die Proben sind einwandfrei zu kennzeichnen. Die Bezeichnung soll die Nummer der Bohrung und die Entnahmetiefe der Probe angeben. Die übrigen Bezeichnungen sind aus dem Schichtenverzeichnis zu entnehmen, in das auch die entnommenen Bodenproben entsprechend ihrer Tiefenlage und mit der Angabe, ob gestört, teilgestört oder ungestört, eingetragen werden. Die Kennzeichnung der Entnahmestutzen durch eingeschlagene Zahlen hat sich besonders bewährt.
- Die in den Stutzen entnommenen ungestörten Proben sind an beiden Enden mit Paraffin oder mit Verschlußkappen mit Gummieinlage zu verschließen. Aus der Baugrubensohle oder aus Schürfen können die ungestörten Proben auch in Form von Würfeln von mindestens 10 bis 15 cm Kantenlänge gewonnen werden. Die Würfel sind mit Ölpapier oder durch Paraffinüberzug gegen Austrocknen zu schützen. Für den Versand sind die Proben (vor allem die Gläser) gut und möglichst unempfindlich gegen Erschütterungen zu verpacken.

8.5 Probebelastungen

8.51 Flächengründungen

Durch die Probebelastung soll die Tragfähigkeit des Baugrundes ermittelt werden. Sie gibt jedoch nur Aufschluß über das Verhalten des unmittelbar unter der Lastplatte liegenden Bodens, denn die Wirkungstiefe der Last ist nur etwa gleich dem Lastflächendurchmesser. Nur bei einheitlichem Boden, dessen Festigkeitseigenschaften sich in größerer Tiefe nicht ändern, was durch Aufschlüsse vorher festzustellen ist, kann das Ergebnis des Belastungsversuches auf größere Gründungstiefe übertragen werden.

- Bei bindigem Boden ist ferner zu berücksichtigen, daß die Setzungen erst in sehr langen Zeiträumen abklingen, die bei der Durchführung des Belastungsversuches meist nicht zur Verfügung stehen (beispielsweise dauern die Setzungen von Tonböden bei 50 × 50 cm großen Lastflächen bis zu mehreren Monaten). Ein schnell durchgeführter Belastungsversuch ergibt also bei bindigen Böden zu geringe Setzungen.
- Um einigermaßen zutreffende Werte zu erhalten, soll die Lastfläche nicht kleiner als 50 × 50 cm, besser 100 × 100 cm sein. Für solche Flächengrößen sind jedoch erhebliche Lasten erforderlich, die die Durchführung der Probebelastung erschweren und verteuern.
- Die Last kann entweder unmittelbar auf dem Probekörper aufgebracht oder durch Abstützen mit Spindeln oder Druckpressen gegen Totlasten erzeugt werden. Letztere Versuchsanordnung ist vorzuziehen, da sie das Einschalten von Entlastungen und Wiederbelastungen ermöglicht. Die Druckmesser sind vor dem Versuch zu eichen.
- Die Belastung ist über den Wert der beim Bauwerk auftretenden Bodenpressung zu steigern. Sie wird stufenweise (in 3 bis 4 Stufen) aufgebracht. Wenn bei bindigen Böden das Ende der Setzungen nicht bei jeder Laststufe abgewartet werden kann, ist die Last in gleichen Zeitabständen zu steigern, und die letzte Laststufe ist möglichst bis zur Beendigung der Setzungen zu belassen. Nur in den seltensten Fällen wird es erforderlich und möglich sein, die Last bis zur Bruchlast, d. h. zum Versinken der Lastplatte zu steigern.
- Die Bewegungen des Belastungskörpers sind durch zwei von einander unabhängige Anordnungen zu messen (Nivelllement und Feinmeßuhren). Die Meßeinrichtungen dürfen nicht durch



die Bewegungen des Probekörpers beeinflußt werden. Die Messungen werden in vollkommener Form in vorstehender Darstellung aufgetragen. Aus der Probebelastung kann die Steifeziffer E (kg/cm^2) des Bodens ermittelt werden, die die Grundlage für Setzungsberechnungen abgibt.

8.52 Für Pfahlgründungen

Die Probebelastung von Pfählen ist in DIN 1054 unter Abschnitt 5.4 erschöpfend geregelt.

Wesentlich ist, daß die Probebelastungen an Pfählen der gleichen Art und der gleichen Rammtiefe, wie sie für das Bauwerk vorgesehen sind, durchgeführt werden. Zum Auswerten der Ergebnisse muß der Aufbau des Untergrundes bekannt sein.

Beim Rammen ist das Einsinken des Pfahles laufend zu beobachten. Der Pfahl soll mit möglichst gleichbleibender Schlagarbeit gerammt werden.

Mit der Probebelastung soll in nichtbindigen Böden frühestens 2 Tage, bei bindigen Böden so spät als möglich, frühestens 3 Wochen nach dem Einrammen begonnen werden. Die einzelnen Laststufen sollen so lange wirken, bis der Pfahl zur Ruhe gekommen ist.

Die Belastung soll bis zum Versinken des Pfahles (Grenzbelastung) durchgeführt werden. Bei der Entlastung muß die Hebung des Pfahles beobachtet werden. Die Meßergebnisse werden zweckmäßig wie in Abschnitt 8.51 aufgetragen.

Als zulässige Last gilt die Hälfte der Grenzlast oder der höchsten erreichten Last, wenn die Setzungsgrößen für das Bauwerk tragbar sind. Bei Schätzung der Setzungsgrößen muß berücksichtigt werden, daß der Einzelpfahl sich im allgemeinen weniger setzt als eine Pfahlgruppe.

8.6 Geophysikalische Untersuchungen

Der Vorteil der Untersuchung von Bodenproben besteht darin, daß die physikalischen Eigenschaften der Proben genau festgestellt werden können. Der Nachteil ist, daß nur wenige Punkte der Baufläche erkundet werden. Diesen Nachteil haben die geophysikalischen Verfahren nicht. Sie untersuchen den Boden in seiner natürlichen Lagerung nicht nur in einigen Punkten, sondern über geschlossene Räume. Ihre einwandfreie Deutung ist jedoch nur an Hand einiger Bohrungen möglich. Für die Erkundung des Baugrundes eignen sich nur die folgenden drei der zahlreichen geophysikalischen Verfahren.

8.61 Das seismische Verfahren

Es beruht auf der künstlichen Erzeugung längsschwingender Wellen durch Sprengungen und auf der Messung der Laufzeit der Wellen von der Erregerstelle bis zu ihrem Eintreffen an den Beobachtungsorten. Stets bildet sich eine Oberflächenwelle und eine Tiefenwelle gleichzeitig aus. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen wächst mit der Dichte des Bodens, den sie durchlaufen. Liegt eine dichtere Schicht unter einer weniger dichten, so wird an einem Beobachtungsort in geringer Entfernung von der Erregerstelle die Oberflächenwelle zuerst und die Tiefenwelle

später, an einem Beobachtungsort in großer Entfernung die Tiefenwelle zuerst und die Oberflächenwelle später eintreffen. Aus den gemessenen Laufzeiten und Geschwindigkeiten lassen sich Schlüsse auf die Beschaffenheit des Bodens und die Tiefenlage der Schichten ziehen.

Das Verfahren eignet sich besonders, um die Tiefenlage der Grenze zwischen Schichten mit großen Dichteunterschieden festzustellen, also z. B., um die Lage der Felsoberkante unter einer Überdeckung aus Geröll aufzusuchen. Auch der Einfallwinkel der Schichtgrenze kann durch doppelte seismische Messungen, d. h. durch Untersuchung der Meßstrecken von beiden Richtungen aus, einwandfrei festgestellt werden.

Die Genauigkeit des Verfahrens wächst mit dem Dichteunterschied. Es ist nicht anwendbar, wenn die Schichtgrenzen in geringerer Tiefe als 3 bis 4 m unter Gelände liegen, oder, wenn die oberen Schichten dichter sind als die unteren.

8.62 Das dynamische Verfahren

Hierzu werden Erregermaschinen benutzt, die rein sinusförmige Querschwingungen mit regelbarer Schwingungszahl und regelbarer Schwingungsweite erzeugen. Durch Messen der Laufzeit wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen im Boden bestimmt. Änderungen in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit deuten stets auf Unterschiede in der Bodenzusammensetzung. Um zu entscheiden, ob es sich um waagerechte oder lotrechte Schichtgrenzen handelt, muß jede dynamische Untersuchung von beiden Seiten aus durchgeführt werden. Tiefenmessungen der Schichtgrenzen sind nach dem dynamischen Verfahren nur sehr schwer möglich. Die Geschwindigkeit der bei diesem Verfahren erzeugten querschwingenden Wellen ist erheblich niedriger als die der längsschwingenden Wellen des seismischen Verfahrens. Sie schwankt in den Grenzen zwischen 80 (Torf) und 700 m/s (Sandstein).

8.63 Das geoelektrische Verfahren

Das Verfahren ist auch unter dem Namen „elektrische Widerstandsmessung“ bekannt. Es beruht darauf, daß die Leitfähigkeit des Bodens von seiner Beschaffenheit abhängt. Vor allem ändert der Wassergehalt die Leitfähigkeit erheblich, so daß stark durchfeuchte Böden wesentlich geringeren Widerstand zeigen als trockene, porenare Böden. Das Verfahren verwendet Gleichströme, die mit zwei Elektroden in den Boden geleitet werden, während mit zwei Sonden der Widerstand über eine Wheatstone'sche Brücke gemessen wird. Dabei wird entweder der Elektrodenabstand schrittweise vergrößert und damit die Tiefenwirkung verstärkt („Sondieren“), oder der Abstand bleibt unverändert und die Meßgruppe wird in der Meßebene versetzt („Kartieren“). Beim Sondieren ergibt sich ein Tiefenquerschnitt, beim Kartieren ergeben sich die Unterschiede der Leitfähigkeit längs waagerechter Meßstrecken.

8.7 Untersuchung von Bodenproben

Wenn Bodenproben nach dem Augenschein und nach den Bezeichnungen beurteilt werden, die ihnen bei der Entnahme beigelegt sind, so ergibt sich kein sicherer Anhalt für ihre technischen Eigenschaften, weil selbst Böden, die äußerlich gleich aussehen, verschiedene Festigkeiten aufweisen können. Ob die Bodenarten für einen bestimmten Bauzweck geeignet sind, kann nur klar gestellt werden, wenn neben Bohrungen und Schürfen bodenphysikalische Untersuchungen ausgeführt werden. In der Hauptsache werden durch die Untersuchungen folgende Eigenschaften festgestellt:

Kornverteilung

Wichte (spezifisches Gewicht), Raumgewicht

Porenanteil, Porenziffer, Dichte

natürlicher Wassergehalt, Zustandsform (Konsistenz)

Zusammendrückbarkeit

Reibung und Haftfestigkeit (Kohäsion), Scherfestigkeit

Wasserdurchlässigkeit.

8.71 Kornverteilung

Die Zusammensetzung des Bodens nach der Korngröße wird für Korngrößen über 0,06 mm durch Sieben, für Korngrößen unter 0,06 mm (allenfalls auch bis zu 0,1 mm) durch Abschlämmen ermittelt. Für das Sieben werden Siebsätze verschiedener Maschenweite nach DIN 1170 und DIN 1171 verwendet. Bei Baugrunduntersuchungen wird für den Schlammversuch meist das Aräometerverfahren von Bouyoucos-Casagrande angewendet. Hierbei wird mit dem Aräometer in bestimmten Zeitabständen

die Dichte der Aufschlämung gemessen. Aus den Meßergebnissen, dem Trockengewicht der Probe (40 bis 80 g) und den bekannten Absetzzeiten der einzelnen Korngrößen können die Gewichtsanteile der Korndurchmesser bestimmt werden. Die Meßergebnisse werden an Hand von Nomogrammen ausgewertet. Für Schnellversuche eignet sich das Leitkornverfahren von Spoerel, bei dem das Absetzen von farbigen Leitkörnern, die der Bodenaufschlämung beigemengt werden, beobachtet wird.

Das Ergebnis der Sieb- und Schlämuntersuchungen wird als Kornverteilungslinie aufgezeichnet. Hierbei wird auf der Abszissenachse der Korndurchmesser in logarithmischem Maßstab aufgetragen. Für die Einteilung und Bezeichnung der Korngrößen gilt DIN 4022.

Die Kornverteilung ist von Bedeutung für die Einordnung der Böden, die Ermittlung der Verdichtungsfähigkeit, für die Durchlässigkeit und für die Frostgefährlichkeit.

Die Gleichförmigkeit der Böden wird durch die Ungleichförmigkeitsziffer $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ (nach Allen Hazen) gekennzeichnet.

Darin sind d_{60} und d_{10} die Korngrößen, die den Ordinaten 60% und 10% der Kornverteilungslinie entsprechen. Böden mit $U < 5$ werden als gleichförmig und mit $U > 5$ als ungleichförmig bezeichnet.

8.72 Wichte (spezifisches Gewicht), Raumgewicht

Die Wichte (das spezifische Gewicht) eines Bodens ist das Gewicht der Raumeinheit der festen Bestandteile eines Bodens. Sie ist gleich der mittleren Wichte der Gesteinsminerale, aus denen sich der Boden zusammensetzt. Die Wichte ist ein Hilfsmittel für die Ermittlung des Raumgewichtes, des Porenanteiles und der Kornverteilung. Sie wird im allgemeinen mit dem Pyknometer ermittelt. Bei den häufigsten mineralischen Böden schwankt ihr Wert zwischen 2,65 und 2,72 (Quarz 2,65). Meist genügt es, den Wert zu schätzen.

Das Raumgewicht ist das Gewicht der Raumeinheit des Bodens. Es wird je nach Bedarf an ungestörten Böden bestimmt. Bei nichtbindigen Böden wird es für die lockerste und dichteste Lagerung ermittelt.

8.73 Porenanteil, Porenziffer, Dichte

Unter dem Porenanteil eines Bodens wird das Verhältnis des Hohlraumgehaltes zum gesamten Rauminhalt verstanden, unter der Porenziffer das Verhältnis des Hohlraumgehaltes zum Rauminhalt der festen Bodenmasse. Porenanteil und Porenziffer können aus dem Trockengewicht, dem Rauminhalt und der Wichte der Böden bestimmt werden. In nichtbindigen Böden ist vielfach die lockerste und dichteste Lagerung von Wert, die den Porenanteil n_o und n_d haben.

Der Verdichtungsgrad (Relative Dichte) eines Bodens ist:

$$D_g = \frac{n_o - n}{n_o - n_d}$$

worin: n = die natürliche Lagerung,
 n_o = die lockerste Lagerung,
 n_d = die dichteste Lagerung.

Mit Hilfe des Verdichtungsgrades kann für nichtbindigen Boden die Verdichtungs- oder Einrüttelfähigkeit bei dynamischer Beanspruchung und annähernd die Tragfähigkeit (Steifezahl) für ruhende Lasten bestimmt werden.

8.74 Wassergehalt, Zustandsform (Konsistenz)

Der Wassergehalt w eines Bodens ist das Verhältnis des Gewichtes des im Boden vorhandenen Wassers zum Trockengewicht des Bodens. Er ergibt sich aus dem Gewichtsunterschied einer Probe im naturfeuchten und im getrockneten Zustand. Der natürliche Wassergehalt w_n lässt sich einwandfrei nur feststellen, wenn die Bodenprobe sachgemäß entnommen und verpackt worden ist (DIN 4021).

Der Vergleich des natürlichen Wassergehaltes w_n mit dem Wassergehalt des Bodens bei bestimmten Zustandsgrenzen (Fließgrenze und Ausrollgrenze) ermöglicht Schlussfolgerungen auf das Verhalten und die Festigkeit des Bodens.

Die Fließgrenze entspricht dem Wassergehalt am Übergang von der flüssigen zur bildsamen (plastischen) Zustandsform. Sie wird mit dem von Casagrande entwickelten Fließgrenzengerät bestimmt, mit dem festgestellt wird, bei welchem Wassergehalt eine in dem gestörten Boden gezogene Furche bei Erschüttungen zu zerfließen beginnt. Dieser Wassergehalt w_f stellt die Fließgrenze dar.

Die Ausrollgrenze entspricht dem Wassergehalt w_a am Übergang von der bildsamen zur halbfesten Zustandsform. Bei diesem Wassergehalt lässt sich eine etwa 3 mm dicke Rolle des Bodens nicht mehr weiter ausrollen, sondern beginnt zu zerbröckeln.

Den Unterschied zwischen der Fließgrenze und der Ausrollgrenze stellt die Bildsamkeit (Plastizität) $w_{fa} = w_f - w_a$ dar. Sie gibt den Bereich an, innerhalb dessen der Boden bildsam ist.

Zahlenmäßig kann man die Zustandsform eines bildsamen Bodens durch die Zustandszahl k_w ausdrücken:

$$k_w = \frac{w_f - w_n}{w_f - w_a}$$

worin: w_n = der natürliche Wassergehalt

w_f = der Wassergehalt der Fließgrenze

w_a = der Wassergehalt der Ausrollgrenze.

Im Zustand der Fließgrenze ist $k_w = 0$, im Zustand der Ausrollgrenze ist $k_w = 1$. Der Zustand zwischen $k_w = 0$ und $k_w = 0,5$ wird als „breit“ bezeichnet, der Zustand zwischen $k_w = 0,5$ und $k_w = 0,75$ als „weich“ und der Zustand zwischen $k_w = 0,75$ und $k_w = 1$ als „steif“.

Eine deutliche Änderung der physikalischen Eigenschaften des Bodens ist bei der Schrumpfgrenze zu erkennen. Sie entspricht dem Wassergehalt, von dem ab der austrocknende Boden nicht mehr schrumpft, d. h. seinen Rauminhalt nicht mehr verringert. Sie wird bestimmt, indem eine austrocknende Bodenprobe mehrmals unter gleichzeitigem Messen ihres Rauminhaltes gewogen wird. Ihre Zustandsform wird als „halbfest“ oder als „fest“ bezeichnet.

8.75 Zusammendrückbarkeit

Mit Hilfe des Wertes der Zusammendrückbarkeit werden die Festigkeit des Bodens und die unter dem Bauwerk auftretenden Setzungen ermittelt. Je tonreicher (bindiger) ein Boden ist, um so größer ist seine Zusammendrückbarkeit. Unter Zusammendrückbarkeit bindiger Böden wird ihre Nachgiebigkeit unter Druck verstanden. Der Boden gibt nach, während das Porenwasser in seinen Hohlräumen und unter Umständen auch die darin befindliche Luft entweicht. Die Zusammendrückung geht nur zum geringen Teil elastisch zurück, sie ist überwiegend bleibend.

Zur Kennzeichnung der Zusammendrückung dient die Steifezahl E (kg/cm^2). Sie ist eine der Elastizitätszahl der festen Stoffe entsprechende Kennziffer. Sie ist jedoch veränderlich und hängt von der jeweiligen Belastung des Bodens ab.

Zur Ermittlung der Steifezahl werden ungestörte Proben des Bodens in zylinderförmige Druckgeräte eingebaut, die eine seitliche Ausdehnung der Bodenprobe verhindern. Die Probe wird stufenweise belastet, wobei der Verlauf der Setzung bei jeder Laststufe gemessen wird. Die Versuchsergebnisse werden in Drucksetzungslinien oder Druckporenzifferlinien aufgetragen. Je nach der Art des Bauwerkes ist im Versuch auch das Verhalten des Bodens bei Entlastung oder Quellung oder bei wiederholter Belastung zu untersuchen.

Sollen die Ergebnisse des Versuches zur Berechnung des voraussichtlichen zeitlichen Setzungsverlaufes verwendet werden, so wird für jede Belastungsstufe eine Zeitsetzungslinie aufgenommen. Dabei wird als Abszissenachse die Zeit – meist mit logarithmischer Teilung – und als Ordinatenachse die Setzung – meist in Hundertteilen der Gesamtsetzung unter der betreffenden Belastung – aufgetragen.

8.76 Reibung und Haftfestigkeit (Kohäsion) – Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit setzt sich aus der Reibungsfestigkeit und der Haftfestigkeit zusammen. Die Reibungsfestigkeit R ist gradlinig abhängig von der Belastung N des Bodens. Der Reibungsbeiwert ist:

$$\mu = \frac{R}{N} = \operatorname{tg} \varphi,$$

worin φ den Reibungswinkel bedeutet.

Die Haftfestigkeit (Kohäsion) c ist praktisch unabhängig von der Belastung des Bodens durch das Bauwerk. Sie ist dagegen von der Vorbelastung abhängig, unter der der Boden im Untergrund steht oder früher einmal gestanden hat (geologische Vorbelastung). Bei sandigen und kiesigen sowie schwachbindigen Böden ist die Haftfestigkeit praktisch gleich Null. Die Scherfestigkeit besteht hier nur aus Reibungsfestigkeit. Bei dicht ge-

lagerten, scharfkantigen Körnern ist außerdem noch mit dem Gefügewiderstand zu rechnen, der aus der gegenseitigen Verzahnung der Körner entsteht. Bei bindigen Böden ist bei gleicher Vorgeschichte die Haftfestigkeit um so größer, je tonreicher der Boden ist.

Die Scherfestigkeit wird festgestellt:

- im Scherversuch durch Abscheren einer an seitlicher Ausdehnung behinderten, im Verhältnis zu ihrer Größe sehr niedrigen Bodenprobe unter verschiedenen senkrechten Belastungen,
- im Zylinderdruckversuch durch Zerdrücken einer seitlich völlig frei beweglichen oder durch Seitendruck gestützten, im Verhältnis zu ihrer Größe hohen zylindrischen Bodenprobe bei verschiedenen Seitendrücken.

In beiden Fällen werden die aus den Scher- und Druckbeanspruchungen folgenden Formänderungen der Bodenproben gemessen. Für die bei verschiedenen senkrechten Auflasten (Scherversuch) und bei verschiedenen Seitendrücken (Druckversuch) gemessenen Formänderungen werden die Lastverschiebungslinien gezeichnet. Die Auswertung liefert die Scherfestigkeit für einen bestimmten Normalsdruck. Die für mehrere Normalsdrücke (Belastungen) ermittelten Scherfestigkeiten ergeben die Scherfestigkeitslinie, aus der die Reibungsfestigkeit und die Haftfestigkeit entnommen werden können.

8.77 Durchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit eines Bodens wird mit der Durchlässigkeitsziffer k des Darcyschen Gesetzes $v = k \cdot i$ gekennzeichnet. Mit der gedachten Geschwindigkeit v wird die Flächeneinheit des Bodenquerschnittes bei dem Gefälle i durchflossen.

Die Durchlässigkeitsziffer k wird aus dem „Filterversuch“ bestimmt. Dabei durchfließt Wasser mit dem Überdruck H eine Bodenprobe vom Querschnitt F und der Länge L . Aus der in der Zeiteinheit durchfließenden Wassermenge Q wird die Durchlässigkeit ermittelt:

$$v = \frac{Q}{F} ; \quad k = \frac{v}{i} ; \quad i = \frac{H}{L}$$

k ist gleich der Geschwindigkeit v für das Gefälle $i = 1,0$.

Die Durchlässigkeitsziffer ist vom Porenanteil und etwa vorhandenen Lufteinflüssen in der Bodenprobe stark abhängig. Von geringerem Einfluß ist die Temperatur des Wassers.

Bei bindigen Böden kann die Durchlässigkeit auch aus dem Zusammendrückungsversuch, und zwar aus dem zeitlichen Verlauf der Zusammendrückung, rechnerisch ermittelt werden.

Einzelangaben, wie diese Eigenschaften ermittelt werden, sind in den Richtlinien für die Durchführung bodenmechanischer Untersuchungen beschrieben, deren Herausgabe als Norm vorbereitet wird.

9 Anhang

9.1 Schrifttum

- Agatz, A.: *Der Kampf des Ingenieurs gegen Erde und Wasser im Grundbau*, Berlin 1936, Springer.
- Bendel, L.: *Ingenieurgeologie*, Band 1 und 2, 2. Aufl. Wien 1949, Springer.
- Bernatzik, W.: *Baugrund und Physik*, Zürich 1947, Schweizer Druck- und Verlagshaus.
- Brennecke-Lohmeyer: *Der Grundbau*, 6. Auflage, Band 1, 1. Teil: *Baugrund*, Berlin 1948, Wilhelm Ernst & Sohn.
- Franzius, O.: *Der Grundbau*, Handbibliothek für Bauingenieure 3, 1. Berlin 1937, Springer.
- Handbuch für Eisenbeton*: Bd. IV, 4. Auflage, Berlin 1936, Wilhelm Ernst & Sohn.
- Hütte: *Des Ingenieurs Taschenbuch*, Bd. III, 27. Aufl., Berlin 1951, Wilhelm Ernst & Sohn.
- Keil, K.: *Der Dammbau neuzeitlicher Verkehrsstraßen, Auto- und Eisenbahnen*, Berlin 1938, Springer.
- Keil, K.: *Ingenieurgeologie und Geotechnik*, Halle 1951, Wilhelm Knapp.
- Kögler, F. u. Scheidig, A.: *Baugrund und Bauwerk*, 5. Aufl., Berlin 1948, Wilhelm Ernst & Sohn.
- Kollbrunner: *Fundation und Konsolidation*, Bd. 1 und 2, Zürich 1946 und 1948, Schweizer Druck- u. Verlagshaus.
- Krey, H. u. Ehrenberg, I.: *Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes. Mit umfangreicher Schriftumangabe*, 5. Aufl. Berlin 1935, Wilhelm Ernst & Sohn.
- Loos, W.: *Praktische Anwendung der Baugrunduntersuchungen bei Entwurf und Beurteilung von Erdbauten und Gründungen*, Berlin 1947, Springer.
- Petermann, H.: *Schriftum über Bodenmechanik (Bautechnische Bodenkunde)*, Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen. Neue Folge, Heft 10, Bielefeld, Kirschbaumverlag, 1953.
- Press, H.: *Der Boden als Baugrund. Mit Ergebnissen eigener Versuche*, 3. Aufl., Berlin 1949, Wilhelm Ernst & Sohn.
- Redlich-Terzaghi-Kampe: *Ingenieurgeologie*, Berlin 1929, Springer.
- Schleicher, F.: *Taschenbuch für Bauingenieure*, Neudruck, Berlin 1949, Springer.
- Schoklitsch, A.: *Der Grundbau*, 2. Auflage, Wien 1952, Springer.
- Schultze, E. u. Muhs, H.: *Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten*, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1950, Springer.
- Terzaghi: *Theoretical Soil Mechanics*, New York 1943, John Wiley and Sons.
- Terzaghi-Peck: *Soil Mechanics in Engineering Practice*, New York 1948, John Wiley and Sons.

Tiedemann, B.: *Über Bodenuntersuchungen für Entwurf und Ausführung von Ingenieurbauten*. 3. Aufl. Berlin 1946, Wilhelm Ernst & Sohn.

9.2 Ergänzende Normen, Richtlinien usw.

- DIN 1054: *Gründungen, Zulässige Belastung des Baugrundes, Richtlinien*.
- DIN 1055: *Lastannahmen für Bauten; Bau- u. Lagerstoffe, Bodenarten u. Schüttgüter. — Eigengewichte von Bauteilen. — Verkehrslasten*.
- DIN 1170: *Prüfsiebe, Rundlochbleche für Prüfsiebe, Abmessungen*.
- DIN 1171: *Drahtgewebe für Prüfsiebe, Abmessungen*.
- DIN 1179: *Sand, Kies und zerkleinerte Stoffe; Körnungen*.
- DIN 4021: *Baugrund und Grundwasser; Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze*.
- DIN 4022: *Blatt 1: Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Baugrunduntersuchungen*.
Blatt 2: Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten; Wasserbohrungen.
- DIN 4023: *Baugrund- und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse*.
- DIN 4107: *Beobachtung der Bewegungen entstehender und fertiger Bauwerke, Richtlinien*.
- DIN.....: *Bohrungen (Normvorschlag)*.
- DIN 4150: *Erschütterungsschutz im Bauwesen*.
- DIN 19700: *Stauanlagen, Richtlinien für den Entwurf, Bau und Betrieb, Teil I. Talsperren*.
Blatt 1
- Richtlinien für die Verhütung von Frostschäden. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V.
- TVE. RAB. Technische Vorschriften für Erdarbeiten bei den Reichsautobahnen. September 1938, Reichsautobahnen-Direktion Volk und Reich GmbH, Berlin.
- Vorläufige Anweisung für die Durchführung der Bauarbeiten an den Reichsautobahnen. Nr. 3, 6, 7, 8. Runderlaß des Generalinspektors und der Direktion der Reichsautobahnen, Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Berlin, Band 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 18, 20, 22, 23, 24.
- Anleitung für den Entwurf, Bau und Betrieb von Talsperren. Anlage. (Neubearbeitung von 1933) zur III. Ausführungsanweisung zum Preußischen Wassergesetz vom 7. April 1913 (Gesetzsammig. S. 53) über das Verleihungs- und Ausgleichverfahren (Erlaß des Preußischen Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, des Ministers für Wirtschaft und Arbeit und des Finanzministers vom 22. Mai 1933—IV. 34833 — Ltr. MBl. für 1933, S. 356).

2511

2512

DK 624.051:624.131.3

DEUTSCHE NORMEN

Mai 1955

Baugrund und Grundwasser
Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme
 Grundsätze

DIN 4021*)

1 Allgemeines

1.1 Schürfe und Bohrungen zur Untersuchung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse sollen nicht nur die Schichtenfolge feststellen, sondern auch die Beschaffenheit und Eigenschaften der einzelnen Schichten, die Lage der Grundwasserträger und die Tiefe des Grundwasserspiegels erkennen lassen. Saubere und sorgfältige Ausführung nur durch tüchtige, unbedingt zuverlässige Unternehmen oder Betriebe ist deshalb von ausschlaggebender Bedeutung. Die ständige Anwesenheit eines erfahrenen, verantwortlichen Aufsehers muß gewährleistet sein. Die Bohrarbeit darf nur im Stundenlohn ausgeführt werden. Zulagen für schnellere Arbeit sind unzulässig.

1.2 Für die Zahl, Lage und Tiefe der Schürfe und Bohrungen gilt DIN 1054 „Gründungen. Zulässige Belastung des Baugrundes. Richtlinien“.

1.3 Für Ausschreiben und Vergeben von Bohrarbeiten gilt DIN 18 301 „Bohrarbeiten“.

1.4 Für die Bezeichnung der Bodenarten und für das Aufstellen der Schichtenverzeichnisse gilt DIN 4022 Blatt 1 und 2 „Schichtenverzeichnis für Baugrunduntersuchungen“.

1.5 Für die Darstellung der Bodenarten und der Grundwasserstände gilt DIN 4023 „Baugrund- und Wasserbohrungen zeichnerische Darstellung der Ergebnisse“.

1.6 Für Bohrrohre gilt DIN 4918 Blatt 1 und 2 „Nahtlose Bohrrohre für Tiefbohrungen und Bohrungen nach Wasser“ und für Gestängerohre DIN 4914 „Nahtlose Gestängerohre für Öl-, Wasser- und Gesteinsbohrungen nach dem Schlag- und Kernbohrverfahren“.

1.7 Für die Entnahme von Wasser- und Bodenproben zur Untersuchung ihrer betonangreifenden Eigenschaften gilt DIN 4030 „Beton in betonschädlichen Wässern und Böden“, und zwar besonders Abschnitt 7 „Anleitung für die Entnahme von Wasser- und Bodenproben“ (Ausz. Sept. 1954).

2 Aufschlußmöglichkeiten

2.1 Schürfen (Schürfgruben, Schürfgräben, Schürfsschächte)	2.2 Bohren (Flach- und Tiefbohrungen)
<p>Vorteile:</p> <p>Begehbar, dadurch sicheres Erkennen der Lagerungsverhältnisse und der Schichtung sowie der Art und der Stellen der Wasszutritte. Unmittelbare Prüfung des Bodens an den Wandungen und auf der Sohle möglich. Kein Mischen der Bodenarten bei der Entnahme. Leichte und zuverlässige Entnahme ungestörter Proben aus allen Bodenarten.</p>	<p>Keine wesentliche Behinderung im Grundwasser. Möglichkeit großer Erkundungstiefen. Fast überall anwendbar.</p>
<p>Nachteile:</p> <p>Größerer Zeitaufwand. Höhere Kosten bei größerer Tiefe, da oft Aussteifen oder Verzimmern erforderlich. Im Grundwasser Wasserhaltung nötig.</p>	<p>Vermischung des Bohrgutes, dadurch unsichere Beurteilung der Lagerungsverhältnisse. Bestimmen der Bodenarten bei Meißelarbeit oft schwierig, bei steinigem und aufgefülltem Boden (bei Findlingen, Mauerschutt und Müll) zuweilen unzulässig oder unmöglich. In nichtbindigen Schichten ist unter Wasser die Entnahme ungestörter Proben im allgemeinen nicht möglich.</p>

Schürfe sind demnach dann auszuführen, wenn eine geringe Untersuchungstiefe ausreicht oder wenn in wirtschaftlich erreichbarer Tiefe Schichten anstehen, deren Lagerungsverhältnisse oder Tragfähigkeit durch Inaugenscheinnahme oder durch Versuche an Ort und Stelle festgestellt werden sollen.

*) Frühere Ausgaben: 4.38

Änderungen Mai 1955:
 Inhalt vollständig überarbeitet; Abschnitt „Bodenprobenahme“ durch Bestimmungen über den Entnahmevergäng erweitert.

3 Geräte

3.1 Schürfgeräte

Schaufel, Spaten, Hacke, Sprengmittel.

3.2 Bohrgeräte

3.21 Das Bohrgerät ist so zu wählen, daß die Bodenarten und ihre Beschaffenheit sicher festgestellt werden können. Es sind nur Geräte statthaft, bei denen das Bohrgut möglichst wenig gestört, d. h. aufgeweicht, durchgeknetet oder entmischt wird. Kiespumpen dürfen deshalb bei Baugrunduntersuchungen nicht verwendet werden.

3.22 Für bindige Böden, wie Ton, Mergel und Löß, für Torf und alle organischen Böden, für Sand und Kies oberhalb des Grundwassers und bisweilen auch für schwach bindige Böden sind Schappen und unter Umständen auch Spiralbohrer geeignet. Die Schappen und Spiralbohrer sollen nicht wesentlich kleiner als die Bohrrohre sein. Geräte mit einem kleineren Durchmesser als 134 mm (siehe DIN 3604 und DIN 3605 „Schappen“, z. Z. noch Entwürfe) sind nicht zulässig.

3.23 Für wasserführenden Sand und Kies sowie für bindige Böden, die stark wasserhaltig (schlammig) sind und in anderer Weise nicht gefördert werden können, eignen sich Ventilbohrer.

3.24 Zum Lösen oder Zerkleinern von Geschiebe und von dünnen Lagen festen Gesteines sind Meißel zu verwenden; dabei dienen zum Heben des Bohrgutes Ventilbohrer oder Steinfänger.

3.25 Kernbohrungen sind nur in festem Gestein zweckmäßig.

3.26 Spülbohrungen sind zur Untersuchung des Baugrundes unzulässig, weil sie das Bohrgut vermischen.

3.3 Bohrrohre

Bei Bohrungen zur Untersuchung des Baugrundes darf der Außendurchmesser der Rohre 159 mm nicht unterschreiten. Kleinere Durchmesser bringen starkes Vermischen des Bohrgutes, erlauben nicht das Einführen des normalen Gerätes zur Entnahme ungestörter Proben (vgl. Abschnitt 6,24) und sind deshalb — von Kernbohrungen abgesehen — nur für Sondierbohrungen geeignet.

3.4 Rammbohrungen*)

Sie ermöglichen die Entnahme zusammenhängender Kerne, die durch das Rammen zwar in der Längsrichtung zusammengepreßt und deshalb in der Lagerung gestört, aber vor Entmischen und Aufweichen geschützt sind und den Kornaufbau und die Schichtung gut erkennen lassen.

3.5 Sondierbohrer

Für überschlägliche geologische und bautechnische Voruntersuchungen in geringen Tiefen können Sondierbohrer verwendet werden. Sie erfordern keinen Bohrbock, keine Verrohrung, gestatten rasches Arbeiten, ergeben aber nur kleine Probenmengen.

4 Ausführung

4.1 Die Lage der Schürfe und Bohrlöcher ist im Gelände zu vermessen und in einem Lageplan so kenntlich zu machen, daß sie später jederzeit wiedergefunden werden können. Auch die Höhenlage der Ansatzpunkte ist zu messen.

4.2 Zur Sicherung der Schürfe ist je nach Tiefe und Bodenart einfache Aussteifung bis zu Getriebezimmenung notwendig; bei starkem Bodendruck ist zusätzliche Sicherung erforderlich, siehe DIN 18 303 „Baugrubenarbeiten“ und die geltenden Unfallverhütungsvorschriften.

4.3 Die Schürfe müssen so geräumig angelegt werden, daß sie bis zur Sohle einwandfrei besichtigt werden können. Eine Grundfläche von 2 m² reicht aus.

4.4 Zusatz von Wasser (Naßbohren) zur Erleichterung der Bohrarbeit ist bei bindigen Böden unzulässig. Wenn aufreibender Sand oder Fließboden erbohrt wird, muß Wasser zugegeben werden, um Störungen des Untergrundes durch Einströmen größerer Bodenmengen in das Bohrloch zu verhindern.

4.5 Die Bohrlöcher sind zu verrohren, um zu verhindern, daß Wasser in sie eintritt oder daß sie zusammenfallen, und um etwa

vorhandene verschiedene Grundwasserstockwerke während des Bohrens erkennen zu können. Nur bei mächtigen Schichten standfester bindiger Böden ist eine Ausnahme zulässig.

4.6 Beim Ziehen der Rohre sind die Bohrlöcher lagenweise zu füllen.

4.7 Sollen die Wasserstände nach dem Bohren weiter beobachtet werden, so bleiben die Bohrrohre im Boden und erhalten einen abnehmbaren Verschluß. Es können auch besondere Rohre zum Beobachten des Wasserstandes gesetzt werden.

4.8 Sind schädliche Einwirkungen des Grundwassers auf das Bauwerk zu befürchten, so ist das Wasser chemisch zu untersuchen. Hierbei sind die Entnahmeverordnungen der untersuchenden Stellen vorher einzuholen und genau zu beachten (vgl. Abschnitt 1,7).

5 Messungen und Aufzeichnungen

5.1 Der verantwortliche Aufseher hat die Tiefe jedes Wechsels im Schichtenverlauf auf halbe Dezimeter abgerundet zu messen und die Beschaffenheit jeder Schicht gemäß den Bestimmungen der Norm DIN 4022 festzustellen und sofort in das dort vorgeschriebene Schichtenverzeichnis einzutragen.

5.2 Sobald Wasser im Bohrloch angetroffen wird, ist der Wasserstand sofort und dann täglich bei Beginn und Ende der Arbeitszeit und nach Schluß der Mittagspause zu messen und mit Zeitangabe aufzuschreiben. Wenn beim Durchbohren einer Bodenschicht Wasser im Bohrloch aufsteigt oder absinkt, ist festzustellen, wann, bei welcher Bohrtiefe und bei welchem Wasserstand im Bohrloch die Veränderung beginnt und endet.

5.3 Außergewöhnliche Erscheinungen (z. B. Veränderungen der Farbe des Bodens, Geruch oder Färbung des Wassers, Wasser- oder Bodenauftrieb, Gas, Hohlräume im Boden) sind genau zu beobachten, aufzuzeichnen und der Bauleitung sofort mitzuteilen.

6 Bodenprobennahme

6.1 Gestörte Proben

6.11 Gestörte Proben werden im normalen Bohrvorgang gewonnen, durch den sie mehr oder weniger vermischt, durchgeknetet und aufgeweicht werden. Sie gestatten zwar eine geologische Beurteilung, die vollständige Bestimmung der bautechnischen Eigenschaften des Baugrundes ist aber im allgemeinen nur durch den Vergleich mit ungestörten Proben möglich.

6.12 Bei jedem Wechsel der Bodenschichten, mindestens aber alle Meter, ist wenigstens eine gestörte Bodenprobe zu entnehmen. Die Tiefe der Entnahme ist abgerundet auf halbe Dezimeter festzustellen.

6.13 Die Bodenproben sind aus dem Bohrer so zu entnehmen, daß sie nach Zusammensetzung und Beschaffenheit die wirklichen Verhältnisse des Bodens in der Tiefe möglichst genau wiedergeben. Aus der Schappe sind deshalb grundsätzlich die größten und trockensten Bodenstücke herauszusuchen und von allen aufgeweichten Teilen zu befreien. Bei Bohrungen in sandigen Böden ist darauf zu achten, daß kein entmischt Bohrgut als Bodenprobe verwendet wird.

6.14 Die Proben sind sofort nach der Entnahme in luftdicht abschließbare Behälter (Deckelgläser mit Gummidichtung, Büchsen u. a.) von etwa 1 Liter Inhalt abzufüllen. Sie dürfen nicht in der Sonne oder im Regen liegenbleiben. Beim Einfüllen von bindigem Boden in die Behälter darf der Boden nicht durchgeknetet werden.

6.15 Fächerkästen dürfen für bindige Böden nur verwendet werden, wenn sie neben den nach Abschnitt 6,14 entnommenen Proben eine zweite Probenreihe enthalten sollen oder wenn die Proben (wie z. B. bei Brunnenbohrungen) bautechnisch nicht beurteilt werden sollen.

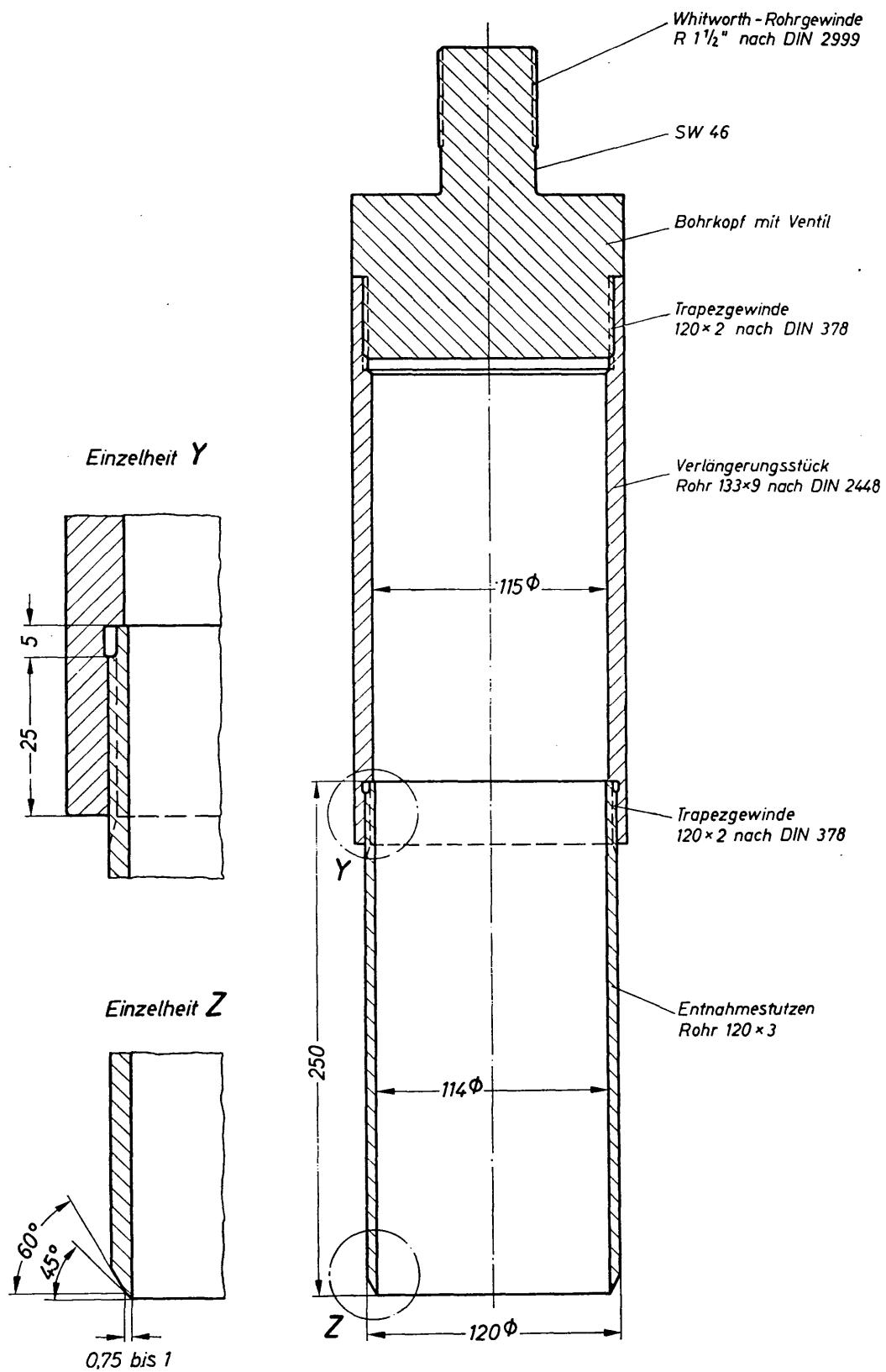
6.2 Ungestörte Proben

6.21 Die Entnahme von Bodenproben im ungestörten Zustand, d. h. in natürlicher Lagerung und mit natürlichem Wassergehalt ist dann erforderlich, wenn danach in einer Versuchsanstalt die bautechnischen Eigenschaften des Baugrundes untersucht werden sollen.

6.22 Die Bauleitung entscheidet, aus welchen Schichten ungestörte Proben zu entnehmen sind. Bei wichtigen Bauwerken soll

*) Rammbohrverfahren nach Dr. Burkhardt, Bautechnik 11 (1933), S. 14.

Maße in mm



aus jeder bindigen Bodenschicht mindestens eine ungestörte Bodenprobe entnommen werden. Zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit der Schicht ist eine größere Zahl ungestörter Proben erwünscht, in mächtigeren Schichten notwendig.

6.23 Ungestörte Bodenproben aus Schürfgruben können mit Stahlzylindern von mindestens 100 mm Durchmesser entnommen werden, die vorsichtig in den Boden gedrückt und wieder aus-

gegraben werden. Die Stahlzylinder sind dann luftdicht zu verschließen. Bei bindigen Böden kann als ungestörte Bodenprobe auch ein mit einem Spaten oder einem Messer aus dem Boden vorsichtig herausgeschnittener Würfel von mindestens 150 mm Kantenlänge verwendet werden.

6.24 Ungestörte Bodenproben aus Bohrlöchern können im allgemeinen nur aus den bindigen Schichten mit besonderen Geräten

entnommen werden, wobei in schwierigen Fällen die Anwesenheit des Vertreters einer Versuchsanstalt zweckmäßig oder auch notwendig ist. Das normale Gerät besteht aus dem Entnahmestutzen, dem Verlängerungsstück und dem Kopf mit Ventil und Gestängeanschluß (siehe Bild). Der Entnahmestutzen mit einem Außen-durchmesser von 120 mm und einer Länge von etwa 250 mm hat am unteren Ende eine von außen angeschnittene Schneide und am oberen Ende zum Anschluß an das Verlängerungsstück außen ein Trapezgewinde. Um die Reibung im Boden dauernd gering zu halten, wird der Stutzen verzinkt. Für den Gestängeanschluß am Kopf ist Whitworth-Rohrgewinde R 1½" nach DIN 2999 vorgeschrieben. Die ungestörte Probe muß aus dem ungestörten Boden unterhalb der Verrohrung entnommen werden. Vor dem Einführen des Entnahmegerätes ist die Bohrlochsohle zu säubern. Das Entnahmegerät wird eingeschlagen oder eingedrückt. Zum Einschlagen wird zweckmäßig ein Rammbär verwendet, der am Gestänge läuft und unmittelbar auf den Kopf des Gerätes aufschlägt.

7 Behandeln der Proben

7.1 Die ungestörte Probe ist sofort nach der Entnahme daraufhin zu untersuchen, ob einzelne Teile gestört oder aufgeweicht sind. Diese Teile sind restlos zu entfernen, Proben aus Schürfgruben sind sofort nach der Entnahme durch einen Paraffinüberzug gegen Austrocknen zu schützen. Bei ungestörten Proben aus dem Bohrloch sind, um Störungen bei der Beförderung zu verhindern, die Probenenden mit Paraffin abzudichten; der freibleibende Raum ist bis zu dem Stutzenende mit gleichwertigem Boden zu füllen. Die Stutzen sind dann an beiden Enden zu verschließen, um ein Herausfallen der Proben zu verhindern.

7.2 Jede entnommene gestörte und ungestörte Bodenprobe ist deutlich und witterfest durch einen eingelegten Zettel und

außerdem durch einen Aufklebezettel auf dem Behälter (nicht auf dem Deckel) sofort nach dem Einfüllen des Bodens in die Behälter oder nach der Entnahme der ungestörten Probe zu kennzeichnen.

7.3 Die Kennzeichnung hat folgende Angaben zu enthalten:

7.31 Bauwerk oder Ort der Entnahme

7.32 Datum der Entnahme

7.33 Nummer des Schurfs oder des Bohrloches

7.34 Nummer der Probe

7.35 Tiefe der Entnahme, bezogen auf die Unterkante der Probe

7.36 Art der Entnahme (gestört oder ungestört)

7.37 Kennzeichnung von Ober- und Unterseite der Probe, sofern dies nicht anderweitig zu ersehen ist.

Die Angaben zu Abschnitt 7.34 bis 7.36 sind auch in das Schichtenverzeichnis nach DIN 4022 einzutragen.

7.4 Die Proben sind gegen Sonnenbestrahlung und vor zu großer Hitze (in überheizten Baubuden) sowie gegen Frost zu schützen.

7.5 Bei Versand der Proben sind die durch Paraffin geschützten Probewürfel, Gläser, Büchsen oder Entnahmestutzen in Kisten zu verpacken und durch Holzwolle, Sägespäne oder in ähnlicher Weise vor Zerstörung und Frost sowie möglichst vor Erschütterungen zu schützen.

7.6 Die Proben sind nach den Weisungen der Bauleitung aufzubewahren, ungestörte Proben nach Möglichkeit in ungeheizten, aber frostfreien Kellerräumen.

DK 624.051:550.8:001.4

DEUTSCHE NORMEN

Februar 1955

Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten Baugrunduntersuchungen

DIN 4022^{*)}

Blatt 1

Ersatz für DIN 4022

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt im Bereich des gesamten Bauwesens für die Untersuchung des Baugrundes. Sie ist in erster Linie für den Bohrmeister und den Bohrunternehmer, ferner für den Bearbeiter von Bohr- und Schürfproben gedacht.

Soweit es möglich ist, schließt sie sich im Benennen der Bodenarten anderen Normen an.

Bei der Anwendung der Norm ist besonders die Norm DIN 4021: „Baugrund und Grundwasser, Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze“ zu berücksichtigen.

2 Formblätter

Die Bohr- und Schürfergebnisse sind in die vorgeschriebenen Formblätter einzufügen, und zwar in das Formblatt für das Kopfblatt (Anlage 1) und in dasjenige für das eigentliche Schichtenverzeichnis (Anlage 2).

3 Ausfüllen der Formblätter

3.1 Das Kopfblatt (Anlage 1) dient zum Kennzeichnen der Bohrungen nach Namen, Nummer, Ort, Zeit, Höhenlage, Zweck, Ausführungsart usw. (vgl. hierzu das Beispiel, Anlage 3¹).

Die Lage muß durch eine Lageskizze so genau angegeben werden, daß die Bohr- und Schürfstelle jederzeit wiedergefunden werden kann.

Der Bohrpunkt ist auf einen Höhenpunkt, am besten auf NN., einzumessen. Wenn möglich, soll er durch Eintragung des Hoch- und Rechtswertes, der aus den neuen topographischen Karten mit eingezeichneten Planquadranten zu entnehmen ist, festgelegt werden.

Bei Bohrungen in Baugruben, Brunnenschächten oder unter Wasser ist zu beachten, daß die Höhe des Ansatzpunktes nicht

¹⁾ Die Formblätter sind auf festem Papier und dünnem Durchschlagpapier einseitig bedruckt im Format DIN A 4 und DIN A 5 vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin W 15 und Köln zu beziehen.

²⁾ Die Richtlinien sind auf festem Papier gedruckt von derselben Stelle einzeln zu beziehen.

³⁾ Frühere Ausgaben: DIN 4022: 4.38

Änderung gegenüber DIN 4022:

Inhalt vollständig überarbeitet und in Blatt 1 und 2 aufgeteilt.

immer gleich der Geländehöhe ist. Der Unterschied zwischen Geländehöhe und Ansatzpunkt ist anzugeben.

3.2 Das Formblatt für das eigentliche Schichtenverzeichnis (Anlage 2) soll gewährleisten, daß die Eintragungen in einer bestimmten Reihenfolge und unter vollständiger Angabe aller wichtigen Eigenschaften der Boden- und Gesteinsarten vorgenommen werden. Es ist vom Bohrmeister während der Bohrung an Ort und Stelle an Hand der Richtlinien (Anlage 5²³) mit Ausnahme der Angaben zu Spalte 4g (geologische Kennzeichnung) auszufüllen. Wo keine Angabe gemacht werden kann, ist ein Strich einzutragen.

3.3 Richtlinien für das Ausfüllen der einzelnen Spalten des Schichtenverzeichnisses

(vgl. hierzu das Beispiel, Anlage 4¹)).

In der Norm werden unterschieden:

*Lockergestein = Bodenart
Festgestein = Fels.*

Benannt wird eine Bodenart nach der Bodenhauptart und vorhandenen Beimengungen, wobei unter Bodenhauptart der kennzeichnende Anteil einer Bodenart (im Gegensatz zu den Beimengungen) verstanden wird.

Andere Gliederungen erübrigen sich im Geltungsbereich dieser Norm.

3.31 Zu Spalte 2a (Bodenhauptart):

Hier sollen nur die folgenden Benennungen verwendet werden: Steine, auch kleine

und große Blöcke über 60 mm

Grobkies 20 bis 60 mm

Mittelkies 6 bis 20 mm

Feinkies 2 bis 6 mm

(etwa über Streichholzkopfgröße)

Grobsand 0,6 bis 2 mm

(etwa über Grobgrießgröße)

Mittelsand 0,2 bis 0,6 mm

(etwa Grießgröße)

Feinsand 0,06 bis 0,2 mm

(Einzelkörner eben

Schluff 0,002 bis 0,06 mm

noch erkennbar)

Ton kleiner als 0,002 mm

(Einzelkörner nicht

mehr mit bloßem

Auge erkennbar)

³⁾ Die Richtlinien soll der Bohrmeister stets bei sich haben.

Torf (nicht „Moor“ nennen!)
Kohle (Steinkohle und Braunkohle)
Fels (Für Baugrundzwecke genügt in Spalte 2a im allgemeinen die Angabe „Fels“. Einzelangaben wie Sandstein, Kalkstein, Granit, Gips usw. sind in Spalte 4f zu bringen).

Unterschiede zwischen Schluff und Ton: Bei längerem Reiben zwischen den Fingern gibt Ton einen glatten, Schluff einen feinschuppigen Belag. Beim Schütteln von gut feuchtem Schluff in der hohen Hand tritt auf der Oberfläche Wasser aus. Die Oberfläche wird dann glänzend, wird aber wieder matt, wenn sie gedrückt wird.

Da Mutterboden als belebter Boden bei Bauarbeiten auszusetzen ist, interessiert seine Zusammensetzung nicht. Er ist deshalb auch in der Spalte 2a (Bodenhauptart) als solcher zu bezeichnen. Benennungen wie Lehm, Mergel, Löß, Schlick, Faulschlamm sind nicht für die Bodenhauptart zu verwenden, sondern in Spalte 4f oder g einzutragen.

3.32 Zu Spalte 2b (Beimengungen):

Die im Abschnitt 3.31 angegebenen Bodenhauptarten (außer Fels) treten auch als Beimengungen auf. Sie sind in der auf Anlage 5 angegebenen Art in der Spalte 2b einzutragen, soweit sie zur Kennzeichnung der Bodenart beitragen.

Zusätzlich können unwesentliche Beimengungen wie Kohlenzerreibsel, Ziegelbrocken, Muschelschalen⁴), Holzreste usw. in der Spalte 7 (unter Bemerkungen) eingetragen werden.

Der Grad der Beimengungen wird mit „viel“ oder „wenig“ oder mit „stark“ oder „schwach“ ausgedrückt, z. B. wenig Feinsand, stark tonig.

3.33 Zu Spalte 2c (Farbe):

Es ist stets die Farbe der bodenfrischen Probe einzutragen. Farbänderungen bei dem Trocknen sind in der Spalte 7 (Bemerkungen) einzusetzen.

3.34 Zu Spalte 3d (Festigkeit beim Bohren):

Beispiele: Weich, locker, festgelagert; mürbe, zäh, hart, fest, brüchig; nur mit Meißel zu lösen, durch Sprengen zu lösen usw.

3.35 Zu Spalte 3e (Besondere Merkmale):

Beispiele: Kalkfrei oder kalkig⁵); knetbar, weich oder steif, plastisch, mager, fett, schmierig oder klebend; zersetzt oder

⁴⁾ Pflanzliche oder tierische Versteinerungen sind mit genauer Angabe der Fundschicht gut aufzuheben.

⁵⁾ Kalkgehalt ist beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure am Aufbrausen erkennbar.

frisch; grusig, kleinstückig, schiefrig, klüftig, schichtig; Fallwinkel (bei Kernen).

3.36 Zu Spalte 4f (Übliche Benennung):

Hier kann der Bohrmeister, wenn er genügend Erfahrung hat, neben besonderen, nur örtlich üblichen, auch allgemein bekannte Benennungen bringen, soweit sie zur besonderen Kennzeichnung der Schicht beitragen, wie z. B. Dünen sand, Löß, Faulschlamm, Wiesen kalk, Geschiebel ehm, Grünsand, Muschelkalk, Flinz, Mergel, Schreibkreide.

3.37 Zu Spalte 4g (Geologische Kennzeichnung):

Diese Spalte soll nicht vom Bohrmeister oder dem Bohrunternehmen ausgefüllt werden, sondern vom wissenschaftlichen Be arbeiter.

3.38 Zu Spalte 7 (Bemerkungen):

Hierher gehören in erster Linie sämtliche Angaben über die Wasserführung, wie Feuchtigkeit, Wasserzutritt, Wasserverlust, Wasserstand im Bohrloch und seine Änderung beim Bohren, Beschaffenheit des Wassers. Wird in der Bohrung überhaupt kein Wasser angetroffen, so ist dies am Schluß des Schichtenverzeichnisses gesondert zu vermerken. Ferner gehören hierher Angaben über Bodenauftrieb, Auftreten von Schwimmsand, Schwierigkeiten beim Bohren, Gasausbrüche, Gerätewechsel usw. Wenn nötig, können eingehendere Angaben auf einem besonderen Blatt eingetragen werden.

3.39 Zu Spalte 5 und 6 (Entnahme von Bodenproben):

Gestörte und ungestörte Bodenproben sind grundsätzlich nach DIN 4021 „Baugrund und Grundwasser. Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze“ zu entnehmen, laufend zu benummern, zu verpacken, zu beschriften und aufzubewahren. Bei jedem Wechsel der Bodenschichten, mindestens aber alle Meter, ist wenigstens eine gestörte Probe zu entnehmen. Zahl und Entnahmetiefe der ungestörten Proben bestimmt der Auftraggeber. In den Spalten 5 und 6 sind nur ungestörte Proben einzutragen; Nummern und Entnahmetiefen gestörter Proben können in der Spalte 7 (Bemerkungen) oder in einer Anlage aufgeführt werden.

4 Zeichnerische Darstellung

Hierfür gilt DIN 4023 „Baugrund- und Wasserbohrungen. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.“

Aktenzeichen: _____

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis
(für Baugrunduntersuchungen)

Bohrung/Schurf Nr.: _____ Ort: _____

Beginn: _____ Beendigung: _____

Karte 1 : 25 000 Blatt¹⁾: _____ Neue/Alte Nr.: _____Karte 1 : 100 000 Blatt¹⁾: _____ Nr.: _____Gitterwerte¹⁾: rechts: _____ hoch: _____Höhenlage des Ansatzpunktes zu NN¹⁾: _____ oder zu einem Festpunkt¹⁾: _____Bezeichnung des Festpunktes¹⁾: _____Höhenlage des Festpunktes zu NN¹⁾: _____

Ansatzpunkt liegt _____ unter Gelände

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

Bohrmeister: _____

Bohrverfahren:

a) Bohrgerät: _____

b) Verrohrung: _____

c) Anfangs- und Enddurchmesser: _____

Aufbewahrungsort der Proben: _____

Bemerkungen: _____

Bearbeiter oder Einsender: _____

Ort: _____ Tag: _____ Unterschrift: _____

¹⁾ Gegebenenfalls vom Auftraggeber einzutragen.

Raum für Lageplan

(Die Lage muß so genau angegeben werden, daß die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlage geben.)

Schichtenverzeichnis
(für Baugrunduntersuchungen)

Ort: _____
Bohrung/Schurf Nr.: _____ Zeit: _____

Mächtigkeit in Metern	Erbohrte Schichten				Ungestörte Proben		Bemerkungen besonders Angaben über Wasserführung
	a) Bodenhauptart	d) Festigkeit beim Bohren	f) Übliche Benennung	Nr.	Tiefe in Metern für Unterkante Stützen		
Bis . . . m unter An- satzpunkt	b) Beimengungen	e) Besondere Merkmale	g) Geologische Kennzeichnung ¹⁾				
I	2	3	4	5	6	7	
Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 1							
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						
	a)	d)	f)				
	b)	e)	g)				
	c)						

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis
(für Baugrunduntersuchungen)

Bohrung/Schurf¹) Nr.: 4 (1954) Ort: Mittelhausen, am Nordfuß des Kirchberges

Beginn: 10. 3. 1954 Beendigung: 18. 3. 1954

Karte 1: 25 000 Blatt²: A-dorf Neue/Alte¹) Nr.: 1673

Karte 1: 100 000 Blatt²: B-stadt Nr.: 320

Gitterwerte¹): rechts: 3549 hoch: 5805

Höhenlage des Ansatzpunktes zu NN²): — oder zu einem Festpunkt²): + 10 m

Bezeichnung des Festpunktes²): Pflasteroberkante der benachbarten Straße

Höhenlage des Festpunktes zu NN²): + 110 m

Ansatzpunkt liegt 1,50 m unter Gelände

Auftraggeber: Hochbauamt in B-stadt

Auftragnehmer: Brunnenbaumeister Müller, B-stadt

Bohrmeister: W. Schmidt

Bohrverfahren:

a) Bohrgerät: Schappe, ab 20 m unter Gelände Kerngerät

b) Verohrung: ja

c) Anfangs- und Enddurchmesser: 355 mm und 168 mm

Aufbewahrungsart der Proben: Hochbauamt in B-stadt

Bemerkungen: In 10 m Tiefe wurde ein Stein zermeißelt

Bearbeiter oder Einsender¹): Eingesandt von Brunnenbaumeister Müller, B-stadt

Ort: B-stadt Tag: 20. 3. 1954 Unterschrift: H. Müller

¹) Nichtzutreffendes streichen.

²) Gegebenenfalls vom Auftraggeber einzutragen.

Raum für Lageplan

(Die Lage muß so genau angegeben werden, daß die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlage geben.)

Schichtenverzeichnis

(für Baugrunduntersuchungen)

Seite

Zeit: 10. bis 18. 3. 1954

Mächtigkeit in Metern	Erbohrte Schichten			Ungestörte Proben		Bemerkungen besonders Angaben über Wasserführung
	a) Bodenhauptart	d) Festigkeit beim Bohren	f) Übliche Benennung	Nr.	Tiefe in Metern für Unterkante Stützen	
Bis m unter An- satzpunkt	b) Beimengungen	e) Besondere Merkmale	g) Geologische Kennzeichnung ²⁾			
I	2	3	4	5	6	7
Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 1						
0,50	a) Mutterboden	d)	f)			
	b) Humus	—	—	—	—	—
0,50	c) dunkelgrau	—	—			
5,20	a) Mittelsand	d) lose gelagert	f)			
	b) wenig Feinkies	—	—	—	—	Grundwasser 3,90 m unter Ansatzpunkt angebohrt
5,70	c) hellgrau	e) kalkfrei	g) Talsand			
0,70	a) Torf	d) leicht zu bohren, weich	f)			
	b) Holzreste	—	—	1	6,12	Aus dem Bohrloch tritt Gas aus
6,40	c) schwarz	e) kalkfrei	g) Flachmoortorf			
6,20	a) Ton	d) schwer zu bohren	f)	2	6,80	
	b) Sand, Schluff, Steine	—	—			Kein Wasserzutritt
12,60	c) grau	e) kalkig	g) Giebemergel	3	12,25	
3,50	a) Kies	d) dicht gelagert	f)			
	b) Grobsand, Steine	—	—			Bei 13,60 m Stein, Meißelarbeit erforderlich, Grundwasser steigt bis 1,50 m unter Ansatzpunkt an
16,10	c) bunt	e) mit Kalk- gerölle	g) Schmelz- wassersand			
3,80	a) Schluff	d) gut zu bohren	f)			
	b) viel Feinsand	—	—	4	18,70	Kein Wasserzutritt
19,90	c) grau	e) kalkig, weich plastisch	g) Beckenton			
4,50	a) Fels	d) fest	f) Kalkstein			
	b) —	—	—			
24,40	c) gelblich	e) klüftig 15° Einfallen	g) Muschelkalk	5	Kern ge- bohrt von 20,50 m bis 20,90 m	Wasserverlust

¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.²⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Richtlinien
für das Ausfüllen des Schichtenverzeichnisses
 (für Baugrunduntersuchungen)
 (Auszug aus der Norm)

3.1 Kopfbrett: Ansatzpunkt = Standhöhe des Bohrstocks. Bei Bohrungen in Baugruben, Kellern oder von einer Wasseroberfläche aus ist Höhe des Ansatzpunktes nicht immer gleich Geländehöhe.

3.2 Alle Spalten auf der Bohrstelle laufend ausfüllen. Wo keine Angabe möglich, Strich eintragen.

3.31 Spalte 2a: Nur folgende Bezeichnungen verwenden:

Steine, auch kleine und großen Blöcke	über	60	mm
Grobkies	20 bis 60	mm	
Mittelkies	6 bis 20	mm	(etwa über Streichholzkopfgröße)
Feinkies	2 bis 6	mm	(etwa über Grobgrießgröße)
Grob sand	0,6 bis 2	mm	(etwa Grießgröße)
Mittelsand	0,2 bis 0,6	mm	(Einzelkörner eben noch erkennbar)
Feinsand	0,06 bis 0,2	mm	
Schluff	0,002 bis 0,06	mm	
Ton	kleiner als	0,002 mm	
Torf	(nicht „Moor“ nennen)		
Kohle	(Steinkohle und Braunkohle)		
Fels	(Einzelangaben wie Sandstein, Granit usw. in Spalte 4f bringen)		

Da Mutterboden als bleibter Boden bei Bauarbeiten auszusetzen ist, interessiert seine Zusammensetzung nicht. Er ist deshalb auch in der Spalte 2a (Bodenhauptart) als solcher zu bezeichnen.

3.32 Spalte 2b: Die unter 3.31 angegebenen Bodenarten außer Fels. Unwesentliche Beimengungen wie Kohlenerreibsel, Ziegelbrocken, Muschelschalen, Holzreste in Spalte 7 eintragen. Grad der Beimengung mit „viel“ oder „wenig“ oder mit „stark“ oder „schwach“ kennzeichnen, z. B. wenig Feinsand, stark Tonig.

3.33 Spalte 2c: Für die bodenfeuchte Probe angeben; Änderungen beim Trocknen unter Bemerkungen.

3.34 Beispiele auf der Rückseite!

3.35 Beispiele auf der Rückseite!

3.36 Spalte 4f: Hier außer örtlich üblichen auch allgemein bekannte Benennungen bringen, soweit sie eine Schicht besonders kennzeichnen. Beispiele auf der Rückseite!

3.37 Spalte 4g: Nicht vom Bohrmeister oder Bohrunternehmen auszufüllen.

3.38 Spalte 7: Unbedingt Wassersstände und ihre Änderungen beim Bohren angeben. Weitere Angaben auf der Rückseite.

3.39 Spalten 5 und 6: Gestörte und ungestörte Proben nach DIN 4021 einnehmen, laufend benummern und weiterbehandeln. Bei jedem Schichtwechsel, mindestens alle Meter, wenigstens eine gestörte Probe nehmen, ungestörte Proben nach Anordnung des Auftraggebers.

In Spalten 5 und 6 nur ungestörte Proben eintragen, Nummern und Entnahmetiefen der gestörten Proben in Spalte 7 (Bemerkungen), besser auf besonderem Blatt.

Beispiele
für die in den einzelnen Spalten anzuhwendenden Benennungen
 (für Baugrunduntersuchungen)

Spalte 2 a Bodenhauptart	Spalte 2 b Beimengungen	Spalte 2 c Farbe	Spalte 3 d Festigkeit beim Bohren	Spalte 3 e Besondere Merkmale	Spalte 4 f Übliche Benennung	Spalte 7 Bemerkungen
Steine, Blöcke über 60 mm	Humus, wenig Sand, viel Ton	weiß	weich	kalkfrei	Dünensand	Grundwasser 4,6 m unter Ansatz- punkt angebohrt
Grobkies 20 bis 60 mm	stark humos, schwach schluffig	grau rot	lose gelagert fest gelagert	kalkig kneibar	Löß	Grundwasser steigt bis auf 2,6 m unter Ansatzpunkt an
Mittelkies 6 bis 20 mm	mit viel Mittelkies u. dgl.	grün	locker	mager	Klei	Wasser versickert
Feinkies 2 bis 6 mm (etwa über Streich- holzkopfgröße)	braun bläulich	mürbe	fett	Wiesenkalk	Salzwasser erschlossen	
Grobsand 0,6 bis 2 mm (etwa über Grobgrießgröße)	gelblich-grau bunt	zäh	schmierig klebend	Faulschlamm	Boden treibt auf	
Mittelsand 0,2 bis 0,6 mm (etwa Grießgröße)	hart	fest	zersetzt	Geschiebelehrnh.	Gasausbrüche	
Feinsand 0,06 bis 0,2 mm (Einzelkörper eben noch erkenn- bar)	fest	brüchig	verwittert	Geschiebemergel	Schwimmsand	
Schluff 0,002 bis 0,06 mm	schwer zu bohren	frisch	Grünsand	Rohre klemmen	Meißelarbeit erforderlich	
Ton kleiner als 0,002 mm (Einzelkörper nicht mehr mit bloßem Auge erkennbar)	Meißel erforderlich u. dgl.	grusig	Muschelkalk	mit Schappe gebohrt	mit Schappe gebohrt	
Torf	Sprengen erforderlich	kleinstückig	Flinz	gekernrt	gekernrt	
Kohle	Bohrer sackt durch	schiefig	Schreibkreide	Angaben über Witterung	Angaben über Witterung	
Mutterboden	schichtig	schichtig	Gips	mit Kohlenzerreibsel, Pflanzenhäcksel, Muschelschalen u. dgl.	mit Kohlenzerreibsel, Pflanzenhäcksel, Muschelschalen u. dgl.	
Fels	klüftig	klüftig	Sandstein			
	aufgeschütteter Boden	aufgeschütteter Boden	Schieferton			
	u. andere	u. andere	Granit			

Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten Wasserbohrungen

DIN 4022*)
Blatt 2

Ersatz für DIN 4022

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Untersuchung der Wasserführung des Untergrundes durch Bohrungen. Sie ist in erster Linie für den Bohrmeister und den Bohrunternehmer, ferner für den Bearbeiter von Bohr- und Schürfproben gedacht.

Soweit es möglich ist, schließt sie sich im Benennen der Bodenarten anderen Normen an.

Bei der Anwendung der Norm ist besonders die Norm DIN 4021: „Baugrund und Grundwasser, Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze“ zu berücksichtigen.

2 Formblatt

Die Bohr- und Schürfergebnisse sind in die vorgeschriebenen Formblätter einzutragen, und zwar in das für das Kopfblatt (Anlage 1) und das für das eigentliche Schichtenverzeichnis (Anlage 2).

3 Ausfüllen der Formblätter

3.1 Das Kopfblatt (Anlage 1) dient zum Kennzeichnen der Bohrungen nach Namen, Nummer, Ort, Zeit, Höhenlage, Zweck, Ausführungsart usw. (vgl. hierzu das Beispiel, Anl. 3¹).

Die Lage muß durch eine Lageskizze so genau angegeben werden, daß die Bohr- oder Schürfstelle jederzeit wiedergefunden werden kann.

Der Bohrpunkt ist auf einen Höhenpunkt, am besten auf NN, einzumessen. Wenn möglich, soll er durch Eintragung des Hoch- und Rechtswertes, der aus den neuen topographischen Karten mit eingezeichneten Planquadranten zu entnehmen ist, festgelegt werden.

Bei Bohrungen in Baugruben, Brunnenschächten oder unter Wasser ist zu beachten, daß die Höhe des Ansatzpunktes nicht immer gleich der Geländehöhe ist. Der Unterschied zwischen Geländehöhe und Ansatzpunkt ist anzugeben.

3.2 Das Formblatt für das eigentliche Schichtenverzeichnis (Anlage 2) soll gewährleisten, daß die Eintragungen in einer bestimmten Reihenfolge und unter vollständiger Angabe aller wichtigen Eigenschaften der Boden- und Gesteinsarten vorgenommen werden. Es ist vom Bohrmeister während der Bohrung an Ort und Stelle an Hand der Richtlinien (Anlage 5²)) mit Ausnahme der Angaben zu Spalte 3g (geologische Kennzeichnung) auszufüllen. Wo keine Angabe gemacht werden kann, ist ein Strich einzutragen.

3.3 Richtlinien für das Ausfüllen der einzelnen Spalten des Schichtenverzeichnisses
(vgl. hierzu Beispiel, Anlage 4¹)).

In der Norm werden unterschieden:

Lockergestein = Bodenart
Festgestein = Fels.

Benannt wird eine Bodenart nach der Bodenhauptart und vorhandenen Beimengungen, wobei unter Bodenhauptart der kennzeichnende Anteil einer Bodenart (im Gegensatz zu den Beimengungen) verstanden wird.

Andere Gliederungen erübrigen sich im Geltungsbereich dieser Norm.

¹⁾ Die Formblätter sind auf festem Papier und dünnem Durchschlagpapier einseitig bedruckt im Format DIN A 4 und DIN A 5 vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin W 15 und Köln zu beziehen.

²⁾ Die Richtlinien sind auf festem Papier gedruckt von derselben Stelle einzeln zu beziehen.

³⁾ Die Richtlinien soll der Bohrmeister stets bei sich haben.

*) Frühere Ausgaben: DIN 4022: 4.38

Änderung gegenüber DIN 4022:

Inhalt vollständig überarbeitet und in Blatt 1 und 2 aufgeteilt.

3.31 Zu Spalte 3 (Erbohrte Schichten).

Die einzelnen Angaben sind in der aus dem Kopf ersichtlichen Reihenfolge hintereinander zu bringen, die Bodenhauptart und die übliche Benennung sind zu unterstreichen. Die Angaben zu 3a-c und 3f sind stets zu bringen, die übrigen nach Bedarf.

Zu Spalte 3a (Bodenhauptart):

Hier sollen nur die folgenden Benennungen verwendet werden:

Steine, auch kleine und große Blöcke	über 60 mm
Grobkies	20 bis 60 mm
Mittelkies	6 bis 20 mm
Feinkies	2 bis 6 mm
Grobsand	0,6 bis 2 mm
Mittelsand	0,2 bis 0,6 mm
Feinsand	0,06 bis 0,2 mm
Schluff	0,002 bis 0,06 mm
Ton	kleiner als 0,002 mm
Torf	(nicht „Moor“ benennen!)
Kohle	(Steinkohle und Braunkohle)
Fels	(Bei Wasserbohrungen genügt in Spalte 3a im allgemeinen die Angabe „Fels“. Einzelangaben wie Sandstein, Kalkstein, Granit, Gips usw. sind in Spalte 3f zu bringen).

(etwa über Streichholzkopfgröße)
(etwa über Grobgrießgröße)
(etwa Grießgröße)
(Einzelkörner eben noch erkennbar)
(Einzelkörner nicht mehr mit bloßem Auge erkennbar)

Unterschiede zwischen Schluff und Ton: Bei längerem Reiben zwischen den Fingern gibt Ton einen glatten, Schluff einen feinschuppigen Belag. Beim Schütteln von gut feuchtem Schluff in den hohen Hand tritt auf der Oberfläche Wasser aus. Die Oberfläche wird dann glänzend, wird aber wieder matt, wenn sie gedrückt wird.

Da Mutterboden als belebter Boden in der Bauwirtschaft auszusezen ist, interessiert seine Zusammensetzung nicht. Er ist deshalb auch in der Spalte 3a (Bodenhauptart) als solcher zu bezeichnen.

Benennungen wie Lehm, Mergel, Löß, Schlick, Faulschlamm sind nicht für die Bodenhauptart zu verwenden, sondern in Spalte 3 oder g einzutragen.

3.32 Zu Spalte 3b (Beimengungen):

Die im Abschnitt 3.31 angegebenen Bodenhauptarten (außer Fels) treten auch als Beimengungen auf. Sie sind einzutragen, soweit sie zur Kennzeichnung der Bodenart beitragen.

Zusätzlich können unwesentliche Beimengungen wie Kohlenzerreißsel, Ziegelbrocken, Muschelschalen⁴), Holzreste usw. in der Spalte 4 (unter Bemerkungen) eingetragen werden.

Der Grad der Beimengungen wird mit „viel“ oder „wenig“ oder mit „stark“ oder „schwach“ ausgedrückt, z.B.: wenig Feinsand, stark tonig.

3.33 Zu Spalte 3c (Farbe):

Es ist stets die Farbe der bodenfrischen Probe einzutragen. Farbänderungen beim Trocknen sind in der Spalte 4 (Bemerkungen) einzusetzen.

3.34 Zu Spalte 3d (Festigkeit beim Bohren):

Beispiele: Weich, locker, festgelagert; mürbe, zäh, hart, fest, brüchig; nur mit Meißel zu lösen, durch Sprengen zu lösen usw.

⁴⁾ Pflanzliche oder tierische Versteinerungen sind mit genauer Angabe der Fundschicht gut aufzuheben.

3.35 Zu Spalte 3e (Besondere Merkmale):

Beispiele: Kalkfrei oder kalkig⁵⁾; knetbar, weich oder steif, plastisch, mager, fett, schmierig oder klebend; zersetzt oder frisch; grusig, kleinstückig, schiefrig, klüftig, schichtig; Fallwinkel (bei Kernen).

3.36 Zu Spalte 3f (Übliche Benennung):

Hier kann der Bohrmeister, wenn er genügend Erfahrung hat, neben besonderen, nur örtlich üblichen, auch allgemein bekannte Benennungen bringen, soweit sie zur besonderen Kennzeichnung der Schicht beitragen, wie z. B. Dünensand, Löß, Faulschlamm, Wiesenkalk, Geschiebelehm, Grünsand, Muschelkalk, Flinz, Mergel, Schreibkreide.

3.37 Zu Spalte 3g (Geologische Kennzeichnung):

Diese Spalte soll nicht vom Bohrmeister oder dem Bohrunternehmen ausgefüllt werden, sondern vom wissenschaftlichen Bearbeiter.

3.38 Zu Spalte 4 (Bemerkungen):

Hierher gehören in erster Linie sämtliche Angaben über die Wasserführung wie Feuchtigkeit, Wasserzutritt, Wasserverlust,

⁵⁾ Kalkgehalt ist beim Befüpfen mit verdünnter Salzsäure am Aufbröpusen erkennbar.

Wasserstand im Bohrloch und seine Änderung beim Bohren, Schüttung und Absenkung bei Pumpversuchen, Beschaffenheit des Wassers. Wird in der Bohrung überhaupt kein Wasser angetroffen, so ist dies am Schluß des Schichtenverzeichnisses gesondert zu vermerken. Ferner gehören hierher Angaben über Bodenauftrieb, Auftreten von Schwimmsand, Schwierigkeiten beim Bohren, Gasausbrüche, Gerätewechsel usw. Wenn nötig, können eingehendere Angaben auf einem besonderen Blatt eingetragen werden.

3.39 Entnahme von Bodenproben

Bodenproben sind grundsätzlich nach DIN 4021 „Baugrund und Grundwasser. Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme; Grundsätze“ zu entnehmen, laufend zu benummern, zu verpacken, zu beschriften und aufzubewahren. Bei jedem Wechsel der Bodenschichten, mindestens aber alle Meter, ist wenigstens eine gestörte Probe zu entnehmen; Nummern und Entnahmetiefen gestörter Proben können in der Spalte 4 (Bemerkungen) oder in einer Anlage aufgeführt werden. Ungestörte Proben sind nur auf besondere Anordnung zu entnehmen.

4 Zeichnerische Darstellung

Hierfür gilt DIN 4023 „Baugrund und Wasserbohrungen. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.“

Aktenzeichen: _____

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis
(für Wasserbohrungen)

Bohrung/Schurf Nr.: _____ Ort: _____

Beginn: _____ Beendigung: _____

Karte 1 : 25 000 Blatt¹⁾: _____ Neue/Alte Nr.: _____Karte 1 : 100 000 Blatt¹⁾: _____ Nr.: _____Gitterwerte¹⁾: rechts: _____ hoch: _____Höhenlage des Ansatzpunktes zu NN¹⁾: _____ oder zu einem Festpunkt¹⁾: _____Bezeichnung des Festpunktes¹⁾: _____Höhenlage des Festpunktes zu NN¹⁾: _____

Ansatzpunkt liegt _____ unter Gelände

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

Bohrmeister: _____

Bohrverfahren:

a) Bohrgerät: _____

b) Verrohrung: _____

c) Anfangs- und Enddurchmesser: _____

Aufbewahrungsort der Proben: _____

Bemerkungen: (auch Angaben über Erfolg): _____

Bearbeiter oder Einsender: _____

Ort: _____ Tag: _____ Unterschrift: _____

¹⁾ Gegebenenfalls vom Auftraggeber einzutragen.

Raum für Lageplan

(Die Lage muß so genau angegeben werden, daß die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlage geben.)

Ort: _____

Bohrung Nr.: Zeit:

		Erbohrte Schichten			Bemerkungen, besonders Angaben über Wasserführung
Bis _____ m unter Ansatz- punkt	Mächtig- keit in Metern	a) Bodenhauptart	b) Beimengungen	c) Farbe	
		d) Festigkeit beim Bohren	e) Besondere Merkmale		
		f) Übliche Benennung	g) Geologische Kennzeichnung ¹⁾		
		(Reihenfolge einhalten; a-d stets ausfüllen, e-g nach Bedarf)			
1	2	3			4

Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 2

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis
(für Wasserbohrungen)

Bohrung/Schurf¹⁾ Nr.: 1 (1954) Ort: Mühlberg im Kirchale 1 km westlich des Bahnhofes

Beginn: 10. 3. 1954 Beendigung: 18. 3. 1954

Karte 1 : 25 000 Blatt²⁾: Mühlberg Neue/Alte²⁾ Nr.: 821

Karte 1 : 100 000 Blatt²⁾: A-burg Nr.: 122

Gitterwerte¹⁾: rechts: 2613 hoch: 5005

Höhenlage des Ansatzpunktes zu NN²⁾: + 387 m oder zu einem Festpunkt²⁾: —

Bezeichnung des Festpunktes²⁾: —

Höhenlage des Festpunktes zu NN²⁾: —

Ansatzpunkt liegt 1,50 m unter Gelände

Auftraggeber: Gemeinde Mühlberg

Auftragnehmer: Müller & Co., Brunnenbohrungen, A-burg

Bohrmeister: Karl Schulz

Bohrverfahren:

a) Bohrgerät: Schappe und Kiespumpe

b) Verrohrung: ja

c) Anfangs- und Enddurchmesser: 355 mm und 168 mm

Aufbewahrungsort der Proben: Städtische Werke Mühlberg

Bemerkungen (auch Angaben über Erfolg): Ein 8tägiger Pumpversuch ergab 35 m³/Stunde bei 2,5 m Absenkung. Filter von 18 bis 26 m

Tiefe unter Ansatzpunkt eingebaut. Beharrungszustand wurde erreicht.

Bearbeiter oder Einsender¹⁾: Eingesandt von Müller & Co.,

Ort: A-burg Tag: 25. 3. 1954 Unterschrift: H. Müller

¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

²⁾ Gegebenenfalls vom Auftraggeber einzutragen.

Raum für Lageplan

(Die Lage muß so genau angegeben werden, daß die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlage geben.)

Ort: Mühlberg im Kirchdale 1 km westlich des Bahnhofs

Bohrung Nr.: 1 (1954)

Zeit: 10. bis 18. 3. 1954

Bis m unter Ansatz- punkt	Mächtig- keit in Metern	Erbohrte Schichten			Bemerkungen besonders Angaben über Wasserführung
		a) Bodenhauptart	b) Beimengungen	c) Farbe	
		d) Festigkeit beim Bohren	e) Besondere Merkmale		
		f) Übliche Benennung	g) Geologische Kennzeichnung ¹⁾	(Reihenfolge einhalten; a-d stets ausfüllen, e-g nach Bedarf)	
1	2	3			4
Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 2					
0,40	0,40	Mutterboden	—	dunkelgrau	
2,35	1,95	Mittelsand	Feinkies	hellgrau	Grundwasserspiegel bei 2,00 m unter Gelände
8,70	6,35	lose gelagert		kalkfrei	
12,00	3,30	Schluff	Ton	braun	trocken — Bei 7,60 m wurde ein Stein zermeißelt
28,00	16,00	festgelagert		kalkfrei	
30,00	2,00	Geschiebelehm	—	—	
30,50	0,50	Kies	stark grobsandig	bunt	Grundwasserzufluss, Spiegel steigt bis 1,20 m unter Gelände an
		dicht gelagert		kalkfrei	
		Weserkies	—	—	
		Feinsand	schwach tonig	grünlich	Mit einzelnen Muschelschalen
		fest gelagert		kalkig	
		Grünsand	—	—	
		Fels	—	dunkel	trocken
		schwer zu bohren		kalkfrei, schiefrig	
		Schieferton	—	—	

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Richtlinien
für das Ausfüllen des Schichtenverzeichnisses

(für Wasserbohrungen)
 (Auszug aus der Norm)

3.1 Kopfblatt: Ansatzpunkt = Standhöhe des Bohrbocks. Bei Bohrungen in Baugruben, Kellern oder von einer Wasseroberfläche aus ist Höhe des Ansatzpunktes nicht immer gleich Geländehöhe.

3.2 Alle Spalten auf der Bohrstelle laufend ausfüllen. Wo keine Angabe möglich, Strich eintragen.

3.31 Spalte 3a: Nur folgende Benennungen verwenden:

Steine, auch kleine und große Blöcke	über 60	mm
Grobkies	20 bis 60	mm
Mittelkies	6 bis 20	mm
Feinkies	2 bis 6	mm (etwa über Streichholzkopfgröße)
Grob sand	0,6 bis 2	mm (etwa über Grobgrießgröße)
Mittel sand	0,2 bis 0,6	mm (etwa Grießgröße)
Feinsand	0,06 bis 0,2	mm (Einzelkörner eben noch erkennbar)
Schluff	0,002 bis 0,06	mm (Einzelkörner nicht mehr mit bloßem Auge erkennbar)
Ton	kleiner als 0,002	mm
Torf	(nicht „Moor“ nennen)	
Kohle	(Steinkohle und Braunkohle)	
Fels	(Einzelangaben wie Sandstein, Granit usw. in Spalte 3f bringen)	

Da Mutterboden als belebter Boden gilt, interessiert seine Zusammensetzung nicht. Er ist deshalb auch in der Spalte 3a (Bodenhauptart) als solcher zu bezeichnen. Benennungen wie Lehm, Mergel, Löß, Schlick, Faulschlamm sind nicht für die Bodenhauptart zu verwenden, sondern in Spalte 3f einzutragen.

3.32 Spalte 3b: Die unter 3.31 angegebenen Bodenarten außer Fels. Unwesentliche Beimengungen wie Kohlenzerreibsel, Ziegelbrocken, Muschelschalen, Holzreste in Spalte 4 eintragen. Grad der Beimengung mit „viel“ oder „wenig“ oder mit „stark“ oder „schwach“ kennzeichnen, z. B. wenig Feinsand, stark tonig.

3.33 Spalte 3c: Für die bodenfeuchte Probe angeben; Änderungen beim Trocknen unter Bemerkungen.

3.34 Spalte 3d: Beispiele auf der Rückseite.

3.35 Spalte 3e: Beispiele auf der Rückseite.

3.36 Spalte 3f: Hier außer örtlich üblichen auch allgemein bekannte Benennungen bringen, soweit sie eine Schicht besonders kennzeichnen. Beispiele auf der Rückseite.

3.37 Spalte 3g: Nicht vom Bohrmeister oder Bohrunternehmen auszufüllen.

3.38 Spalte 4: Unbedingt Wasserstände und ihre Änderungen beim Bohren angeben. Weitere Angaben auf der Rückseite.

3.39 Proben nach DIN 4021 entnehmen, laufend nummern und weiterbehandeln. Bei jedem Schichtwechsel, mindestens alle Meter, wenigstens eine gestörte Probe nehmen. Nummern und Entnahmetiefen in Spalte 4 (Bemerkungen), besser auf besonderem Blatt eintragen. Ungestörte Proben nur auf besondere Anordnung.

Beispiele
auf die in den einzelnen Spalten anzuwendenden Benennungen
 (für Wasserbohrungen)

Spalte 3 a Bodenhauptart	Spalte 3 b Beimengungen	Spalte 3 c Farbe	Spalte 3 d Festigkeit beim Bohren	Spalte 3 e besondere Merkmale	Spalte 3 f Übliche Benennung	Spalte 4 Bemerkungen
Steine, Blöcke über 60 mm	Humus, wenig Sand, viel Ton	weiß grau	weich lose gelagert	kalkfrei kalkig	Dünensand Löß	Grundwasser 4,6 m unter Ansatzpunkt angebohrt
Grobkies 20 bis 60 mm	stark humos, schwach schluffig	rot	fest gelagert	knetbar	Klei	Grundwasser steigt bis auf 2,6 m unter Ansatzpunkt an
Mittellkies 6 bis 20 mm	mit viel Mittelkies u. dgl.	grün braun bläulich	locker mürbe zäh	mager fett schmierig klebend	Schlick Wiesenkalk Faulschlamm Geschiebelehm	Wasser läuft frei aus Wasser steigt im Aufsatzrohr bis 1,10 m über Gelände an Wasser versickert
Feinkies 2 bis 6 mm (etwa über Streichholzkopfgröße)		gelblich-grau bunt	fest brüchig	zersetzt verwittert	Geschiebemergel Grünsand	Saltwasser erschlossen Boden treibt auf
Grobsand 0,6 bis 2 mm (etwa über Grobgrießgröße)		rostig	frisch		Muschelkalk	Gasausbrüche
Mittelsand 0,2 bis 0,6 mm	gefleckt	grün-streifig	schwer zu bohren	grusig	Flinz	Schwimmsand
Feinsand 0,06 bis 0,2 mm (Einzelkörner eben noch erkennbar)	u. dgl.		Meißel erforderlich Sprengen erforderlich	kleinstückig schiefrig schichtig	Schreibkreide Gips	Rohre klemmen Meißelarbeit erforderlich mit Schappe gebohrt
Schluff 0,002 bis 0,06 mm			Bohrer sackt durch	klüftig aufgeschütteter Boden	Sandstein Schieferfoton	Gekert Angaben über Witterung mit Kohlenzerreißsel Pflanzenhäcksel, Muschelschalen, Ziegelbrocken und dgl.
Ton kleiner als 0,002 mm (Einzelkörner nicht mehr mit bloßem Auge erkennbar)					Granit	
Torf					u. andere	
Kohle						
Mutterboden						
Fels						

Baugrund- und Wasserbohrungen

Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

DIN 4023

1 Zweck und Geltungsbereich

1.1 Diese Norm gilt für die in Säulenform (Schnitten) gebrachte zeichnerische Darstellung von Baugrund- und Wasserbohrungen¹⁾; für flächenhafte und kartenmäßige Darstellungen mit der Eintragung mehrerer übereinanderliegender Schichten, wie z. B. Baugrundkarten, ist sie nicht bestimmt. Sie schließt sich, soweit es ihr besonderer Zweck erlaubt, an die übliche Darstellung auf geologischen und bodenkundlichen Karten und an folgende Normen an:

- DIN 1179 Körnungen für Sand, Kies und zerkleinerte Stoffe.
- DIN 4021 Baugrund und Grundwasser. Erkundung, Bohrungen, Schürfe, Probenahme. Grundsätze.
- DIN 4022
 - Blatt 1 Schichtenverzeichnis und Benennen der Bodenarten. Baugrunduntersuchungen.
 - Blatt 2 Schichtenverzeichnis und Benennen der Bodenarten. Wasserbohrungen.
- DIN 4220 Landeskulturbau. Bodenbezeichnung und Bodenkartierung.

1.2 Es werden nur für die wichtigsten Boden²⁾ und Gesteinsarten Buchstabenabkürzungen, Zeichen und Farben vorgeschrieben, weitere sind bei Bedarf in Anlehnung an die genannten Normen oder an geologische und bodenkundliche Karten zu wählen (siehe auch Abschnitt 2.21).

1.3 Die Bedeutung der jeweils benutzten Buchstabenabkürzungen, Zeichen und Farben ist durch einen Schlüssel (Legende) zu erklären, dem der Hinweis „Nach DIN 4023“ beizufügen ist.

2 Kennzeichnung der Bohrergebnisse

2.1 Boden- und Gesteinsarten (siehe 1 bis 3)

2.11 Die Boden- und Gesteinsarten sind durch die auf Tafel 1 und 2 angegebenen Buchstabenabkürzungen, Zeichen, Schraffuren und Farben zu kennzeichnen, und zwar entweder durch Buchstabenabkürzungen allein oder durch Buchstabenabkürzungen und Zeichen (Schraffuren) oder durch Buchstabenabkürzungen, Zeichen (Schraffuren) und Farben.

Bei gemischten Bodenarten werden Bodenhauptart und Beimengung durch die Buchstabenabkürzung (Groß- und Kleinbuchstaben) und durch die Art und Stellung (Dichte) der Zeichen bzw. Schraffuren unterschieden; durch die Farbe kann nur die Bodenhauptart dargestellt werden.

Bodenhauptarten sind die in gemischten Bodenarten gewichtsmäßig am stärksten vertretenen Bodenarten oder solche, die den allgemeinen Charakter der Bodenart kennzeichnen.

Die Farben sind nach den Farbtafeln von Ostwald (Unesma-Farbtafeln) bezeichnet. Für die Verwendung von Farbstiften sind als Beispiel die Nummern der annähernd gleichfarbigen Stabilostifte zugefügt.

2.12 Die Gesteinsarten, die einheitlich zusammengesetzten Bodenarten und die Bodenhauptart in gemischten Bodenarten werden durch schwarze Buchstabenabkürzungen mit großen Anfangsbuchstaben³⁾ dargestellt, die in der Regel durch enggestellte schwarze Zeichen bzw. Schraffuren oder durch beides zusammen ergänzt werden.

¹⁾ Die Norm gilt auch für die Darstellung der Ergebnisse von Schürfen oder anderen (natürlichen oder künstlichen) Aufschlüssen.

²⁾ Unter Bodenarten werden hier die Lockergesteine wie Sand, Lehm, Ton usw. verstanden.

³⁾ Bei Sand und Kies werden die Sonderbezeichnungen „Grob-“, „Mittel-“ und „Fein-“ durch die vorgesetzten schwarzen Kleinbuchstaben g. und f. wiedergegeben.

2.13 Die Beimengung der gemischten Bodenarten wird durch schwarze Buchstabenabkürzungen mit kleinen Anfangsbuchstaben gekennzeichnet, die der Buchstabenabkürzung für die Bodenhauptart vorangestellt werden. Wenn zwei verschiedene Beimengungen für dieselbe Bodenhauptart angegeben werden sollen, sind die Buchstabenabkürzungen für diese durch ein Komma zu trennen, also z. B.:

Feinsandig-toniger Schluff = fs, tsu.

Außerdem werden in der Regel zur Kennzeichnung der Beimengung weitgestellte Zeichen bzw. gestrichelte Schraffuren zwischen die Zeichen und Schraffuren für die Bodenhauptart eingestreut (siehe Tafel 1 bis 3). Zwei verschiedene Beimengungen lassen sich zeichnerisch nicht immer unmißverständlich darstellen.

2.14 Schwache Beimengung wird durch ein Auslassungszeichen (') hinter, starke durch einen Strich (—) über der Buchstabenabkürzung der Beimengung kenntlich gemacht. Ist die Kornverteilung bekannt, so ist der Grad der Beimengung zu kennzeichnen

als schwach bei einem Gewichtsanteil unter 15%,
als stark bei einem Gewichtsanteil von über 30 bis 50%.

Beispiele:

Schwach humoser Lehm = h'L

Stark schluffiger Sand = suS

Schwach sandiger Kies (Sandgehalt unter 15%) = s'Ki

Sandiger Kies (Sandgehalt von 15 bis 30%) = sKi

Stark sandiger Kies (Sandgehalt über 30 bis 50%) = s'Ki.

2.2 Besondere Zeichen (siehe Tafel 4)

2.21 Durch besondere Zeichen werden die Art des Aufschlusses, die Lagerung der Schichten, die Probenahme, der Grundwassersstand und einige bautechnisch wichtige Eigenschaften dargestellt (siehe Abschnitt 1.3).

2.22 Künstliche Aufschlüsse werden wie folgt bezeichnet:

Schurf durch die Abkürzung Sch

Bohrung durch die Abkürzung B

Kernbohrung durch die Abkürzung K-B.

2.23 Streichen und Fallen der Schichten wird durch einen Strich in der Streichrichtung und einen senkrecht daraufstehenden Pfeil in der Fallrichtung mit der Gradzahl der Abweichung von der Waagerechten dargestellt. Dabei gilt die Säulenachse (siehe Abschnitt 3.1) als Nordrichtung. Wird das Fallen in Neugrad angegeben, ist es besonders zu bemerken.

2.24 Entnahmestellen von ungestörten Proben werden in den Säulen (siehe Abschnitt 3.1) durch ein volles stehendes Rechteck, Entnahmestellen von Bohrkernen durch ein durchkreuztes stehendes Rechteck gekennzeichnet. Die Unterkante des Rechtecks entspricht in ihrer Tiefenlage der Unterkante der Probe; sie wird mit der zugehörigen Schicht durch einen waagerechten Strich verbunden. Auf dem Strich stehen Probe- bzw. Kernnummer und Entnahmetiefe, bezogen auf Unterkante Probe.

2.25 Der Grundwasserspiegel wird auf der rechten Seite der Säulen in der Tiefe, auf die er sich nach dem Anbohren unter Berücksichtigung der erforderlichen Beobachtungszeit eingestellt hat, durch einen waagerechten längeren Strich mit einem auf der Spitze stehenden leeren gleichseitigen Dreieck und der daneben stehenden Tiefenangabe in m unter Ansatzpunkt oder bezogen auf NN eingetragen. Unter dem Strich wird der Zeitpunkt der Beobachtung (Tag, Monat, Jahr) in Klammern eingetragen. Das Ansteigen des Grundwassers im Bohrloch nach dem

Anbohren einer gespanntes Wasser führenden Schicht sowie das Versickern z. B. beim Antreffen einer Kluft sind durch einen Pfeil in der auf Tafel 4 angegebenen Art darzustellen, wobei der Pfeil in der Tiefe beginnt, bei deren Erbohrung das Ansteigen oder Versickern eintrat. Der Ruhewasserspiegel nach Beendigung der Bohrarbeiten wird in derselben Weise, jedoch mit einem vollen Dreieck eingetragen. In diesem Falle wird die Zeitangabe nicht eingeklammert.

2.26 Zeichen für einige bautechnisch wichtige Eigenschaften enthält die Tafel 4.

3 Darstellung im Schnitt (siehe Tafel 4)

3.1 Die Schichtenfolge von Schürfen und Bohrungen wird in der Regel in einzelnen Säulen dargestellt. Werden diese zu einem durchgehenden Profil nebeneinander gestellt, so sollen die einzelnen Schichten nur dann untereinander verbunden werden, wenn die geologischen Verhältnisse hinreichend klar sind.

Die Säulen bestehen entweder

nur aus einem senkrechten Strich mit Querstrichen für die Schichtgrenzen und je einem längeren Querstrich am oberen und unteren Ende

oder

aus zwei senkrechten Strichen (in der Regel im Abstand von 1 cm), die in Höhe der Schichtgrenzen durch Querstriche ver-

bunden und oben und unten durch längere Querstriche begrenzt werden.

3.2 Als Höhenmaßstab ist nach Möglichkeit 1 : 100 zu wählen, die Tiefen sind in m anzugeben.

3.3 Über jeder Säule sind Art und Nummer des Aufschlusses nach Abschnitt 2.22 und die Geländehöhe des Ansatzpunktes, bezogen auf NN oder auf einen Festpunkt, anzugeben.

3.4 Auf der Verlängerung der Schichtgrenzen wird rechts die Tiefe unter Ansatzpunkt oder bezogen auf NN eingetragen. Die Endtiefe steht unter dem letzten Querstrich.

3.5 Höhenangaben, die sich auf NN oder einen Festpunkt beziehen, werden wie im Beispiel 1 und 3 der Tafel 4, solche, die sich auf die Lage unter Ansatzpunkt beziehen, wie im Beispiel 2 der Tafel 4 kenntlich gemacht.

3.6 Die einzelnen Schichten werden in den Säulen nach Abschnitt 2.1 und den Tafeln 1 bis 4 gekennzeichnet. Links der Säulen stehen die Buchstabenkürzungen und die Zeichen für bautechnische Eigenschaften, rechts alle anderen Zeichen und die Tiefenzahlen.

4 Buchstabenabkürzungen, Zeichen und Farben

Tafel 1 Bodenarten

Als Bodenart (I)	Als Beimengung (II)	Abkürzung ⁴⁾ für I II	Darstellung					
			Zeichen ⁴⁾ für I II		Flächenfarbe	Farben nach Ostwald	Entspricht Stabilo- Nr.:	
1	2	3 4	5	6	7	8	9	
a) Bodenhauptarten								
Steine, Blöcke	über 63 mm	steinig, mit Blöcken	St	st	△ △	△ △	hellgelb	1 ia
Kies (Grand)	2 bis 63 mm	kiesig	Ki	ki	○ ○	○ ○	hellgelb	2 ia
Grobkies	20 bis 63 mm	grobkiesig	gKi	gki	○ ○ ○ ○	○ ○	hellgelb	2 ia
Mittelkies	6 bis 20 mm	mittelkiesig	mKi	mki	○ ○ ○ ○	○ ○	hellgelb	2 ia
Feinkies	2 bis 6 mm	feinkiesig	fKi	fki	○ ○ ○ ○	○ ○	hellgelb	2 ia
Sand	0,06 bis 2 mm	sandig	S	s	● ● ● ●	● ● ● ●	orangegelb	3 ia
Grobsand	0,6 bis 2 mm	grobsandig	gS	gs	● ● ● ●	● ● ● ●	orangegelb	3 ia
Mittelsand	0,2 bis 0,6 mm	mittelsandig	mS	ms	● ● ● ●	● ● ● ●	orangegelb	3 ia
Feinsand	0,06 bis 0,2 mm	feinsandig	fS	fs	● ● ● ●	● ● ● ●	orangegelb	3 ia
Schluff	0,002 bis 0,06 mm	schluffig	Su	su	/ / / / / / / /		kreß(orange)	6 ia
Ton ⁵⁾	unter 0,002 mm	tonig	T	t			violett	12 na
Torf ⁶⁾	—	—	Tf	—	= = = = = = = =		dunkelbraun	4 ni
Kohle	—	—	Ko	—			weiß	—
b) Weitere Bodenarten⁷⁾								
Lehm (Auelehm), Gehängelehm, Verwitterungslehm	lehmig	L	I	/ / / / / / / /		—	hellbraun	5 gc
Geschiebelehm	—	GL	—	/ / / / / / / /		—	hellbraun	5 gc
Geschiebemergel	—	GMe	—	/ / / / / / / /		—	hellbraun	5 gc
Löß	—	Lö	—	/ / / / / / / /		—	kreß(orange)	4 pa
Lößlehm	—	Löl	—	/ / / / / / / /		—	kreß(orange)	4 pa
Mergel (als Lockergestein)	—	Me	—	/ / / / / / / /		—	blau	15 ea
Schlick (Klei)	schlickig	Sl	sl	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		—	violett	12 na
Faulschlamm (Mudde)	faulschlammhaltig, muddig	Fa	fa	▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼		▼	grau	i
Wiesenkalk, Seekalk, Seekreide	—	WK	—	→ → → → → → → →		—	blau	15 ea
Humus ⁸⁾	humos	H	h	— — — — — — — —		—	dunkelbraun	4 ni
—	kalkig ⁹⁾	—	k	—	—	—	—	—

Mutterboden⁵⁾) und Auffülle können je nach ihrer Zusammensetzung stark humoser Sand ($\bar{h}S$), stark humoser Lehm ($\bar{h}L$) usw. bzw. steiniger Ton (stT), Sand (S), kiesiger Lehm (kiL) usw. sein. Sie werden mit den hierüber gegebenen Abkürzungen und Zeichen dargestellt: in die Zeichen sind die Abkürzungen Mu bzw. A einzuschreiben (siehe die Beispiele in Tafel 4).

4) Abkürzungen, Zeichen und Schraffuren stets in schwarz.

⁵⁾ Der Ausdruck „Letten“ ist zu vermeiden, da darunter je nach der Gegend ein schluffiger Lehm, fetter Ton oder ein durch sandige Einlagerungen geschichteter oder geschieferter Ton verstanden wird.

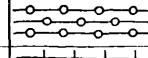
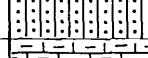
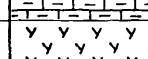
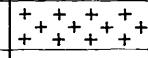
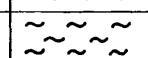
4) „Moor“ ist ein geographischer Begriff für ein nasses Gelände mit einer bestimmten Pflanzengemeinschaft, „Torf“ ist die aus dieser entstandene Bodenart.

7) Hierunter werden Abkürzungen und Zeichen für die nach DIN 4022 im Schichtenverzeichnis nicht in der Spalte für Bodenhauptarten, sondern in den für übliche und geologische Benennungen aufgeführten Bodenarten gebracht.

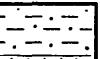
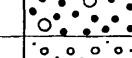
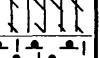
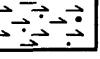
⁸⁾ „Mutterboden“ ist der humushölige, durchwurzelte und durchlüftete, Kleinlebewesen enthaltende Teil des Bodenprofils. Reiner „Humus“ kommt als Mutterboden nur selten vor. Jedoch ist im allgemeinen die oberste Torfschicht in Mooren als Humus zu bezeichnen. Für tieferen Bodenschichten ist der Ausdruck Humus nicht anzuwenden, in diesem Falle handelt es sich z. B. um Torf, Faulschlamm, Mutterde, „Moorerde“ ist sandiger Humus.

⁹⁾ Der Kalkgehalt wird nicht durch Zeichen oder Farbe, sondern nur durch Beifügung eines „k“ vor die Abkürzung angegeben, z. B. KT = kalkiger Ton

Tafel 2 Gesteinsarten

Gesteinsart	Abkürzung ¹⁾	Darstellung			
		Zeichen ¹⁾	Flächenfarbe	Farbe nach Ostwald	
Fels, allgemein	Fls		dunkelbraun	5 pl	8745
Tonstein, Schieferton	Tst		violett	12 na	8755
Schiefer, Tonschiefer	Schi		violett	12 na	8755
Sandstein, Quarzit, Grauwacke	Sst, Q, Gw		hellbraun	3 ne	8739
Konglomerat, Nagelfluh, Brekzie	Kg, Nfl, Br		hellbraun	3 ne	8739
Kalkstein, Dolomit	Kst, Do		blau	14 na	8731
Kreide	Kr		blau	14 na	8731
Kalktuff, Travertin	Ktr		blau	14 na	8731
Flinz	Fl		violett	12 na	8755
Mergelstein	Mest		blau	14 na	8731
Gips, Anhydrit, Steinsalz	Gi, Ah, Na		hellgrün	23 ia	8733
Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Gabbro	Gr, Sy, Dr, D, Gb		karmin	8 na	8750
Porphyrr, Quarzporphyrr, Porphyrit, Melaphyr, Trachit, Phonolith, Basalt, Andesit	P, Qp, Pp, M, Tr, Ph, B, An		zinnober	6 pa	8740
Gneis, Phyllit	Gn, Phy		violett	12 na	8755

Tafel 3 Beispiele für die Darstellung gemischter Bodenarten

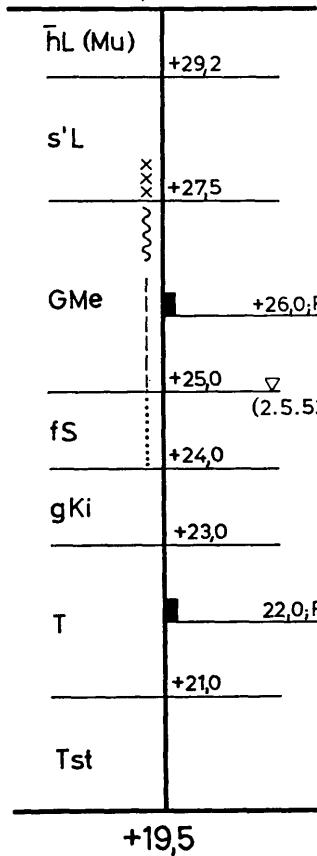
schwach humoser Sand	h 'S		feinsandiger Humus	fsH	
mittelkiesiger Grobsand	mkigS		schluffiger Ton	suT	
sandiger Feinkies	sfKi		toniger Schlick	tSl	
steiniger Grobkies	stgKi		sandiger Faulschlamm	sFa	
stark schluffiger Lehm	suL		humoser, sandiger Wiesenkalk	h, sWk	

Tafel 4

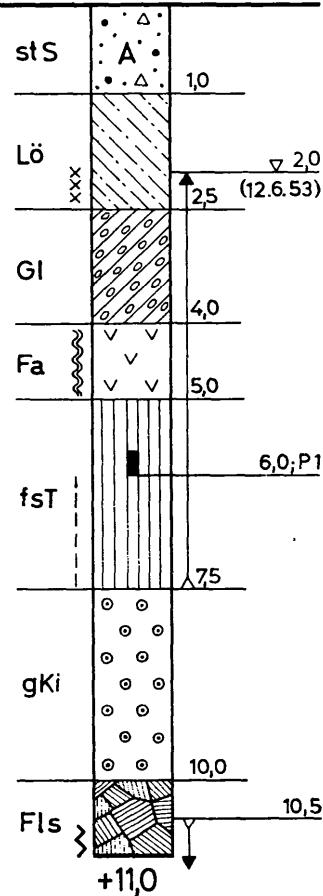
Beispiele für die Darstellung im Schnitt

Höhenmaßstab 1 : 100

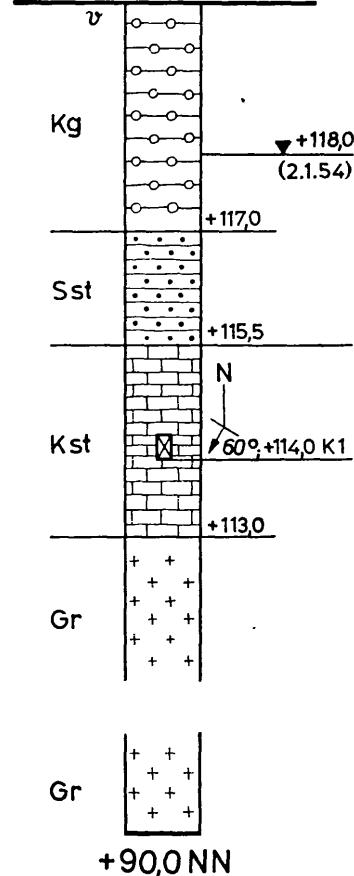
Beispiel 1

Sch 1
+30,0 NN

Beispiel 2

B 2
+22F

Beispiel 3

K-B 3
+120,0 NN

Besondere Zeichen

Über dem Schnitt

Sch = Schurf

B = Bohrung

K-B = Kernbohrung

P = ungestörte Probe

K = Bohrkern

F = Festpunkt

Rechts des Schnittes

■ +8,7 P2 Ungestörte Probe aus + 8,7 m Tiefe

☒ 12,1 K1 Bohrkern aus 12,1 m Tiefe unter Gelände

▽ 5,0 (2.5.53) Grundwasser am 2.5.1953 in 5,0 m unter Gelände angebohrt

▼ +25 10.5.53 Ruhewasserstand nach Beendigung der Bohrarbeiten

▽ 1,5 7,5 Artesisches Grundwasser in 7,5 m u. Gel. angeb., Anstieg bis auf 1,5 m

+34 Wasser versickert in + 34,0

N 45° Streichen (hier SW—NO) und Fallen (hier 45° nach SO)

Links des Schnittes

xx naß

... Schwimmsand

// weich

|| sehr weich

— steif

~ klüftig

v Verwitterungszone

Einzelpreis dieser Nummer 2,40 DM.

Einzellieferungen nur durch die August Bagel Verlag GmbH., Düsseldorf, gegen Voreinsendung des Betrages zu-
zügl. Versandkosten (je Einzelheft 0,15 DM) auf das Postscheckkonto Köln 8516 oder auf das Girokonto 35415 bei
der Rhein. Girozentrale und Provinzialbank Düsseldorf. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.)