

# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

14. Jahrgang	Ausgegeben zu Düsseldorf am 5. Oktober 1961	Nummer 111
--------------	---	------------

## Inhalt

### I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
23234	7. 9. 1961	RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten Einführung von Normblättern als einheitliche technische Baubestimmungen (ETB); hier: DIN 4014 – Bohrfähle – . . . . .	1576
23234	7. 9. 1961	RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten Einführung von Normblättern als einheitliche technische Baubestimmungen (ETB); hier: DIN 4019 Blatt 2 – Setzungsberechnungen bei schräg und bei außermittig wirkender Belastung – . . . . .	1590
23234	7. 9. 1961	RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten Anerkannte Institute für Baugrundfragen . . . . .	1598

## I.

23234

**Einführung von Normblättern als einheitliche technische Baubestimmungen (ETB); hier: DIN 4014 — Bohrpfähle**

RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten v. 7. 9. 1961 —  
II B 2 — 2.710 Nr. 1482/61

- 1 Vom Fachnormenausschuß Bauwesen sind Richtlinien für die Herstellung und zulässige Belastung von Bohrpfählen und Erläuterungen hierzu aufgestellt worden. Das Normblatt

**DIN 4014** (Ausgabe Dezember 1960) —

Bohrpfähle; Herstellung und zulässige Belastung; Richtlinien — Anlage 1

Anlage 1

wird unter Bezugnahme auf Nr. 1.4 meines RdErl. v. 20. 6. 1952 (MBl. NW. S. 801/SMBL. NW. 2323) für das Land Nordrhein-Westfalen bauaufsichtlich eingeführt und hiermit auf Grund der ordnungsbehördlichen Verordnung über die Feuersicherheit und Standsicherheit baulicher Anlagen v. 27. Februar 1942 (Gesetzsamml. S. 15) i. Verb. mit Nr. 1.3 meines vorgenannten RdErl. bekanntgemacht. Auf das Normblatt

**DIN 4014 Beiblatt** (Ausgabe Dezember 1960) —

Bohrpfähle; Herstellung und zulässige Belastung; Erläuterungen der Richtlinien — Anlage 2

Anlage 2

werden die Bauaufsichtsbehörden unter Bezugnahme auf Nr. 1.5 meines vorgen. RdErl. v. 20. 6. 1952 hingewiesen. Durch die Kenntnis des Beiblattes wird die Anwendung des Normblattes DIN 4014 bei der Prüfung der Bauanträge und der Überwachung der Bauten erleichtert.

- 2 Im einzelnen ist folgendes zu beachten:

- 2.1 Soweit die Bauaufsichtsbehörden nicht in der Lage sind, die Tragfähigkeit von Bohrpfählen, insbesondere von Spezialpfählen nach DIN 4014 Abschn. 11.5 und solchen, die noch nicht gebräuchlich und bewährt sind, selbst zu beurteilen, stehen ihnen die *anerkannten Institute für Baugrundfragen zur Verfügung*. Diese Institute können auch hinzugezogen werden, wenn die Tragfähigkeit der Bohrpfähle auf Grund einer Probelastung nach DIN 4014 Abschnitt 11 ermittelt wird.
- 2.2 Während des Herstellens der Bohrpfähle muß der Bauleiter der ausführenden Unternehmung oder ein fachlich geeigneter Vertreter ständig auf der Baustelle anwesend sein (vgl. DIN 4014 Abschn. 1.4). Über das Herstellen jedes einzelnen Pfahles ist auf der Baustelle ein Protokoll (Vordruck entsprechend Anhang zu DIN 4014) aufzunehmen. Das Protokoll ist täglich vom Bauleiter oder dessen Vertreter gegenzuzeichnen. Vordrucke können vom Beuth-Vertrieb, Berlin, als Sonderdrucke bezogen werden.
- 2.3 Eine Ausfertigung der ausgefüllten Vordrucke nach vorstehender Nr. 2.2, der Zeugnisse über die Eignungs- und Güteprüfung des Betons nach DIN 4014 Abschn. 5 und des Protokolls über Probelastungen nach DIN 4014 Abschn. 11 sind der Bauaufsichtsbehörde vorzulegen, die sie zu den Bauakten zu nehmen hat.
- 3 Das Normblatt DIN 4014 und dieser Runderlaß sind in die Nachweisung A, Anlage 1 zum RdErl. v. 1. 9. 1959 (MBl. NW. S. 2333/SMBL. NW. 23234 — RdErl. v. 20. 6. 1952, Anl. 17), unter V a 4 aufzunehmen. Das Beiblatt zu DIN 4014 ist in der Nachweisung B unter III a 8 zu vermerken.
- 4 Die Regierungspräsidenten werden gebeten, auf diesen RdErl. in den Regierungsamtsblättern hinzuweisen.

<b>Bohrpfähle</b> Herstellung und zulässige Belastung Richtlinien	<b>DIN 4014</b>
---	-----------------

### Inhalt

<b>Vorbemerkung</b>	<b>6. Bewehrung</b>
<b>1. Allgemeines</b>	6.1. Allgemeines
1.1. Begriffe	6.2. Längsbewehrung
1.2. Geltungsbereich	6.3. Querbewehrung
1.3. Mitgeltende Normen	6.4. Betondeckung
1.4. Bauleitung	6.5. Zuggpfähle
<b>2. Erkundung des Baugrundes</b>	6.6. Stöße
<b>3. Anordnung und Abmessungen der Pfähle</b>	<b>7. Einbringen des Betons</b>
<b>4. Bohrarbeit</b>	7.1. Zeitfolge des Herstellens
4.1. Bohrgerät	7.2. Beginn des Betonierens
4.2. Vorseilen der Bohrrohre	7.3. Einbringen und Verarbeiten
4.3. Bohren im Grundwasser	7.4. Einschütten im Trockenen
4.4. Bohren bei gespanntem (artesischem) Grundwasser	7.5. Verdrängen des Grundwassers
4.5. Fließerscheinungen im Boden	7.6. Betonieren im Grundwasser
4.6. Bohrhindernisse	7.7. Nachweis des Betonverbrauchs
4.7. Spülen	<b>8. Ziehen der Bohrrohre</b>
4.8. Überprüfen der Baugrunderkundung	<b>9. Wulstbildung</b>
4.9. Aufgegebene Bohrlöcher	<b>10. Herstellen von angeschnittenen Pfahlfüßen</b>
<b>5. Beton</b>	10.1. Oberhalb des Grundwassers
	10.2. Im Grundwasser
	<b>11. Tragfähigkeit und zulässige Belastung</b>

Um Zweifelsfälle bei der Auslegung dieser Norm weitgehend auszuschließen, siehe auch DIN 4014 Beiblatt, Erläuterungen der Richtlinien.

#### *Vorbemerkung*

*Das Herstellen von Bohrpfählen erfordert genaue Kenntnis der Bauart und große Erfahrung. Mit der Ausführung von Bohrpfählen dürfen nur solche Unternehmen betraut werden, die diese Voraussetzungen erfüllen und eine fachgerechte Ausführung gewährleisten. Als verantwortlicher Bauleiter des Unternehmens darf nur bestimmt werden, wer die Bauart und ihre Ausführung gründlich kennt. Die Arbeiten dürfen nur durch geschulte Poliere oder zuverlässige Vorarbeiter, die Bohrpfähle bereits mit Erfolg hergestellt haben, beaufsichtigt werden. Für den Einbau der Pfähle ist genügend Zeit zu geben. Erläuterungen zu diesen Richtlinien siehe DIN 4014 Beiblatt.*

# 1. Allgemeines

## 1.1. Begriffe

Bohrpfähle sind Ortbetonpfähle, bei denen das Vortreibrohr im Bohrverfahren eingebracht wird.

Folgende Begriffe sind gebräuchlich:

**1.1.1. Geschüttete Bohrpfähle**, bei denen der Beton eingeschüttet und das Bohrrohr wieder gezogen wird. Der Beton kann auch gerüttelt werden.

**1.1.2. Preßbetonbohrpfähle**, bei denen auf den eingefüllten Beton ein Druck mittels Preßluft ausgeübt wird, während das Bohrrohr wiedergewonnen wird.

**1.1.3. Bohrpfähle mit Fuß**. Bohrpfähle nach Abschnitt 1.1.1. oder 1.1.2., bei denen die Standfläche des Fußes durch Anschneiden eines besonderen Pfahlfußes vergrößert wird.

**1.1.4. Blechhülsenpfähle**. Bohrpfähle nach Abschnitt 1.1.1., 1.1.2. oder 1.1.3., bei denen der Betonschaft der Pfähle oberhalb der tragenden Schicht ganz oder teilweise durch eine Blechhülse ummantelt ist.

**1.1.5. Spezialpfähle**. Sonderbauarten erfahrener Bohrpfahlunternehmen, bei denen Güte und Tragfähigkeit des Pfahles durch besondere Maßnahmen erhöht werden.

## 1.2. Geltungsbereich

Die Richtlinien gelten für geschüttete Bohrpfähle (Abschnitt 1.1.1.) und Preßbetonbohrpfähle (Abschnitt 1.1.2.) bis höchstens 50 cm Durchmesser, beide ohne und mit Fußverbreiterung, deren Bohrrohre wiedergewonnen werden, sowie für Blechhülsenpfähle (Abschnitt 1.1.4.).

Für Spezialpfähle (Abschnitt 1.1.5.) gelten die allgemeinen Abschnitte dieser Norm. Werden bei ihrer Herstellung Verfahren oder Baustoffe benutzt, die im Folgenden behandelt sind, gelten auch für sie die entsprechenden Bestimmungen.

## 1.3. Mitgeltende Normen

Soweit in diesen Richtlinien nichts anderes bestimmt ist, gelten:

- DIN 1045 Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Teil A. Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton
- DIN 1047 Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Teil C. Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Beton
- DIN 1048 Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Teil D. Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton
- 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 Blatt 1 Schichtenverzeichnis und Benennen der Boden- und Gesteinsarten, Baugrunduntersuchungen
- DIN 4023 Baugrund- und Wasserbohrungen, zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
- DIN 4030 Beton in betonschädlichen Wässern und Böden; Richtlinien für die Ausführung.

## 1.4. Bauleitung

Während des Herstellens der Bohrpfähle muß der verantwortliche Bauleiter des Bohrpfahlunternehmens oder sein Vertreter auf der Baustelle anwesend sein. Über das Herstellen jedes einzelnen Pfahles ist auf der Baustelle ein Vordruck auszufüllen, der von dem verantwortlichen Bauleiter oder seinem Vertreter täglich gegenzuzeichnen ist (Mustervordruck siehe Anlage).

# 2. Erkundung des Baugrundes

**2.1.** Vor Beginn der Ausführung ist der Baugrund nach DIN 1054 zu erkunden. Die Bohrungen sollen Aufschluß über Beschaffenheit und Folge der Bodenschichten, über die Grundwasserträger, die Grundwasserstände und ihren Wechsel, besonders über artesisches Grundwasser, Bohrhindernisse und über die Lagerungsdichte, die Festigkeit und die Mächtigkeit der tragenden Schicht des Baugrundes geben. Die Untersuchungen sind so früh auszuführen, daß rechtzeitig entschieden werden kann, ob eine Gründung auf Bohrpfählen möglich und empfehlenswert ist und welche. DIN 4020 bis 4023 sind zu beachten.

**2.2.** Grundwasser und Boden sind auf betonschädliche Eigenschaften zu untersuchen (DIN 4030).

**2.3.** Eine Bohrpfahlgründung darf nicht ausgeführt werden, wenn zu erkennen ist, daß beim Herstellen der Pfähle durch Auflockern oder Ausspülen des Bodens benachbarte Baulichkeiten ernstlich gefährdet werden.

# 3. Anordnung und Abmessungen der Pfähle

**3.1.** Unter Pfahldurchmesser wird im folgenden (Abschnitt 3. bis 11.) stets der Außendurchmesser des Bohrrohres verstanden.

**3.2.** Gleichgerichtete Bohrpfähle müssen einen Achsabstand haben, der mindestens dreimal so groß ist wie der Pfahldurchmesser, aber nicht kleiner als 1,10 m, und bei Pfählen mit Fuß mindestens das Doppelte des Durchmessers des Pfahlfußes beträgt.

Bei gespreizten Pfählen sind die in Bild 1 angegebenen Mindestabstände einzuhalten.

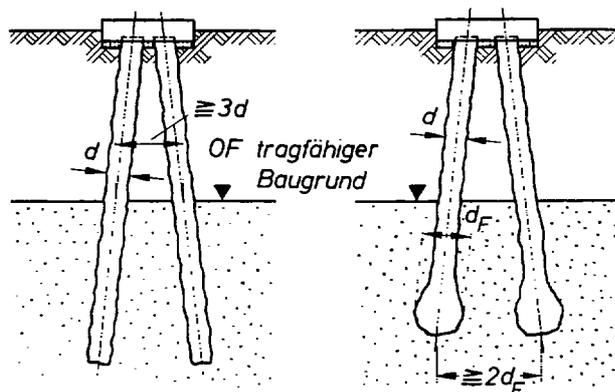


Bild 1

**3.3.** Schrägpfähle dürfen nur hergestellt werden, wenn keine Gefahr besteht, daß sich die durchbohrten Bodenschichten nennenswert setzen und wenn Sorgfalt und Güte des Herstellens durch die Schräglage nicht beeinträchtigt werden. Die Neigung der Schrägpfähle darf bei geschütteten Bohrpfählen nicht flacher als 8:1, bei Preßbeton-Bohrpfählen nicht flacher als 4:1 sein.

**3.4.** Bei nach der Tiefe gestaffelten Pfählen müssen die tiefer stehenden Pfähle zuerst ausgeführt werden.

**3.5.** Der Pfahldurchmesser ist von der Länge und von der gewünschten Tragfähigkeit der Pfähle abhängig. Die folgenden Werte für den Pfahldurchmesser sollen für die angegebenen Längen der Pfähle eingehalten werden:

Tabelle 1

Pfahllänge m	Mindestpfahldurchmesser d cm
bis 10	30
15	35
20	40
30	50

## 4. Bohrarbeit

### 4.1. Bohrgerät

Die Verrohrung muß bis Unterkante Pfahl reichen, bei besonders angeschnittenen Pfahlfüßen bis zu deren Oberkante.

Die Bohrröhre müssen auch an den Stößen innen glatt und bündig durchgehen. Die Stöße sind zu verschrauben oder zu verschweißen. Sie müssen im freien Wasser und im Grundwasser wasserdicht sein. Der Bohrkranz-Außendurchmesser darf höchstens 20 mm größer sein als der Außendurchmesser des Bohrröhres.

Es sind nur Bohrwerkzeuge anzuwenden, durch die der Boden so wenig wie möglich aufgelockert wird.

### 4.2. Vorseilen der Bohrröhre

Die Bohrröhre sollen dem Räumen des Bodens aus den Röhren vorseilen, und zwar auch beim Bohren oberhalb des Grundwassers. Sie sind dabei genügend zu belasten. Das Maß des Vorseilens soll der Bodenart entsprechen, z. B. soll nichtbindiger, feinkörniger Boden im Grundwasser und auch bei Zugabe von Wasser im Bohrloch etwa 30 bis 50 cm über der Unterkante des Bohrröhres stehen. Die Bohrarbeiten zum Herstellen von Pfahlfüßen regelt Abschnitt 10.

### 4.3. Bohren im Grundwasser

Im Grundwasser ist stets unter Zugabe von Wasser zu bohren. Dabei soll die Wassersäule hoch genug über dem jeweiligen Grundwasserstand stehen, bei Feinsand und Schluff mindestens um 1 m bei herausgezogenem Bohrwerkzeug. Der jeweilige Grundwasserstand muß während des Bohrens bekannt sein, nötigenfalls in besonderen Beobachtungsbrunnen gemessen werden.

### 4.4. Bohren bei gespanntem (artesischem) Grundwasser

Ist zu erwarten, daß die Bohrung gespanntes Grundwasser schneidet, so muß das Bohrrohr vor Erreichen der wasserführenden Schicht so hoch mit Wasser gefüllt werden, daß dem Druck des gespannten Wassers mindestens das Gleichgewicht gehalten wird. Dabei ist von der größten möglichen Druckhöhe auszugehen. In Zweifelsfällen ist von vornherein mit ausreichend hoher Wassersäule zu bohren.

### 4.5. Fließerscheinungen im Boden

Bei zum Fließen neigenden Sanden oder breiigen Böden sind die Maßnahmen nach Abschnitt 4.2. bis 4.4. besonders zu verstärken.

### 4.6. Bohrhindernisse

Beim Beseitigen von Bohrhindernissen soll jedes Auflockern des Bodens möglichst vermieden werden. Bohrungen, die vor Erreichen der Solltiefe auf schwer zu beseitigende Hindernisse, wie große Findlinge, treffen, sind aufzugeben. Ein Pfahl darf auf ein Hindernis, das oberhalb der Solltiefe liegt, nicht aufgesetzt werden. Im Bohrloch darf nicht gesprengt werden.

### 4.7. Spülen

Die Bohrröhre dürfen nicht mit Spülhilfe niedergebracht werden.

### 4.8. Überprüfen der Baugrunderkundung

Das Verhalten des Bodens beim Bohren ist genau zu beobachten. Für jeden einzelnen Pfahl ist die Einbindetiefe in die tragfähige Schicht festzuhalten. Zur Überprüfung und Ergänzung der Erkundungsbohrungen sind in gewissen Abständen Schichtenverzeichnisse der Pfahlbohrungen aufzunehmen. Entstehen Zweifel über die Beschaffenheit des Baugrundes unter den Pfählen, so ist die Erkundung des Baugrundes gemäß Abschnitt 2.1. zu ergänzen.

### 4.9. Aufgegebene Bohrlöcher

Aufgegebene Bohrlöcher sind mit geeignetem Boden oder Beton sachgemäß zu verfüllen.

## 5. Beton

5.1. Für den Beton, besonders für seine Zusammensetzung und Güte und für seine Bewehrung gelten allgemein die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DIN 1045, DIN 1047 und DIN 1048).

5.2. Bohrpfähle sind aus möglichst dichtem Beton herzustellen. Der Beton soll mindestens 350 kg Zement in 1 m<sup>3</sup> fertigem Beton enthalten und mindestens der Güteklasse B 225 nach DIN 1045 entsprechen.

5.3. Die Beschaffenheit des frischen Betons soll weich sein. Der Wasserzementwert ( $W/Z = \frac{\text{Wassergewicht}}{\text{Zementgewicht}}$ ) soll 0,6 nicht überschreiten.

5.4. Die Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe soll nahe der Sieblinie E nach DIN 1045 liegen. Für Pfähle mit einem Durchmesser < 40 cm soll eine entsprechend aufgebaute Mischung mit einem Größtkorn der Zuschläge von 15 mm verwendet werden.

5.5. Wird der Beton unter Wasser eingebracht (vgl. Abschnitt 7.6.), so soll für die erste Füllung des Schüttröhres der Zementanteil 400 kg in 1 m<sup>3</sup> fertigem Beton betragen.

5.6. Bei betonschädlichen Wässern und Böden gilt DIN 4030.

5.7. Von dem Beton der ersten 25 Pfähle einer Bohrpfahlgründung sind für die Güteprüfung mindestens 6 Probewürfel nach DIN 1048 anzufertigen, wovon 3 nach 7 Tagen und 3 nach 28 Tagen geprüft werden müssen. Für jeweils weitere 25 Pfähle sind weitere 3 Probewürfel zu prüfen. Ändert sich im Verlauf der Ausführung einer Bohrpfahlgründung die Zusammensetzung des Betons, so ist so zu verfahren, als ob eine neue Gründung begänne.

## 6. Bewehrung

### 6.1. Allgemeines

Bohrpfähle erhalten in der Regel eine Längs- und Querbewehrung, die über die gesamte Pfahllänge reicht. Die Bewehrung ist als Bewehrungskorb herzustellen und so in das Bohrrohr einzusetzen, daß sie beim Betonieren nicht verschoben und beim Anheben des Rohres nicht mitgenommen werden kann.

Auf eine durchgehende Bewehrung kann bei lotrechten Pfählen von mindestens 30 cm Durchmesser und höchstens 7,5 m Länge verzichtet werden, wenn gewährleistet ist, daß die Pfähle weder durch Erddruck noch durch den Seitendruck plastischer weicher Böden, noch durch außermittige Last oder aus anderer Ursache auf Biegung beansprucht werden können. In diesen Fällen erhalten die Pfähle eine Anschlußbewehrung nach Abschnitt 6.2., die mindestens 2 m in den Pfahlschaft hineinreicht.

### 6.2. Längsbewehrung

Als Längsbewehrung sind mindestens 5 Bewehrungsstäbe von 14 mm Durchmesser anzuordnen. Die Summe der Querschnitte der Längsbewehrung muß mindestens 0,8% des Pfahlquerschnittes betragen.

Wenn die Bohrpfähle Biegebeanspruchungen ausgesetzt sein können, ist der Querschnitt der Längsbewehrung zu überprüfen und gegebenenfalls zu verstärken.

Etwa verwendete Blechhülsen (Abschnitt 1.1.4.) — nicht zu verwechseln mit Bohrröhren, die im Boden verbleiben — dürfen wegen der Gefahr des Durchrostens nicht als Bewehrungsanteil gerechnet werden.

### 6.3. Querbewehrung

Die Querbewehrung ist als Wendel anzuordnen, dessen Ganghöhe zwischen 15 und 20 cm liegen soll. Die Querbewehrung muß bei einem Pfahldurchmesser bis 35 cm mindestens 5 mm, bei dickeren Pfählen mindestens 6 mm Durchmesser haben.

#### 6.4. Befondeckung

Die Betondeckung der Stahleinlagen muß mindestens 3 cm, in betonschädlichen Wässern und Böden mindestens 5 cm betragen, und zwar auch dann, wenn der Pfahlschaft durch Blechhülsen ummantelt ist.

#### 6.5. Zugpfähle

Bei Zugpfählen hat die Längsbewehrung die Zugkraft ohne Überschreitung der für Betonstahl I zulässigen Stahlspannung allein aufzunehmen. Sie muß mindestens der Längsbewehrung nach Abschnitt 6.2. entsprechen. Die Bewehrung ist voll über die ganze Länge des Pfahles bis in den Pfahlfuß zu führen.

#### 6.6. Stöße

Stöße der Längsbewehrung sind möglichst zu vermeiden, besonders bei Zugpfählen.

Wo dies nicht möglich ist, soll in Druckpfählen die Überdeckung der Längsstäbe das 40fache ihres Durchmessers betragen. Haken dürfen am Stoß nicht angebogen werden. Nach Möglichkeit sollen die Stöße der einzelnen Längsstäbe gegeneinander versetzt werden.

In Zugpfählen müssen die Stöße der Längsstäbe geschweißt oder mit Schraubmuffen verbunden werden. Geschweißte Überdeckungsstöße sind zulässig. Die Güte der Schweißung ist an Hand mehrerer Proben nachzuweisen.

### 7. Einbringen des Betons

#### 7.1. Zeitfolge des Herstellens

Die Reihenfolge für das Herstellen der Bohrpfähle muß so gewählt werden, daß das Erstarren des Betons der gerade fertiggestellten Bohrpfähle nicht gestört wird. Dies gilt besonders für die Bodenarten, bei denen die Gefahr besteht, daß der Boden während des Bohrens aufgelockert oder ausgespült wird.

#### 7.2. Beginn des Betonierens

Sofort nach Beendigung des Bohrens muß der Bewehrungskorb eingebracht und der Pfahl ausbetoniert werden. Wenn das ausnahmsweise nicht möglich ist, muß festgestellt werden, ob sich inzwischen die Standfläche des Pfahles angehoben hat. Gegebenenfalls muß dann vor dem Betonieren nachgebohrt werden.

#### 7.3. Einbringen und Verarbeiten

Der Beton ist so einzubringen und zu verarbeiten, daß er tatsächlich bis Unterkante Pfahlfuß gelangt, daß er mit Sicherheit nicht entmischt, unterbrochen, eingeschnürt oder verunreinigt wird und daß er ein dichtes Gefüge erhält. Der Beton kann gerüttelt werden.

#### 7.4. Einschütten im Trocknen

Der Beton darf nicht frei in das Bohrrohr eingeschüttet werden. Auch wenn kein Wasser im Rohr steht, muß mit einem Schüttrohr betoniert werden, das bei Beginn des Betonierens bis Unterkante Pfahlfuß reicht. Auch können besondere Schüttkübel verwendet werden, die in oder unmittelbar über dem Beton entleeren.

#### 7.5. Verdrängen des Grundwassers

Wenn möglich, soll das Grundwasser vor dem Betonieren verdrängt werden.

#### 7.6. Betonieren im Grundwasser

Kann das Grundwasser nicht verdrängt werden, so darf der Beton nur mit ortsfesten Trichtern nach DIN 1047 § 10 (Kontraktorbetonverfahren) eingebracht werden. Dabei muß das Trichterrohr immer tief genug (3 bis 1 m) in den Beton hineinreichen, so daß die Betonsäule nicht abreißt und kein Wasser in das Trichterrohr eintritt. Stets ist so viel Frischbeton vorzuhalten und in einem Zuge einzubringen, daß der Pfahl um mindestens 2 m Höhe aufgefüllt werden kann. Beim Füllen eines Pfahlfußes muß der Vorrat an Frischbeton das gleichzeitige Füllen des Fußes und des Pfahlschaftes auf 2 m Höhe gestatten.

#### 7.7. Nachweis des Betonverbrauchs

Für jeden Pfahl muß der Betonverbrauch gemessen und nachgewiesen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Betonverbrauch steigt, wenn der Beton eingepreßt wird. Bei Preßbeton-Bohrpfählen soll der Betonverbrauch abschnittsweise festgestellt werden.

### 8. Ziehen der Bohrrohre

Beim Ziehen muß unbedingt vermieden werden, daß die Betonsäule abreißt oder eingeschnürt wird. Die Rohre müssen langsam und gleichmäßig angehoben werden, besonders im oberen Bereich des Pfahles. Beim Ziehen muß die Betonsäule im Rohr immer so hoch (mindestens 1 m) gehalten werden, daß ein ausreichender Überdruck gegen nachdrängenden Boden oder Grundwasser vorhanden ist.

Bei Preßbeton-Bohrpfählen darf der Beton nur in so hohen Abschnitten eingebracht werden, daß der Preßdruck die Reibung zwischen Beton und Rohr mit Sicherheit überwindet. Während der Preßdruck auf dem Beton lastet, soll das Rohr nach Möglichkeit nicht auf andere Weise angehoben werden.

### 9. Wulstbildung

9.1. Wülste, die sich am Pfahlschaft durch Einpressen des Betons in den umgebenden Boden bilden, sind anzustreben. Sie erhöhen die Tragfähigkeit des Bohrpfahles, besonders wenn sie sich in dem tragfähigen Boden in der Nähe des Pfahlfußes bilden und so den Fuß verstärken.

9.2. Geht der Bohrpfahl jedoch durch weichere Bodenschichten, die sich setzen und dadurch den Pfahl zusätzlich (negative Mantelreibung) belasten können, soll in und oberhalb dieser Schichten die Wulstbildung verhindert werden, gegebenenfalls durch Einbau besonderer Blechhülsen, die im Boden verbleiben.

### 10. Herstellen von angeschnittenen Pfahlfüßen

In mindestens steifen, bindigen Böden (DIN 1054, Tafel) und in nicht bindigen, gewachsenen, ausreichend fest gelagerten Böden können durch besondere Geräte unterhalb des Bohrrohres Hohlräume hergestellt werden, die einen erweiterten Pfahlfuß aufnehmen.

#### 10.1. Oberhalb des Grundwassers

Oberhalb des Grundwassers ist das Anschneiden von Pfahlfüßen nur zulässig, wenn

10.1.1. der Durchmesser des Pfahlfußes nicht mehr als das 2,5fache des Pfahldurchmessers und der Achsabstand der Pfähle mindestens das Doppelte des Durchmessers des Pfahlfußes beträgt (Abschnitt 3.2.),

10.1.2. vor Beginn der Pfahlgründung nachgewiesen wird, daß der Boden im Bereich der Pfahlfüße so fest ist, daß der Hohlraum sauber hergestellt werden kann und daß seine Wandungen, besonders seine Sohle, von seiner Fertigstellung an bis zur Vollendung des Ausbetonierens unverändert bleiben, d. h. daß sich von den Wandungen keine Teile oder Schalen des Bodens lösen, daß der ausgeschnittene Boden sauber und restlos beseitigt wird und daß auch durch den wiederholten Ein- und Ausbau des Schneidgerätes und das Arbeiten des Räumgerätes die Wandungen des Hohlraumes nicht beschädigt werden,

10.1.3. während und nach dem Herstellen des Hohlraumes Wandungen und Sohle des Hohlraumes durch Stichproben in geeigneter Weise beobachtet werden und festgestellt wird, daß sie den Anforderungen nach Abschnitt 10.1.2. entsprechen,

10.1.4. die Bewehrung des Pfahles bis dicht über die Unterkante des Pfahlfußes reicht.

**10.2. Im Grundwasser**

Im Grundwasser dürfen Füße für Bohrpfähle nur angeschnitten werden, wenn zusätzlich zu Abschnitt 10.1.,

**10.2.1.** der Unternehmer durch ausgegrabene Pfahlfüße und durch Ergebnisse von Probelastungen nachweist, daß er im Grundwasser in Böden gleichartiger Beschaffenheit einwandfreie und tragfähige Bohrpfähle mit Fuß hergestellt hat,

**10.2.2.** von vornherein genügend großer Wasserüberdruck im Bohrrohr besteht und mit Sicherheit gehalten wird, bis das Rohr mit Beton gefüllt ist.

**11. Tragfähigkeit und zulässige Belastung**

**11.1.** Die in Tabelle 2 genannten Belastungen gelten für einwandfrei hergestellte, mindestens 5 m lange Bohrpfähle. Voraussetzung ist, daß ausreichend dicht gelagerte Sande oder annähernd halbfeste bindige Böden (DIN 1054, Tafel) in ausreichender Mächtigkeit den tragfähigen Baugrund bilden und daß die Pfähle mindestens 3 m, solche mit Fußverbreiterung mindestens 2,50 m (bis Unterkante Pfahlfuß), in den tragfähigen Baugrund einbinden. Bei Blechhülsenpfählen ohne Fußverbreiterung gilt als Einbindelänge nur der nichtummantelte Pfahlbereich innerhalb des tragfähigen Baugrundes.

**11.2.** Die in der Tabelle 2 genannten zulässigen Belastungen können ohne Probelastung bis zu 25 v. H. überschritten werden, wenn die tragenden Schichten aus besonders dicht gelagerten Sanden, ausreichend dicht gelagerten, ungleichförmigen Sand-Kies-Gemischen oder festen, bindigen Böden bestehen.

**11.3.** Bei felsähnlichen Böden oder Fels darf die Einbindelänge gegenüber der Festlegung in Abschnitt 11.1. herabgesetzt werden. Die zulässige Pfahlbelastung richtet sich hierbei nach der Beschaffenheit der tragenden Schicht und der Festigkeit der Pfahlschäfte.

**11.4.** Binden die geschütteten oder Preßbeton-Bohrpfähle mehr als 3 m in die tragende Schicht ein (Abschnitt 11.1.), so steigt ihre Tragfähigkeit mit wachsender Einbindelänge. Sollen solche Pfähle höher belastet werden, so ist die höhere Tragfähigkeit nachzuweisen.

Tabelle 2. Zulässige Belastung von Bohrpfählen (Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten)

Bohrpfähle ohne Fuß		
Pfahldurchmesser <i>d</i> cm	zulässige Belastung	
	geschütteter Bohrpfahl †	Preßbeton- Bohrpfahl †
30	18	25
35	20	30
40	25	35
50	35	45

Bohrpfähle mit Fuß (Standpfähle)	
Fußdurchmesser cm	zulässige Belastung Pfahl mit Fußverbreiterung †
	60
70	38
80	45
90	50

**11.5** Die genannten zulässigen Belastungen dürfen überschritten werden, wenn die höhere Tragfähigkeit durch Probelastungen auf der Baustelle an mindestens zwei Pfählen nachgewiesen wird. Bei etwa gleichen Untergrundverhältnissen können an anderer Stelle ausgeführte Probelastungen zum Nachweis mit herangezogen werden.

Für Durchführen und Auswerten der Probelastungen gilt DIN 1054.

**11.6.** Die Tragfähigkeit kann bei Untergrundverhältnissen, die nicht mindestens denjenigen des Abschnittes 11.1. entsprechen, erheblich abnehmen. In solchen Fällen ist die zulässige Pfahlbelastung an Hand von Probelastungen festzulegen.

**11.7.** Die volle zulässige Last darf auf die Bohrpfähle bei Verwendung von Zement Z 275 erst 21 Tage nach dem Herstellen, bei höherwertigen Zementen oder Sonderzementen entsprechend früher, aufgebracht werden. Teillasten können in Abhängigkeit von der Festigkeitsentwicklung des Betons aufgebracht werden.

**11.8.** Die zulässige Belastung von Zugpfählen ist — abgesehen von Fällen geringfügiger Beanspruchung — durch Probelastung nachzuweisen.

# Vordruck für das Herstellen von Bohrpfählen gemäß DIN 4014, Abschnitt 1.4.

Ifd. Nr. ....

Firma

Baustelle

Bohrpfahl Nr. ....

Pfahlart: .....

Druckpfahl / Zugpfahl

Pfahlplan Nr. ....

## 4. Pfahl-Beton

4.1. Betongüte ..... B

4.2. Zementart (Lieferwerk) .....

4.3. Zementmenge ..... kg/m<sup>3</sup>

4.4. Zuschlagstoffe (Größtkorn) .....

4.5. Wassermenge-Wert  $\left( \frac{W}{Z} = \frac{\text{Wassergewicht}}{\text{Zementgewicht}} \right)$  .....

4.6. Beton-Zusatzmittel .....

## Schichtenfolge

m unter Bohrebene	m über NN	Bodenart und -beschaffenheit	Grundwasser
±0		▼ Bohrebene	
M. 1:...			

## 1. Pfahl-Daten

- 1.1. Pfahl-Ø ..... cm  
(äußerer Ø des Bohrrohres)
- 1.2. Pfahlfuß-Ø ..... cm
- 1.3. Pfahlhöhe ..... cm
- 1.4. Pfahlnägelung .....
- 1.5. Pfahlkopf ..... m unter Bohrebene
- 1.6. Pfahlfußunterkante ..... m unter Bohrebene
- 1.7. Pfahllänge (1.6.—1.5.) ..... m
- 1.8. Leerbohrung ..... m
- 1.9. Einbindetiefe in den tragfähigen Baugrund ..... m

## 2. Bohrarbeit

- 2.1. Außen-Ø des Bohrkranzes ..... cm
- 2.2. Bohrlochtiefe ohne Fuß ..... m unter Bohrebene
- 2.3. Bohrlochtiefe mit Fuß ..... m unter Bohrebene
- Bohrgutmenge (rechnerisch mit 2.1. und 2.2.)
- Schaft ..... |
- Fuß ..... |
- insgesamt ..... |

## 3. Pfahlbewehrung

- 3.1. Längsbewehrung ..... Ø ..... mm, BST
- 3.2. Querbewehrung (Wendel) Ø ..... mm, BST
- 3.3. Korblänge ..... cm
- über Pfahlkopf ..... m
- unter Pfahlkopf ..... m
- insgesamt ..... m
- 3.4. Stöße ..... m

## 5. Einbringen des Betons

- 5.1. Wasserstand im Bohrrohr bei Beginn des Betonierens ..... m unter Bohrebene
- 5.2. Schüttrohr (Ø ..... ) / Schüttkübel geschützt
- 5.3. gerüttelt (Verfahren und Gerät) gepreßt mit ..... atü bis ..... atü
- 5.4. Nachweis des Betonverbrauchs: ..... je ..... Inhalt =

## 6. Ausführungszeiten

Arbeitsvorgang	Datum	Uhrzeit	Weiter	Temp. °C
Bohren begonnen				
beendet				
Betonieren begonnen				
beendet				

## 7. Bemerkungen und Besonderheiten

....., den ..... 19 .....

Der Bohrmeister ..... Verantwortlicher Bauleiter des Unternehmers

<b>Bohrpfähle</b> Herstellung und zulässige Belastung Erläuterungen der Richtlinien	<b>DIN 4014</b> Beiblatt
---	-----------------------------

Um Zweifelsfälle bei der Auslegung von DIN 4014, Ausgabe Dezember 1960 „Richtlinien für die Herstellung und zulässige Belastung der Bohrpfähle“ weitgehend auszuschließen, werden nachstehende Erläuterungen herausgegeben.

### Erläuterungen

#### Zur Vorbemerkung

Da das Herstellen der Bohrpfähle eine besondere Sachkenntnis und Sorgfalt erfordert, muß bei der Ausschreibung und der Vergabe die Vertrauenswürdigkeit des Bieters entscheidend mit berücksichtigt werden. Es ist besonders wichtig, daß der Vergabende feststellt, ob der Preis auskömmlich und die benannte Anzahl des Führungspersonals und seine Fachbildung ausreichend sind. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich, den Berufsverband anzusprechen. Jede Akkord- oder Nachtarbeit sollte wegen der damit verbundenen Gefahrenquellen für die Güte der Bohrpfahlherstellung vermieden werden.

#### Zu Abschnitt 1.1. Begriffe

Zur Herstellung eines Bohrpfahles wird ein stählernes Vortreibrohr in die tragende Schicht niedergebracht, indem der Boden innerhalb des Rohres bei gleichzeitigem Drehen und Belasten des Rohres durch Bohren entfernt wird. Der Hohlraum wird ausbetoniert, wobei das Bohrrohr im Boden belassen oder wiedergewonnen wird.

#### Zu Abschnitt 1.1.1. Geschütteter Bohrpfahl

Nach dem Niederbringen des Bohrrohres und dem Einbau der Bewehrung wird der Beton abschnittsweise in das Bohrrohr eingeschüttet und u. U. durch Stochern oder Rütteln in einfacher Weise verarbeitet, wobei gleichzeitig das Bohrrohr entsprechend dem Betonierungsfortschritt angehoben wird. Diese Pfahlart stellt die einfachste Form eines Bohrpfahles mit wiedergewonnenem Vortreibrohr dar.

#### Zu Abschnitt 1.1.2. Preßbetonbohrpfahl

Nach Niederbringen des Bohrrohres sowie dem Einbau der Bewehrung wird der Beton abschnittsweise in das Bohrrohr eingebracht und anschließend mittels Preßluft einem Druck ausgesetzt, so daß dadurch bei gleichzeitigem Anheben des Bohrrohres eine besonders innige Verbindung zwischen Beton und Boden entsteht.

#### Zu Abschnitt 1.1.3. Bohrpfahl mit Fuß

Nach dem Niederbringen des Bohrrohres wird unmittelbar unter diesem mit besonderen Geräten ein Fuß angeschnitten, dessen Durchmesser größer ist als der des Vortreibrohres. Voraussetzung ist, daß ein standfester Hohlraum hergestellt werden kann. Der Pfahl wird im übrigen nach Abschnitt 1.1.1. und 1.1.2. hergestellt. Bohrpfähle mit Fuß gelten als Standpfähle.

#### Zu Abschnitt 1.1.4. Blechhülsenpfähle

In besonderen Fällen (z. B. zur Verminderung der Einflüsse aus negativer Mantelreibung bei zur Setzung neigenden Boden-

schichten oder zum Schutz des frischen Pfahlbetons gegen betonschädliche Wässer und Böden) können oberhalb der tragenden Schicht dünnwandige Blechhülsen eingebracht werden, die den Betonschaft in dem betroffenen Abschnitt ummanteln. Im übrigen ist der Pfahl nach Abschnitt 1.1.1. bis 1.1.3. zu behandeln.

#### Zu Abschnitt 1.2. Geltungsbereich

Die Norm behandelt in erster Linie die häufig vorkommenden und allgemein angewendeten Ausführungsarten. Der Schaftdurchmesser ist auf ein Höchstmaß von 50 cm beschränkt worden, da sich mit größerem Durchmesser die Herstellverfahren z. B. beim Fördern des Bohrgutes aus dem Vortreibrohr und beim Einbau des Betons immer mehr denen des Brunnenbaues annähern. Entsprechendes gilt für besonders kurze Bohrpfähle, die in standfesten Böden teilweise auch ohne Verrohrung ausgeführt werden können.

Die für Spezialpfähle gültigen allgemeinen Bestimmungen der Norm betreffen die Abschnitte 1. Allgemeines, 2. Erkundung des Baugrundes, 3. Anordnung und Abmessung der Pfähle, ausgenommen Abschnitt 3.3. und 3.5.

Die Norm will im übrigen die weitere Entwicklung nicht behindern und die Anwendung altbewährter Bohrpfahlarten nicht beeinträchtigen.

#### Zu Abschnitt 1.4. Bauleitung

Mit dieser Bestimmung soll vor allem sichergestellt werden, daß die verantwortliche Bauleitung sich ständig und unmittelbar mit allen Einzelheiten der Ausführung befaßt. Die Einführung des Mustervordruckes wird den nötigen raschen Überblick über die Einheitlichkeit und Zuverlässigkeit der Gründung ermöglichen sowie die Auswertung und vergleichende Betrachtung erleichtern.

#### Zu Abschnitt 2.1.

Das Erkunden der Grundwasserverhältnisse muß ebenso über Strömungen des Grundwassers Aufschluß geben, die z. B. im Tidebereich der Nordsee oder neben Flüssen mit wechselnden Wasserständen sich kurzfristig ändern können.

#### Zu Abschnitt 2.2.

Beim Beurteilen von betonschädlichen Eigenschaften müssen auch schädliche Einflüsse berücksichtigt werden, die erst später auftreten können, z. B. bei Bauten auf Baugelände, das für die chemische Industrie vorgesehen ist.

**Zu Abschnitt 2.3.**

Solche Verhältnisse können normalerweise nur auftreten, wenn unsachgemäß gebohrt oder betoniert wird.

Aber auch dann, wenn alle Vorschriften eingehalten werden, kann bei besonders ungünstigen Verhältnissen keine unbedingte Sicherheit gegen Auflockern oder Ausspülen des Bodens gegeben sein.

Benachbarte Baulichkeiten können dadurch besonders dann gefährdet werden, wenn die Bohrpfähle bis unter die Gründungsebene der bestehenden Fundamente geführt werden (z. B. bei einer Flachgründung). Die Gefahr wächst dabei mit abnehmendem Abstand zwischen alter und neuer Gründung.

Eine ernstliche Gefährdung liegt dann vor, wenn Schäden (Bewegungen oder Risse) in einem solchen Ausmaß entstehen können, daß das Tragvermögen des betreffenden Bauwerkes beeinträchtigt wird.

**Zu Abschnitt 3.2.**

Durch die untere Begrenzung des Pfahlabstandes wird bewirkt, daß die Tragfähigkeit der Einzelpfähle durch Überschneidung der Last-Einflußzonen nicht merkbar herabgesetzt wird.

Ein Unterschreiten der Mindestabstände würde neben einer Abnahme der Tragfähigkeit auch das einwandfreie Herstellen (insbesondere langer Pfähle) gefährden.

**Zu Abschnitt 3.3.**

Nennenswerte Setzungen können in erster Linie bei bindigen oder organischen Bodenschichten sowie bei nicht verdichteten Schüttungen auftreten. Sie entstehen durch Eigenkonsolidierung oder nachträgliche Erhöhung der Auflast. Diese Setzungen sind dann schädlich, wenn als Folge davon das Tragvermögen der Pfähle beeinträchtigt wird.

Bei sehr langfristigen Setzungenbewegungen kann sich diese Gefahr bei schlanken Pfählen verringern, da der Pfahl infolge Kriechens des Betons gewisse Verformungen schadlos überstehen kann.

Die angegebenen Grenzneigungen sind so bestimmt worden, daß die Bohrpfähle der verschiedenen Herstellungsverfahren mit Sicherheit auch in Schräglage einwandfrei ausgeführt werden können.

**Zu Abschnitt 3.4.**

Eine Staffelung der Pfähle kann erforderlich werden, wenn z. B. die Oberkante der tragenden Schicht geneigt ist oder wenn einige Pfähle aus Gründen der Tragfähigkeit eine größere Einbindetiefe erhalten (Bild 1 dieser Erläuterungen). In diesen Fällen würde bei einer von Abschnitt 3.4. abweichenden Arbeitsweise die Gefahr bestehen, daß unter bereits fertiggestellten Pfählen der Boden nachträglich in seiner Tragfähigkeit vermindert wird.

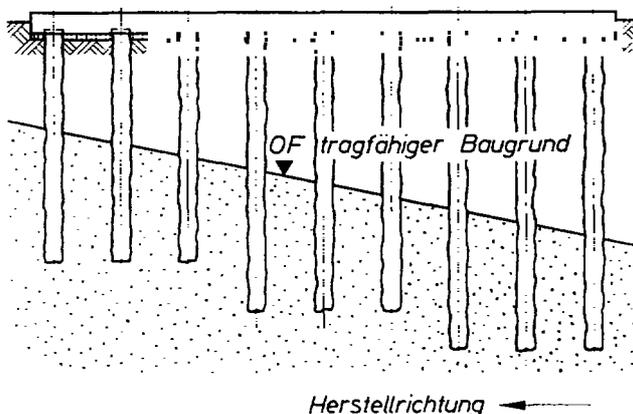


Bild 1 (E)

**Zu Abschnitt 3.5.**

Das sachgemäße Herstellen eines Bohrpfahles erfordert für das Handhaben der Bohrwerkzeuge und das sichere Ausbetonieren einen Mindestquerschnitt, der mit der Pfahllänge anwächst. Daher sind in Tabelle 1 für verschiedene Längen Mindestwerte des Pfahldurchmessers angegeben, zwischen denen interpoliert werden darf. Stellt sich während der Bauausführung heraus, daß in Einzelfällen eine größere Pfahllänge als geplant erforderlich wird, kann eine dadurch bedingte geringfügige Unterschreitung des Mindestpfahldurchmessers unbedenklich in Kauf genommen werden, so daß die einmal eingesetzten Bohrröhre und Geräte beibehalten werden können.

**Zu Abschnitt 4.1. Bohrgerät**

Die zum Herstellen der Bohrpfähle erforderlichen Bohrgeräte sollten vorzugsweise für maschinellen Antrieb geeignet sein. Eingefettete Gewinderöhre gelten auch im freien Wasser als wasserdicht.

Innerhalb des Bohrröhres lassen sich Auflockerungen nicht-bindiger Böden unter Wasser bei Verwendung der gebräuchlichen Bohrgeräte normalerweise nicht ganz vermeiden. Geringfügige Auflockerungen dieser Art sind dann unschädlich, wenn das Bohrröhr der Kernräumung weit genug vorausseilt.

Alle Bohrgeräte, die weitreichende und damit nachteilige Auflockerungen auch außerhalb des Bohrröhres zur Folge haben, müssen vermieden werden. Dazu zählen vor allem solche Geräte, deren Wirksamkeit ausschließlich auf dem Prinzip des Ansaugens beruht, wie z. B. die Kiespumpe.

**Zu Abschnitt 4.2. Vorausseilen der Bohrröhre**

Grundsätzlich sollte das Bohrröhr der Kernräumung immer so weit wie möglich vorausseilen. Wenn die laufende Nachprüfung ergibt, daß diese Vorschrift zu irgendeiner Zeit nicht genügend eingehalten worden ist, so sollte die betreffende Bohrung zum Herstellen eines Bohrpfahles nicht verwendet werden.

Bei bestimmten Bodenschichten ist ein Vorausseilen nur in geringem Umfang (z. B. bei festen, bindigen Böden oder Kies) oder gar nicht (z. B. bei Fels) möglich.

Es gibt Fälle, bei denen von der Vorschrift abgewichen werden muß. So ist jeweils bei Beendigung der Bohrung vor dem Einstellen der Bewehrung oder vor Beginn des Betonierens der Boden bis Unterkante Rohr zu entfernen, ebenso beim Beseitigen von Hindernissen oder zum Anschneiden besonderer Pfahlfüße, desgleichen bei Baugrunduntersuchungen im Bohrröhr. Dann muß mit besonderer Sorgfalt vorgegangen werden.

**Zu Abschnitt 4.3. Bohren im Grundwasser**

Bei rasch wechselnden Grundwasserständen (z. B. im Tidebereich, siehe Abschnitt 2.1.) ist laufend zu beobachten und entsprechende Vorsorge zu treffen.

**Zu Abschnitt 4.4. Bohren bei gespanntem (artesischem) Grundwasser**

Nur bei strengster Einhaltung der Vorschrift können Bodendurchbrüche und Bodeneintreibungen in das Bohrröhr vermieden werden. Eine einzige verunglückte Bohrung kann schon zu Entzug und Auflockerung des Bodens in einem solchen Umkreis führen, daß benachbarte Fundamente gefährdet sind oder die Tragfähigkeit benachbarter, schon fertiggestellter Bohrpfähle in Frage gestellt wird. Eine derart mißglückte Bohrung muß aufgegeben und das Ausmaß der Einwirkung auf die Umgebung erkundet werden. Ersatzpfähle sind entsprechend zu stellen und gegebenenfalls tiefer als geplant zu führen.

Da die nachteiligen Auswirkungen von Herstellungsmängeln hier besonders groß sein können, sollten Bohrpfähle bei Vorhandensein gespannten Grundwassers nur in Ausnahmefällen verwendet werden.

Um im Bohrröhr einen hinreichend großen hydrostatischen Gegendruck erzeugen zu können, muß nötigenfalls das Bohrröhr durch ein Aufsatzröhr erhöht werden.

**Zu Abschnitt 4.5. Fließerscheinungen im Boden**

Die in den Abschnitten 4.2. bis 4.4. angestellten Überlegungen gewinnen eine noch erhöhte Bedeutung, wenn in der tragfähigen Schicht Sande anstehen, die zum Fließen neigen. Jeder geringste, auch nur kurzfristig auftretende Unterdruck gegenüber dem Grundwasser kann im Bohrrohr schon zu schädlichen Bodenauftriebungen führen. Ein Sog entsteht z. B. jedesmal, wenn das Bohrgerät im Rohr angehoben wird. Schädlich wirkt er dann, wenn der hydrostatische Überdruck der Wassersäule im Bohrrohr gegenüber dem Grundwasser nicht ausreicht, einen durch den Sog entstehenden Unterdruck auszugleichen. Es ist also auf alle Fälle auf eine ausreichende Wasserfüllung im Bohrrohr zu achten. Aufwärtsbewegungen der Bohrgeräte im Bohrrohr müssen zudem entsprechend langsam ausgeführt werden.

Durch Messungen sollte laufend geprüft werden, ob im Bohrrohr Boden hochgetrieben wird. Ist innerhalb der tragfähigen Schicht ein Hochquellen festgestellt worden, so ist wie unter 4.4. zu verfahren.

Das Zusammentreffen von artesischem Grundwasser mit zum Fließen neigenden Sanden schafft häufig Verhältnisse, die es ratsam erscheinen lassen, Bohrpfähle nicht anzuwenden (Abschnitt 2.1.).

**Zu Abschnitt 4.6. Bohrhindernisse**

Sind für die Beseitigung von Bohrhindernissen in einer tragfähigen Schicht aus nichtbindigem Boden nennenswerte Auflockerungen unvermeidbar, so muß die Bohrung aufgegeben werden.

Liegt ein Hindernis, z. B. in Form eines großen Findlings, nur wenig oberhalb der Solltiefe des Pfahles, so kann in Einzelfällen das Aufsetzen des Pfahles gestattet werden, wenn das Maß nicht mehr als 50 cm beträgt und sicher ist, daß der Pfahl mit seiner ganzen Querschnittsfläche auf dem Hindernis aufsteht.

Sprengungen im Bohrloch sind ohne Ausnahme abzulehnen.

**Zu Abschnitt 4.9. Aufgegebene Bohrlöcher**

Geeignet ist nichtbindiger Boden, der nach Möglichkeit verdichtet werden sollte. Eine Füllung mit Magerbeton ist vorzuziehen.

**Zu Abschnitt 5. Beton**

Beim Betonieren von Bohrpfählen muß der Beton in verhältnismäßig enge und lange Rohre ausschließlich von oben und meistens unter Wasser eingebracht werden. Die Möglichkeiten einer guten Verarbeitung und Verdichtung sind gegenüber den Verhältnissen bei frei stehenden Säulen geringer und unsicherer. Um trotzdem die nach Vorschrift erforderliche Festigkeit und Wasserdichtigkeit des Betons zu erreichen, sind in der Norm Richtlinien angegeben, die die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton bei den besonderen Verhältnissen der Bohrpfähle folgerichtig ergänzen.

**Zu Abschnitt 5.2.**

Bei einem Zementgehalt von 350 kg sind mit dem in den Zuschlagstoffen vorhandenen Feinstkornanteil etwa 400 kg Feinstoffe <0,2 mm in 1 m<sup>3</sup> fertigem Beton enthalten, womit eine der Voraussetzungen für die Dichtigkeit des Betons gegeben ist.

Bei der Wahl des Zementes ist die Frage seiner besonderen Eignung für die vorliegenden Verhältnisse zu prüfen.

Um beim Ziehen der Bohrrohre zeitlich einen ausreichenden Spielraum zu haben, sollten besonders schnell bindende Zemente nicht verwendet werden.

**Zu Abschnitt 5.3.**

Die Wahl des Wasserzementwertes wird beeinflusst von den zur Verfügung stehenden Zuschlagstoffen, den Betonzusatzmitteln, der Art des Einbringens und der Möglichkeit des Verarbeitens des Betons sowie vom Durchmesser und der Länge der Pfähle.

Ganz allgemein sollte die Mischung etwas weicher sein als für gleichartige Stahlbetonbauteile.

Der angegebene Mindestzementgehalt und die Festlegung nur der oberen Grenze des Wasserzementwertes erlauben, die Beschaffenheit des frischen Betons den jeweils vorliegenden Verhältnissen anzupassen (je schlanker der Pfahl, desto weicher die Beschaffenheit des Betons).

**Zu Abschnitt 5.4.**

Für Pfahldurchmesser <40 cm ist das Größtkorn der Zuschläge mit 15 mm zu begrenzen, um der Gefahr zu begegnen, daß sich an der Bewehrung Kiesnester bilden. Die Zuschlagstoffe sind nach Bild 2 (E) <sup>1)</sup> abzustufen. Es ist eine Mischung im Bereich oberhalb der mittleren Linie, möglichst in deren Nähe, anzustreben.

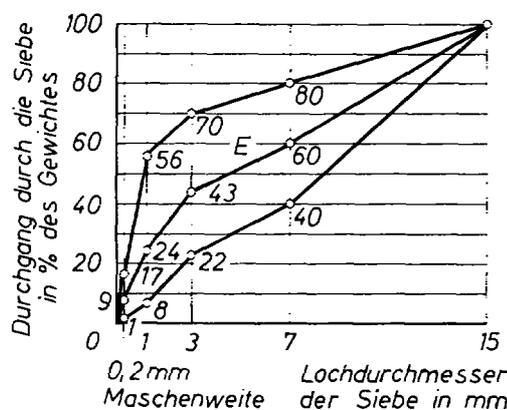


Bild 2 (E). Stufung der Zuschlagstoffe nach Sieblinie E

**Zu Abschnitt 5.6.**

Bei betonschädlichen Wässern und Böden muß die Forderung nach möglichst dichtem Beton besonders streng beachtet werden. DIN 4030 gibt hierfür ins einzelne gehende Hinweise.

**Zu Abschnitt 5.7.**

Beim Beurteilen der Würfelergebnisse muß beachtet werden, daß die Verhältnisse beim normgerechten Herstellen der Probewürfel sehr weit von denen abweichen, die beim Einbau des Pfahlbetons herrschen. Obwohl die normale Beanspruchung des Pfahlbetons aus der Belastung der Pfähle verhältnismäßig gering ist, muß doch mit Rücksicht auf die ungünstigen Einbaubedingungen von vornherein eine ausreichend hohe Würfel Festigkeit, die mindestens der Güteklasse B 225 nach DIN 1045 entspricht, verlangt werden.

**Zu Abschnitt 6.1. Allgemeines**

Der Bewehrungskorb wird z. B. durch Abstandshalter in seiner Stellung im Bohrrohr so festgelegt, daß die notwendige Betondeckung sichergestellt ist und ein Mitgehen beim Ziehen des Bohrrohres nicht eintritt.

Zu Beginn des Betonierens sollte der Bewehrungskorb 5 bis 10 cm von der Sohle abgehoben werden, damit sein unteres Ende auch ausreichend vom Beton ummantelt wird.

<sup>1)</sup> siehe auch Bild 2 in DIN 1045 und Leitsätze für die Bauüberwachung im Beton- und Stahlbetonbau, Deutscher Betonverein, 9. Aufl. 1954, Bild 16.

Der Verzicht auf eine durchgehende Bewehrung bei Pfählen unter 7,50 m Länge ist an bestimmte Voraussetzungen gebunden. So ist es z. B. erforderlich, daß die Soll-Lage der Pfähle bei der Bohrung genau eingehalten wird, um Außermittigkeiten bei der Lastüberleitung zu vermeiden.

Bei Schrägpfählen muß ein besonders strenger Maßstab angelegt werden.

### Zu Abschnitt 6.2. Längsbewehrung

Werden höhere Stahlgüten als Betonstahl I nach DIN 1045 verwendet, so dürfen trotzdem Anzahl und Stärke der Bewehrungsstäbe nicht verringert werden.

Nach DIN 1054 (Ausgabe 6.53), Abschnitt 5.23, sollen Pfähle möglichst nicht auf Biegung beansprucht werden. In besonderen Fällen ist jedoch eine solche Beanspruchung unvermeidbar, z. B. beim Einwirken des Seitendruckes plastischer weicher Böden (hinter nachgiebigen Spundwänden oder bei einseitigen Aufgrabungen) oder bei Schrägpfählen innerhalb konsolidierender Schichten u. a. Da in solchen Fällen beim Ansatz der angreifenden Kräfte große Unsicherheiten bestehen, ist ein zuverlässiger Spannungsnachweis in den seltensten Fällen möglich. Sind jedoch solche Einflüsse von vornherein erkennbar, so reicht es aus, ihre Größenordnung einigermaßen richtig zu erfassen. Liegen besonders ungünstige Verhältnisse vor, so kann es u. U. notwendig werden, von einer Bohrpfahlgründung ganz abzusehen. In Zweifelsfällen sollten Baugrund-Sachverständige hinzugezogen werden.

### Zu Abschnitt 6.4. Betondeckung

Die angegebenen Mindestmaße der Betondeckung müssen eingehalten werden, damit der Zwischenraum zwischen Bewehrung und Vortreibrohr groß genug ist, um den Beton ohne Brückenbildung so hindurchfließen zu lassen, daß eine vollständige und dichte Ummantelung des Betonstahls sichergestellt ist. Dies gilt genauso für Blechhülsenpfähle.

Bei geringerer Betondeckung würde die Gefahr bestehen, daß sich Kiesnester an der Bewehrung bilden (vgl. Zu Abschnitt 5.4.) und der Korb beim Ziehen des Rohres — z. B. durch Festkeilen von einzelnen größeren Bestandteilen der Zuschlagstoffe zwischen Bohrröhr und Bewehrung — mit angehoben wird.

### Zu Abschnitt 6.6. Stöße

Rundhaken beim Überdeckungsstoß von Druckpfählen sind verboten, damit das Betonieren nicht behindert und somit eine sichere Betonfüllung erreicht wird.

Ist der Pfahl so lang, daß die Längsbewehrung gestoßen werden muß und kann der Bewehrungskorb in ganzer Länge eingestellt werden, so sollten die Stöße der einzelnen Längsstäbe immer gegeneinander versetzt werden.

Läßt sich bei beschränkter Bauhöhe die Bewehrung jedoch nur abschnittsweise einstellen, so daß die Stöße der Längsstäbe in gleicher Ebene liegen müssen, so ist ein geschweißter Stoß zu empfehlen.

Bei Zugpfählen müssen Überdeckungsstöße immer geschweißt werden. Geschweißte Überdeckungsstöße sind hier entgegen DIN 1045 zulässig.

Bei geschweißten Stößen ist die Eignung der Stahlsorten für das Schweißen zu beachten.

### Zu Abschnitt 7.2. Beginn des Betonierens

Diese Bestimmung besagt, daß jeder Pfahl noch am gleichen Tage zu betonieren ist, an dem die Bohrung beendet wurde. Danach ist es also nicht zulässig, eine Anzahl Pfähle bis auf Solltiefe zu bohren und erst dann mit dem Einstellen der Körbe und dem Ausbetonieren zu beginnen. Vor der Überprüfung einer möglicherweise angehobenen Standfläche ist ein zuvor eingestellter Bewehrungskorb nochmals herauszunehmen.

### Zu Abschnitt 7.3. Einbringen und Verarbeiten

Die Füllgeschwindigkeit ist so zu wählen, daß ein ausreichendes Verarbeiten des Mischgutes möglich ist. Bei verhältnismäßig kurzen Pfählen — bei langen Pfählen im oberen Teil — kann der eingebrachte Beton durch Stochern in gewissem Umfang verdichtet werden. Besseres Verarbeiten des Betonmischgutes — auch über die gesamte Pfahllänge — kann durch richtig angewendetes Rütteln (z. B. Tauchrüttler oder Außenrüttler am Bewehrungskorb) erzielt werden.

Bohrpfahlarten, bei denen besondere Rüttelverfahren nicht nur die Güte des Betons verbessern, sondern zugleich eine Erhöhung des Verbundes zwischen Boden und Beton, und damit eine Vergrößerung der Tragfähigkeit des Pfahles herbeiführen, gelten als Sonderausführungen.

### Zu Abschnitt 7.4. Einschütten im Trocknen

Durch diese Bestimmung soll vermieden werden, daß sich der Beton beim Einschütten in den tiefen und engen Schacht eines Bohrröhres entmischt und einzelne Steine in der Bewehrung hängen bleiben und Brücken bilden. Insofern können auch geschlossene Kübel eingesetzt werden, die in das Bohrröhr bis auf oder in den Beton eingeführt werden, und durch einen von oben zu betätigenden Verschuß nach unten entleeren.

### Zu Abschnitt 7.5. Verdrängen des Grundwassers

Das Grundwasser darf nur in den Boden hinein, z. B. durch Druckluft verdrängt werden. Ein Herausfördern durch Abpumpen ist verboten (siehe hierzu Abschnitt 4).

### Zu Abschnitt 7.7. Nachweis des Betonverbrauchs

Für den Nachweis des Betonverbrauchs soll das Formblatt (Mustervordruck siehe Anlage zu den Richtlinien) benutzt werden. Der gemessene Betonverbrauch ist mit dem vom Bohrröhrkranz ausgeschnittenen Rauminhalt des Bodens, vermehrt um den Hohlraum eines etwa angeschnittenen Pfahlfußes zu vergleichen, und sollte in der Regel dem insgesamt ausgeschnittenen Hohlraum mindestens gleichkommen.

Der Nachweis eines genügenden Betonverbrauchs allein bietet jedoch noch keine Gewähr für einen fachgerecht hergestellten fehlerfreien Pfahl.

Bei Preßbeton-Bohrpfählen wird zusätzlich verlangt, den Betonverbrauch abschnittsweise zu messen und zu vergleichen, wobei zweckmäßig die tragfähige Schicht als ein Abschnitt, und darüber lagernde verdrängungs- oder verdichtungsfähigere Schichten als weitere Abschnitte behandelt werden.

Bei Preßbeton-Bohrpfählen tritt je nach der Verdrängungs- oder Verdichtungsfähigkeit des Bodens und dem aufgewendeten Luftdruck gegenüber geschütteten Bohrpfählen grundsätzlich ein höherer Betonverbrauch auf.

### Zu Abschnitt 8. Ziehen der Bohrröhre

Die Röhre sollen entweder mechanisch mit Hilfe von Winden oder Pressen, oder durch Ausüben eines Preßdruckes auf den Beton (Druckluft) gezogen werden. In beiden Fällen kann das Anheben des Rohres durch Drehbewegungen unterstützt werden.

Beim Anheben darf sich die Bewehrung am Rohr nicht aufhängen. Die Höhe der zu wählenden Betonierabschnitte ist abhängig vom Pfahldurchmesser, von der Konsistenz des Betons, von der Geschwindigkeit des Betoneinbaues, vom Erddruck und der Ausführungsart.

Bei der Herstellung von Preßbeton-Bohrpfählen soll der Preßdruck allein die Reibung zwischen Rohrrinnenwandung und Beton überwinden. Zum Anheben des Rohres muß aber auch die Reibung zwischen Rohr-Außenwandung und Boden überwunden

werden. Sofern beide Kräfte allein durch die Druckluft überwunden werden, sollen die Bohrrohre lose am Förderseil hängend langsam aus dem Boden kommen.

Sind jedoch die äußeren Reibungskräfte sehr groß und genügt ein Hin- und Herbewegen des Bohrrohres nicht, um es in Gang zu bringen, kann mit der Winde nachgezogen werden. Dies kann sogar notwendig sein, damit nicht durch übermäßig hohen Preßdruck bei dem Beton die Gefahr einer Pfropfenbildung entsteht und das Rohr bei freierwerdendem Druck plötzlich hochschießt. Es könnte dabei mit seiner Unterkante über die Betonsäule kommen, so daß Einschnürungen des Schaftquerschnittes dann die Folge wären. Gegen ein Herausschießen der Rohre aus dem Boden sind Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen.

Die Bohrrohre müssen im Boden verbleiben, wenn die Gefahr besteht, daß durch strömendes Grundwasser (z. B. Tide) das Bindemittel aus dem frischen Beton ausgespült wird.

### Zu Abschnitt 10. Herstellen von angeschnittenen Pfahlfüßen

*Angeschnittene Pfahlfüße dürfen nur in genügend standfestem Boden hergestellt werden, und zwar in einer solchen Tiefe, daß über dem Hohlraum noch mindestens 1,0 m standfesten Bodens zur Aufnahme von Gewölbspannungen ansteht.*

#### Zu Abschnitt 10.1.1.

Das für die Fußraum-Herstellung verwendete Schneidgerät muß eine Vorrichtung haben, die ein genaues Einstellen des Gerätes zum Ausschneiden des Hohlraumes in den geforderten Abmessungen zuläßt. Die Übereinstimmung der Endstellung des Fußschneiders mit seiner Sollstellung muß von der Bohrebene aus prüfbar sein.

#### Zu Abschnitt 10.1.2.

Zum Herstellen einer Pfahlgründung mit angeschnittenen Füßen muß nicht nur die Tragfähigkeit des Baugrundes erkundet, sondern auch festgestellt werden, inwieweit die Beschaffenheit der Gründungsschicht eine Fußausbildung erlaubt. Ein sorgfältiger Baugrundaufschluß ist daher für Pfähle mit Fußverbreiterung besonders wichtig.

In mindestens steifen bindigen Böden (entsprechend DIN 1054, Tafel) ist in der Regel ein Ausschneiden des Fuß-Hohlraumes ohne besondere Schwierigkeiten möglich, da diese Böden über eine ausreichend große Kohäsion verfügen.

In erdfeuchten, nichtbindigen Böden tritt eine scheinbare Kohäsion auf, die mit wachsender Korngröße abnimmt, jedoch die Ausbildung von Pfahlfuß-Hohlräumen in sandigen bis mittelkiesigen Böden gestattet.

In grobkiesigen Böden ist die scheinbare Kohäsion zu gering und hier können Pfahlfüße nur dann zuverlässig angeschnitten werden, wenn eine Verkitung durch andere Bestandteile wie Lehm, Ton, Kalk oder Eisenoxyd besteht.

Grundsätzlich sind während der Herstellung eines solchen Fußes, insbesondere in nichtbindigen Böden, Erschütterungen im Bohrloch und in seiner Umgebung zu vermeiden.

#### Zu Abschnitt 10.1.3.

Das einwandfreie Herstellen des Fuß-Hohlraumes sollte mindestens auf folgende Weise geprüft werden:

- a) durch Spiegelung
- b) durch das Fußschneidgerät
- c) durch die Menge des eingebrachten Betons

zu b) Bei einwandfrei ausgeschnittenem Hohlraum muß sich das Fußschneidgerät in seiner Endstellung leicht vom Gelände aus drehen lassen.

zu c) Die einfache Prüfung bietet sich an durch den Vergleich des theoretischen Rauminhalts des Fußschneiders mit dem tatsächlich geförderten Boden und der eingebauten Betonmenge. Dabei muß das geförderte Bohrgut aus dem Fuß in einem Meßbehälter gesammelt und sein Rauminhalt unter Berücksichtigung eines auf der Baustelle oder im Laboratorium ermittelten Beiwertes für die Auflockerung bestimmt werden. Die Menge des eingebauten Betons kann in Fördergeräten ermittelt werden<sup>2)</sup>.

### Zu Abschnitt 10.2.2.

Im Grundwasser fehlt die scheinbare Kohäsion nichtbindiger Böden.

Der Hohlraum für den Fuß kann in diesen Böden nur dann mit genügender Sicherheit hergestellt werden, wenn zusätzlich zur Gewölbewirkung ein ausreichend großer, stabilisierender Strömungsdruck auf alle Bereiche der Wandungen des Hohlraumes vorhanden ist. Der Wasserspiegel im Bohrrohr ist deshalb stets mindestens 1,0 m über dem Grundwasser zu halten.

In gröberen Böden als Fein- bis Grobsand ist zur Aufrechterhaltung eines ausreichenden Strömungsdruckes ein größerer Wasserzufluß notwendig.

### Zu Abschnitt 11.1.

Bei der Festsetzung der zulässigen Pfahllasten und der für sie erforderlichen Eigenschaften des tragfähigen Baugrundes wurde davon ausgegangen, daß es vor allem wichtig ist, Angaben für Böden zu machen, die einerseits nach den im Laufe von Jahrzehnten gesammelten Erfahrungen für Bohrpfahlgründungen eine genügende Tragfähigkeit haben, andererseits aber auch in der Natur häufig vorkommen. Es wurde also bewußt vermieden, zulässige Pfahllasten für ausgesprochen dichte oder feste Böden, die aber seltener angetroffen werden, zu nennen. Für derartige Böden ist unter Abschnitt 11.2. jedoch eine Möglichkeit zur Erhöhung der zulässigen Pfahllasten vorgesehen.

Bei den nichtbindigen Böden wird für den Normalfall eine „ausreichend dichte“ Lagerung gefordert. Diese Lagerungsdichte ist:

$$D = \frac{n_0 - n}{n_0 - n_d} \geq 0,4$$

wobei  $n$  der Porenanteil des Bodens in natürlicher Lagerung ist und  $n_0$  und  $n_d$  die Porenanteile in der lockersten und dichtesten Lagerung sind.

Hierzu kann der Porenanteil des natürlichen Bodens an ungestörten Proben bestimmt werden. Ihre Entnahme ist aber in den Tiefen, in denen die Spitzen der Pfähle stehen, nicht oder nur mit großem Aufwand möglich. Eine Auskunft über die Lagerungsdichte von sandigen und kiesigen Ablagerungen kann bis in etwa 20 m Tiefe durch Drucksondierungen<sup>3)</sup> gewonnen werden. Auch Schlagsondierungen oder Untersuchungen mit der Isotopsonde können Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse vermitteln, desgleichen geeignete Untersuchungen im Bohrloch bei der Ausführung der Erkundungsbohrungen. Die Ergebnisse sind jedoch nur dann als zuverlässig anzusehen, wenn in den betreffenden Bezirken ausreichende Erfahrungen mit der Auswertung von Sondenmessungen vorliegen.

Die Lagerungsdichte nichtbindiger Böden der tragfähigen Gründungsschicht sollte in jedem Falle vor Ausführung einer Bohrpfahlgründung untersucht werden, da sie sehr unterschiedlich sein kann und einen großen Einfluß auf die Tragfähigkeit und damit unter Umständen auch auf die Länge der Pfähle ausübt.

<sup>2)</sup> Muhs, H.: Versuche mit Bohrpfählen, Wiesbaden — Berlin 1959, Bauverlag GmbH.

<sup>3)</sup> Kahl: Derzeitiger Stand des Spitzendruck-Sondierverfahrens, Fortschritte und Forschungen im Bauwesen, Heft 25, Reihe D, Stuttgart 1955.

Bei den bindigen Böden wird der Regelfall auf eine „annähernd halb feste“ Beschaffenheit der Böden bezogen, damit die Tafelwerte für die häufigeren Fälle angewendet werden können, in denen der natürliche Wassergehalt etwas größer ist, als der der Ausrollgrenze. Gemeint sind hiermit bindige Böden, deren Zustandszahl

$$k_w = \frac{w_i - w_n}{w_i - w_a} = \frac{w_i - w_n}{w_{ia}} \geq 0,75$$

ist, wobei  $w_n$  der natürliche Wassergehalt ist,  $w_i$  und  $w_a$  die Wassergehalte der Fließgrenze und der Ausrollgrenze sind und  $w_{ia}$  die Bildsamkeit (früher Plastizitätszahl) ist.

Der natürliche Wassergehalt muß dabei an ungestörten Proben bestimmt werden, deren Entnahme aus bindigen Böden im allgemeinen ohne große Schwierigkeiten möglich ist. Ein annähernd halbfester Boden ist bereits so trocken, daß er sich nur noch schwer — oder nicht mehr — in der Hand zu 3 mm dicken, rissfreien Walzen ausrollen läßt; vielmehr bekommt er dabei Risse oder beginnt zu zerbröckeln.

Die Einbindelänge von mindestens 3 m ist bei Pfählen ohne Fußverbreiterung notwendig, damit die zur Lastaufnahme erforderliche Mantelfläche im tragfähigen Baugrund vorhanden ist. Bei den Pfählen mit Fußverbreiterung ist die Mantelfläche für die Lastaufnahme ohne Bedeutung, da die Last nur unter dem Pfahlfuß auf den Boden übertragen wird. Trotzdem ist die Einbindelänge von 2,5 m notwendig, damit die Auflast des Bodens neben dem Pfahlfuß hoch genug ist, um einen Grundbruch unter dem Pfahl mit ausreichender Sicherheit zu verhindern. Eine größere Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund berechtigt deshalb bei Fußpfählen nicht, die Pfahlbelastung zu steigern. Bei geschütteten und Preßbeton-Bohrpfählen ohne Fußverbreiterung kann durch eine größere Einbindelänge in die tragfähige Schicht dagegen eine Erhöhung der zulässigen Pfahllasten herbeigeführt werden (siehe Abschnitt 11.4.). Das gleiche gilt bei Blechhülsenpfählen für den nichtummantelten Pfahlteil.

Die geforderte ausreichende Mächtigkeit des tragfähigen Baugrundes muß bei Pfahlbündeln oder bei verhältnismäßig breiten Pfahlreihen größer sein als bei einzeln stehenden Pfählen oder schmalen Pfahlreihen. Grundsätzlich sollte unterhalb der Pfahlspitzen tragfähiger Baugrund noch in einer Mächtigkeit anstehen, die mindestens das 4fache des Pfahlfußdurchmessers des Einzelpfahls oder die 2fache Breite der beanspruchten Fläche in Höhe der Pfahlspitzenebene bei Pfahlgruppen beträgt, den Wert 1,50 m jedoch nicht unterschreiten darf (Bild 3 dieser Erläuterungen). Unterhalb des tragfähigen Baugrundes dürfen keine stark nachgiebigen Bodenschichten liegen.

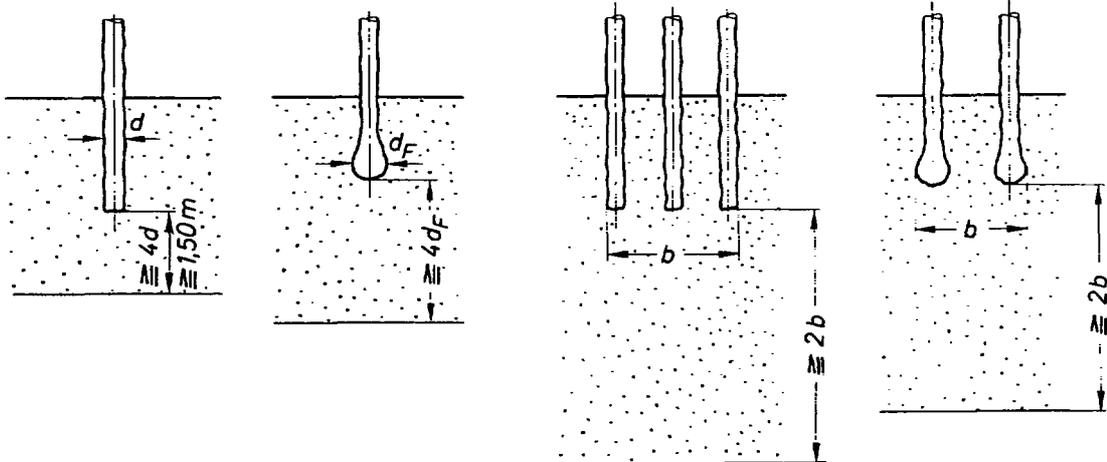


Bild 3 (E)

#### Anmerkung:

Die Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau, Hamburg 20, Geffckenstraße 16, überprüft laufend die Angaben in DIN 4014 über die Tragfähigkeit von Bohrpfählen. Sie bittet, ihr die Ergebnisse von ausgeführten Probelastungen von Bohrpfählen mit allen Unterlagen über den Untergrund mitzuteilen.

#### Zu Abschnitt 11.2.

Als besonders dicht gelagerte Sande gelten solche, bei denen die Lagerungsdichte  $D \geq 0,6$  ist.

Bei ungleichförmigen Sand-Kiesgemischen sind die Hohlräume zwischen den größeren Körnern durch jeweils kleinere Körner ausgefüllt. Derartige Sand-Kiesgemische haben deshalb ein höheres Trockenraumgewicht, ihr Scherwiderstand ist größer und ihre Zusammendrückbarkeit geringer<sup>4)</sup>. Bei ihnen ist deshalb eine höhere Belastung zulässig als in gleichförmigen Sanden gleicher Lagerungsdichte.

Bei festen bindigen Böden liegt der natürliche Wassergehalt erheblich unter dem der Ausrollgrenze. Der Boden ist dann nicht mehr plastisch verformbar, sondern bricht oder zerbröckelt bei einer Biegebeanspruchung.

Eine Erhöhung der Pfahllasten nach Abschnitt 11.2. setzt in jedem Fall eine gründliche Bodenuntersuchung mit einem entsprechenden Ergebnis voraus.

#### Zu Abschnitt 11.3.

Felsähnliche Böden sind neben schieferartigen Gesteinen, verfestigten Gesteinstrümmern und ähnlichen Vorkommen harte bindige Böden, in denen die üblichen Bohrergeräte auch unter Wasserzusatz versagen und in denen mit dem Meißel gebohrt oder mit der Kernbohrung gearbeitet werden muß.

Da in derartigen Böden die Pfahlspitzen lediglich gegen seitliches Verschieben zu sichern sind, genügt im nicht verwitterten, gesunden, festen Fels eine Einbindelänge von 0,3 m, in felsähnlichen Böden von 1 bis 2 m.

Pfähle, die in solchen Böden stehen, sind Standpfähle. Wenn die Gesteinsfestigkeit gleich oder größer ist als die Festigkeit des Pfahlbetons, kann die zulässige Pfahllast entsprechend der zulässigen Beanspruchung des Betons gewählt werden.

<sup>4)</sup> Siedek: Über die Lagerungsdichte und den Verformungswiderstand von Korngemischen, Straße und Autobahn 6 (1955), H. 8, S. 273.

**Zu Abschnitt 11.4.**

Der Nachweis kann rechnerisch durch Berücksichtigung der zusätzlichen Mantelfläche geführt werden. Bei Preßbetonpfählen ist dabei eine größere Zunahme der zulässigen Pfahllast als bei geschütteten Pfählen anzunehmen.

**Zu Abschnitt 11.5.**

Bei der Ermittlung der zulässigen Pfahlbelastung aus Probelastungen macht sich bei Bohrpfählen das Fehlen eines deutlichen Bruchs oder des Beginns des Versinkens in der Last-Setzungslinie oft störend bemerkbar, da sie nicht selten eine fast gleichmäßige Krümmung aufweist. Bei allen Bohrpfählen kann jedoch der Beginn des Versinkens bei einer Setzung von etwa 2 cm angesetzt werden, sofern keine andere niedrigere Versinkungsgrenze im Last-Setzungsdiagramm erkennbar ist oder sofern nicht von vornherein nach DIN 1054 (Ausgabe 6.53), Abschnitt 5.372, eine größere Pfahlsetzung zugelassen wird.

Vergleichbare Untergrundverhältnisse liegen vor, wenn die Schichtenfolge, insbesondere Mächtigkeit und Tiefenlage der tragfähigen Schichten, einander ungefähr entsprechen und wenn die Baugrundeigenschaften dieser Schichten einander ähnlich sind. Zum Nachweis hierfür müssen in bindigen Schichten Untersuchungsergebnisse ungestörter Proben (Porenziffer, Wassergehalt, Kornverteilung) aus dem Untergrund beider Baustellen vorhanden sein. In nichtbindigen Bodenschichten müssen der Kornaufbau und die Lagerungsdichten der tragenden Schichten beider Baustellen bekannt sein.

Last-Setzungslinien von Probelastungen sind für eine Übertragung der Ergebnisse nur dann brauchbar, wenn die bodenmechanischen Kennziffern der tragenden Bodenschichten gleichzeitig vorliegen.

**Zu Abschnitt 11.8.**

Für die Ermittlung der zulässigen Zugbelastung durch Probelastungen gilt DIN 1054 (Ausgabe 6.53), Abschnitt 5.373, und der zugehörige Abschnitt der Erläuterungen zu DIN 1054.

— MBl. NW. 1961 S. 1576.

23234

**Einführung von Normblättern  
als einheitliche technische Baubestimmungen (ETB);  
hier: DIN 4019 Blatt 2 — Setzungsberechnungen bei  
schräg und bei außermittig wirkender Belastung**

RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und  
öffentliche Arbeiten v. 7. 9. 1961 — II B 2 —  
2.710 Nr. 1481,61.

Nachdem bereits seit längerer Zeit Richtlinien für Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung bestehen<sup>1)</sup>, sind nunmehr vom Fachnormenausschuß Bauwesen auch solche für schräg und außermittig wirkende Belastung aufgestellt worden.

Das Normblatt

**DIN 4019 Blatt 2** (Ausgabe Februar 1961) —

Baugrund; Setzungsberechnungen bei schräg und bei außermittig wirkender Belastung (Verkantung);  
Richtlinien — Anlage

Anlage

<sup>1)</sup> DIN 4019 Blatt 1, bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht mit RdErl. v. 20. 10. 1959 — MBl. NW. S. 2681/SMBI. NW. 23234.  
<sup>2)</sup> MBl. NW. S. 801/SMBI. NW. 2323.  
<sup>3)</sup> Gesetzsamm. S. 15.

wird unter Bezugnahme auf Nr. 1.4 meines RdErl. v. 20. 6. 1952<sup>2)</sup> für das Land Nordrhein-Westfalen bauaufsichtlich eingeführt und hiermit auf Grund der ordnungsbehördlichen Verordnung über die Feuersicherheit und Standesicherheit baulicher Anlagen v. 15. Februar 1942<sup>3)</sup> bekanntgemacht.

Soweit die Bauaufsichtsbehörden nicht in der Lage sind, die Größe der Setzungen und ihre Einwirkung auf das Bauwerk selbst zu beurteilen, stehen ihnen die anerkannten Institute für Baugrundfragen zur Verfügung.

Die Bestimmungen meines Einführungserlasses zu DIN 4019 Blatt 1 v. 20. 10. 1959 (MBl. NW. S. 2681/SMBI. NW. 23234), Nr. 2 und 3, gelten auch in diesem Zusammenhang.

Das Normblatt DIN 4019 Blatt 2 und dieser RdErl. sind in die Nachweisung A, Anlage 1 zum RdErl. v. 1. 9. 1959 (MBl. NW. S. 2333/SMBI. NW. 2323 — RdErl. v. 20. 6. 1952 — Anl. 17), unter V a 3 aufzunehmen.

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

<h1 style="margin: 0;">Baugrund</h1> <p style="margin: 0;">Setzungsberechnungen bei schräg und bei außermittig wirkender Belastung (Verkantung)      Richtlinien</p>	<h2 style="margin: 0;">DIN 4019</h2> <p style="margin: 0;">Blatt 2</p>
--	--

### Inhalt

1. Zweck
2. Begriff
3. Geltungsbereich
4. Grundlagen und Lastannahmen
5. Berechnungsverfahren
6. Schwerpunktverlagerung und Stabilität

#### 1. Zweck

Diese Richtlinien befassen sich mit den Berechnungsgrundlagen und -verfahren zur Ermittlung der Größe der Setzungen und Verkantungen, die sich an starren Baukörpern mit den in Abschnitten 2 und 3 genannten Belastungen einstellen. Solche Baukörper sind z. B. Stützengründungen, Brückenpfeiler, Widerlager und Stützmauern.

#### 2. Begriff

Eine außermittig wirkende Belastung ist dann gegeben, wenn in der Grundfläche eines Fundamentes eine lotrechte oder schräge Last außerhalb des Flächenschwerpunktes oder — bei Linienlast — außerhalb einer Schwerlinie angreift. Derart belastete Gründungskörper sind gewöhnlich gedrunken und so steif ausgebildet, daß sie als starr angenommen werden können. Sie erfahren außer einer lotrechten Setzung eine Verkantung, soweit sich der Grundkörper drehen kann.

#### 3. Geltungsbereich

Die Richtlinien gelten für die in Abschnitt 2 beschriebene Belastung und außerdem für mittige Belastung:

- a) bei schräger Belastung, die im Schwerpunkt bzw. in einer Schwerlinie der Grundfläche des Fundamentes angreift,
- b) wenn der Baugrund unter der Gründungsfläche infolge ungleicher Schichtdicke oder Steifigkeit unterschiedlich zusammendrückbar ist,
- c) wenn der Grundriß des Fundamentes nicht mindestens zweiachsrig symmetrisch ist.

#### 4. Grundlagen und Lastannahmen

##### 4.1. Mitgeltende Bestimmungen

Die Richtlinien beruhen auf den gleichen Grundlagen, wie sie in DIN 4019 Blatt 1 (Ausgabe Juni 1958) behandelt werden. DIN 4019 Blatt 1 ist mit Ausnahme der Abschnitte 5, 6, 7.2, 11 und 14 für den vorliegenden Fall anzuwenden. Ferner ist DIN 4019 Blatt 1 ohne Einschränkung anzuwenden, wenn der ursprünglich außermittig und schräg belastete Baukörper durch das Erdreich, Aussteifungen, Decken oder andere Bauteile völlig an einer Verkantung verhindert wird, sich also wie ein lotrechter und mittig beanspruchter Körper setzen muß.

##### 4.2. Vereinfachung des Schichtenbildes

Das Schichtenbild soll unter dem Bauwerk durch eine oder mehrere geradlinig, waagrecht oder geneigt begrenzte Schichten wiedergegeben werden, für die jeweils eine kennzeichnende Druck-Setzungslinie oder Steifezahl festgelegt wird.

##### 4.3. Ansatz der äußeren Kräfte

Um die Einflüsse der äußeren Kräfte auf den Baugrund richtig zu erfassen, sind folgende Lastarten getrennt zu berücksichtigen:

- 4.3.1. Bauwerkslasten einschließlich Erd- und Wasserdruck und Sohlwasserdruck (Auftrieb),
- 4.3.2. Entlastung der Sohlfläche durch den Bodenaushub,
- 4.3.3. Laständerungen auf dem Untergrund neben dem Bauwerk (z. B. durch Aufschüttung, Abtrag, benachbarte Bauwerke, langwirkende Nutzlasten).

#### 4.4 Aufnahme der waagerechten Teilkkräfte

Die waagerechten Teilkkräfte werden durch den Scherwiderstand unter der Sohle und durch den Erdwiderstand vor dem Grundkörper aufgenommen.

##### 4.4.1. Scherwiderstand

Die waagerechte Teilkraft soll möglichst vom Scherwiderstand (Reibung und Haftfestigkeit) unter der Sohle aufgenommen werden. Die Sohlereibung wird näherungsweise im gleichen Verhältnis über die Gründungssohle verteilt wie die lotrechte Komponente der Sohlpressungen nach Abschnitt 4.3.1. Dabei ist zu beachten, daß die Reibungsspannungen in der Sohle von den unverminderten lotrechten Bodenpressungen abhängen, d. h. die Entlastung durch den Bodenaushub nach Abschnitt 4.3.2. darf hierbei nicht berücksichtigt werden. Die Haftfestigkeit darf nur berücksichtigt werden, wenn sie wirklich gewährleistet ist. Sie ist dann gleichmäßig über den gedrückten Teil der Sohlfuge zu verteilen. Im klaffenden Teil einer Fuge können keine Scherspannungen übertragen werden.

##### 4.4.2. Erdwiderstand

Sofern die waagerechte Teilkraft nicht ausschließlich durch den Scherwiderstand unter der Sohle aufgenommen werden kann, wird für die Setzungsrechnung der Erdwiderstand nur in dem Umfange angesetzt, wie er durch die wirklich auftretende Verkantung und Verschiebung wirksam wird. Voraussetzung ist hierbei, daß sich der Grundkörper ausreichend tief in einem gewachsenen oder in einem gut verdichteten geschütteten Boden befindet und daß die Gewähr dafür besteht, daß das Erdreich später nicht entfernt wird.

### 5. Berechnungsverfahren

#### 5.1. Grundlagen

Die Verformung des Untergrundes wird hervorgerufen

- durch Druck- und Scherspannungen in der Sohlfläche des Bauwerkes nach Abschnitt 4.3.1., die aus der lotrechten mittigen Teilkraft, dem Moment der lotrechten außermittig wirkenden Teilkraft um den Mittelpunkt der Gründungssohle und aus der waagerechten Teilkraft entstehen;
- durch die Verminderung der Bodenspannungen nach Abschnitt 4.3.2.;
- durch lotrechte und waagerechte Belastungen des Erdreiches neben dem Bauwerk nach Abschnitt 4.3.3.

Die Anteile dieser drei Belastungsarten sollen getrennt ermittelt und entweder in den Baugrundspannungen (Abschnitt 5.2.) oder in den Setzungen (Abschnitt 5.3.) überlagert werden.

Die DIN 4019 Blatt 1 entsprechende Berechnung für alle drei Lastanteile wird hier als „allgemeines Näherungsverfahren“ (Abschnitt 5.2.) bezeichnet, da es für beliebige Drucksetzungslinien (veränderliche Steifzahl) anwendbar ist. In den meisten Fällen reicht aber das „vereinfachte Näherungsverfahren“ (Abschnitt 5.3., mit mittlerer konstanter Steifzahl) aus. Bei besonders gefährdeten Bauwerken ist ein genaueres Verfahren (Abschnitt 5.4.) am Platze.

Bodenspannungen und Setzungen für die lotrechte mittige Belastung (rechteckiger Anteil der Sohlpressung) können unter Benutzung der Tabellen in DIN 4019 Blatt 1 ermittelt werden, falls nicht in Sonderfällen einfache Formeln benutzt werden.

#### 5.2. Allgemeines Näherungsverfahren

##### 5.2.1. Verteilung der Druck- und Scherspannungen in der Sohle

Die Verteilung der Bodenpressungen unter dem Fundament wird näherungsweise geradlinig begrenzt (Spannungstrapez oder

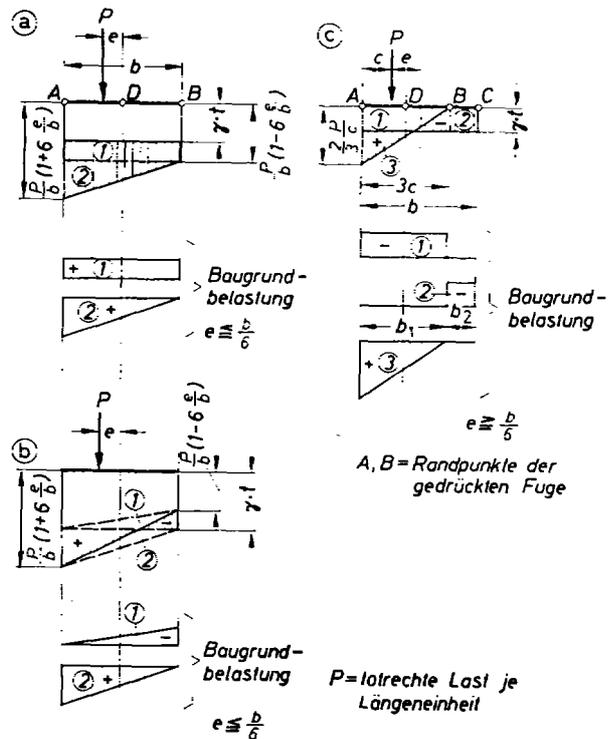


Bild 1. Aufteilung der Belastung des Baugrundes in Rechtecke und Dreiecke bei geschlossener (a und b) und klaffender (c) Fuge unter Berücksichtigung der Vorbelastung  $p_0 t$  aus der Eigenlast des Aushubs bei rechteckiger Grundfläche.

Spannungsdreieck). Für die Ermittlung der Spannungen im Baugrund sind die Sohlpressungen aus den lotrechten Lasten (Abschnitt 4.3.1.) entsprechend Bild 1a bis c anzusetzen.

Hiervon sind die Sohlpressungen abziehen, die dem Lastenanteil des Bodenaushubs entsprechen (Abschnitt 4.3.2.). Die dann verbleibende Spannungsfigur ist in Rechtecke und Dreiecke zu zerlegen, deren Eckpunkte an den Rändern der gedrückten Fuge liegen.

Über die Verteilung der Sohlreibungsspannungen aus der waagerechten Belastung siehe Abschnitt 4.4.1.

##### 5.2.2. Bodenspannungen infolge der äußeren Lasten

Die lotrechten Spannungen im Untergrund aus den lotrechten Belastungen (nach Abschnitt 4.3.1. bis 4.3.3.) werden unter den gleichen Voraussetzungen wie in DIN 4019 Blatt 1, Abschnitt 7.2 für die Randpunkte des untersuchten Querschnittes, u. U. auch für den Mittelpunkt des gedrückten Teiles der Sohlfläche berechnet.

Als zusätzliches Hilfsmittel zur Berechnung der Druckverteilung im Baugrund können die Tabellen 1 und 2 sowie die Bilder 2 und 3 benutzt werden.

Die Tabellen und die Bilder gelten für die Eckpunkte eines keilförmig belasteten Rechtecks. Für die Bodenspannungen unter dem Mittelpunkt des gedrückten Teiles wird die keilförmige Belastung durch eine inhaltsgleiche gleichmäßig verteilte Belastung ersetzt (Bild 2).

Aus einer gleichmäßig verteilten waagerechten Belastung können die lotrechten Bodenspannungen unter den Randpunkten für einen unendlich langen Streifen nach Bild 4 oder Tabelle 3, Spalte 1, berechnet werden. Im Mittelpunkt des gedrückten Teiles der Sohlfuge ist die Spannung in jeder Tiefe gleich Null.

Bei dreieckiger Verteilung der waagerechten Belastung wird nach Bild 5 oder Tabelle 3, Spalten 2, 3 und 4, gerechnet.

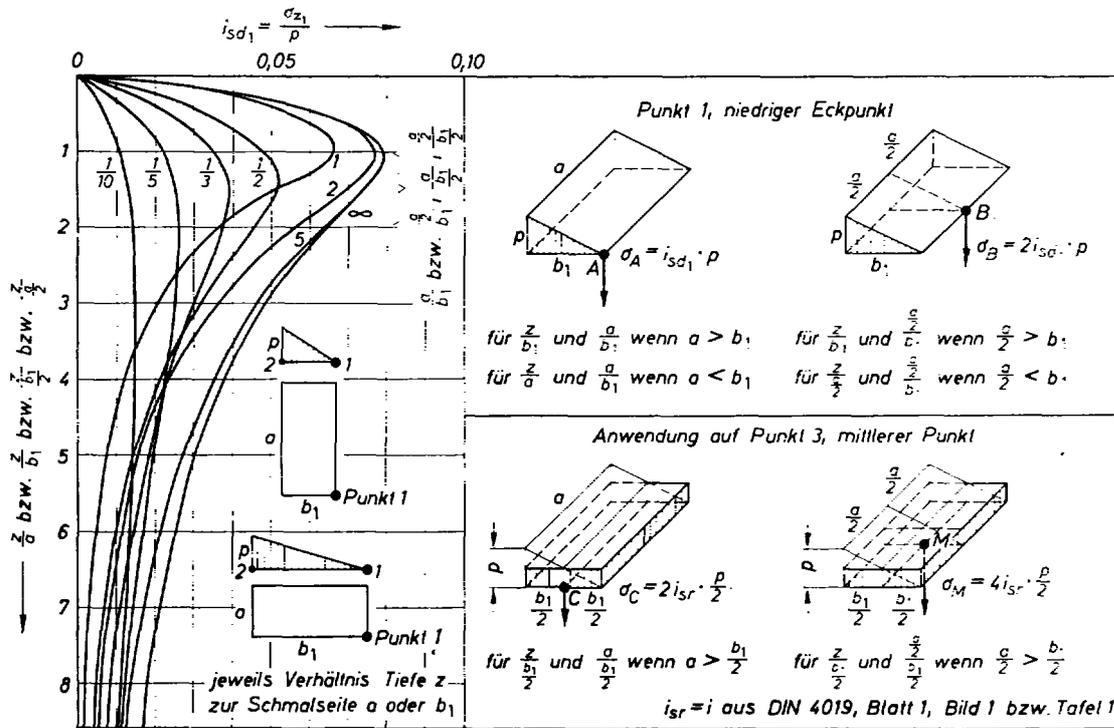


Bild 2. Einflußbeiwerte  $i_{sd1}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter dem Eckpunkt 1 einer senkrechten Dreieckslast bei rechteckiger Grundfläche (nach Jelinek)

Tabelle 1. Zahlenwerte zu Bild 2

Einflußbeiwerte  $i_{sd1}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter dem Eckpunkt 1 einer senkrechten Dreieckslast (nach Jelinek)

$$\sigma_z = \frac{p}{2\pi} \left[ \frac{a \cdot b_1 \cdot z}{R(z^2 + b_1^2)} + \frac{a \cdot z}{b_1 \cdot R} \cdot \frac{R - \sqrt{a^2 + z^2}}{\sqrt{a^2 + z^2}} \right] = i_{sd1} \cdot p$$

$$R = \sqrt{a^2 + b_1^2 + z^2}$$

Seitenverhältnis	$\frac{z}{a}, \frac{z}{b_1}, \frac{z}{b_1/2}, \frac{z}{a/2}$											
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2	3	4	5	6	8	10
$\frac{1}{10}$	0,0039	0,0071	0,0095	0,0113	0,0132	0,0141	0,0147	0,0146	0,0142	0,0135	0,0119	0,0102
$\frac{1}{5}$	0,0077	0,0142	0,0190	0,0223	0,0257	0,0269	0,0259	0,0232	0,0201	0,0171	0,0122	0,0090
$\frac{1}{3}$	0,0128	0,0235	0,0311	0,0357	0,0396	0,0387	0,0310	0,0248	0,0190	0,0146	0,0093	0,0064
$\frac{1}{2}$	0,0191	0,0348	0,0446	0,0497	0,0502	0,0447	0,0313	0,0216	0,0154	0,0114	0,0068	0,0046
1,0	0,0370	0,0606	0,0687	0,0666	0,0522	0,0384	0,0214	0,0131	0,0089	0,0063	0,0036	0,0024
2,0	0,0374	0,0633	0,0753	0,0773	0,0682	0,0553	0,0352	0,0232	0,0161	0,0118	0,0069	0,0046
5,0	0,0374	0,0637	0,0765	0,0795	0,0732	0,0631	0,0463	0,0349	0,0269	0,0213	0,0139	0,0099

5.2.3. Berechnung der Setzungen und Verkantungen

Die Setzungen werden mit den Bodenspannungen nach Abschnitt 5.2.2. gemäß DIN 4019 Blatt 1 berechnet. Bei einer endgültigen Entlastung des Bodens ist ggf. ein anderer Ast der Lastsetzungslinie als bei der Belastung des Bodens zu verwenden (Schwellkurve statt Verdichtungskurve). Zur Ermittlung der Verkantung des starren Gründungskörpers genügt es, die Setzungen für die beiden Randpunkte des gedrückten Schnittes zu berechnen und sie geradlinig zu verbinden.

Will man außerdem noch die Setzungsgrößen der einzelnen Punkte genauer bestimmen, so empfiehlt es sich, mindestens die Setzung eines Zwischenpunktes, z. B. des Mittelpunktes des ge-

drückten Teiles der Fuge, heranzuziehen und die Verbindungslinie der Randpunkte parallel zu verschieben, bis sie in Fugenmitte die mittlere Setzung aus den drei Punkten erreicht. Man erhält damit die für die Verkantung maßgebenden Setzungen.

Bei rechteckigen Grundrissen wird die Verkantung eines starren Grundkörpers mit genügender Genauigkeit für den kennzeichnenden Querschnitt nach DIN 4018 ermittelt.

Ist die Länge des Grundkörpers kleiner als die fünffache gedrückte Breite, so ergibt die Berechnung der Verkantungen aus den waagerechten Spannungen nach den Bildern 4 und 5 zu große Werte. Sie müssen dann genauer nach Abschnitt 5.4. berechnet werden.

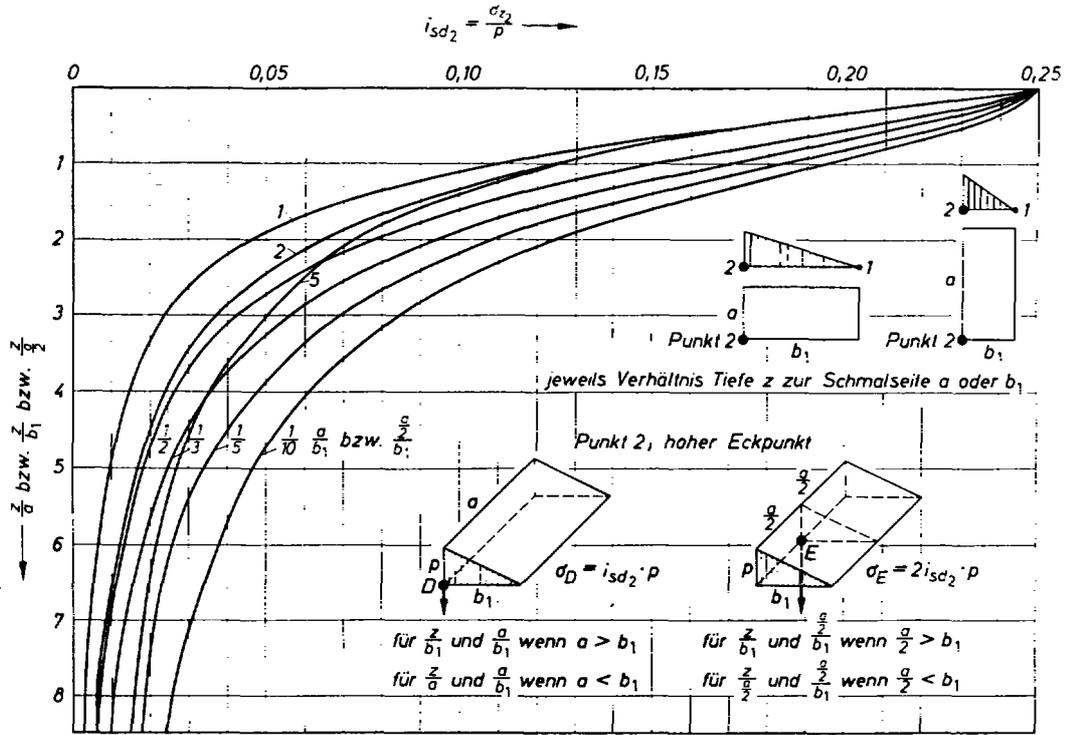


Bild 3. Einflußbeiwerte  $i_{sd_2}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter dem Eckpunkt 2 einer senkrechten Dreieckslast bei rechteckiger Grundfläche (nach Jelinek)

Tabelle 2. Zahlenwerte zu Bild 3

Einflußbeiwerte  $i_{sd_2}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter dem Eckpunkt 2 einer senkrechten Dreieckslast (nach Jelinek)

$$\sigma_{z_2} = \frac{p}{2\pi} \left( \arctan \frac{a \cdot b_1}{z \cdot R} + \frac{a \cdot z}{a^2 + z^2} \cdot \frac{R - \sqrt{a^2 + z^2}}{b_1} \right) = i_{sd_2} \cdot p$$

Seitenverhältnis	$\frac{z}{a}, \frac{z}{b_1}, \frac{z}{a/2}$											
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2	3	4	5	6	8	10
$\frac{1}{10}$	0,2446	0,2328	0,2144	0,1933	0,1538	0,1233	0,0840	0,0612	0,0468	0,0370	0,0248	0,0177
$\frac{1}{5}$	0,2408	0,2256	0,2049	0,1821	0,1407	0,1094	0,0700	0,0480	0,0331	0,0260	0,0160	0,0108
$\frac{1}{3}$	0,2356	0,2162	0,1923	0,1675	0,1242	0,0929	0,0550	0,0356	0,0245	0,0177	0,0103	0,0065
$\frac{1}{2}$	0,2292	0,2043	0,1771	0,1502	0,1059	0,0755	0,0419	0,0259	0,0174	0,0124	0,0072	0,0046
1,0	0,2103	0,1719	0,1373	0,1086	0,0688	0,0456	0,0233	0,0139	0,0091	0,0064	0,0037	0,0024
2,0	0,2110	0,1758	0,1464	0,1226	0,0878	0,0648	0,0380	0,0243	0,0166	0,0120	0,0070	0,0046
5,0	0,2110	0,1762	0,1476	0,1250	0,0933	0,0732	0,0497	0,0364	0,0261	0,0218	0,0141	0,0099

Bei zusammengesetzten Lasten nach Bild 2

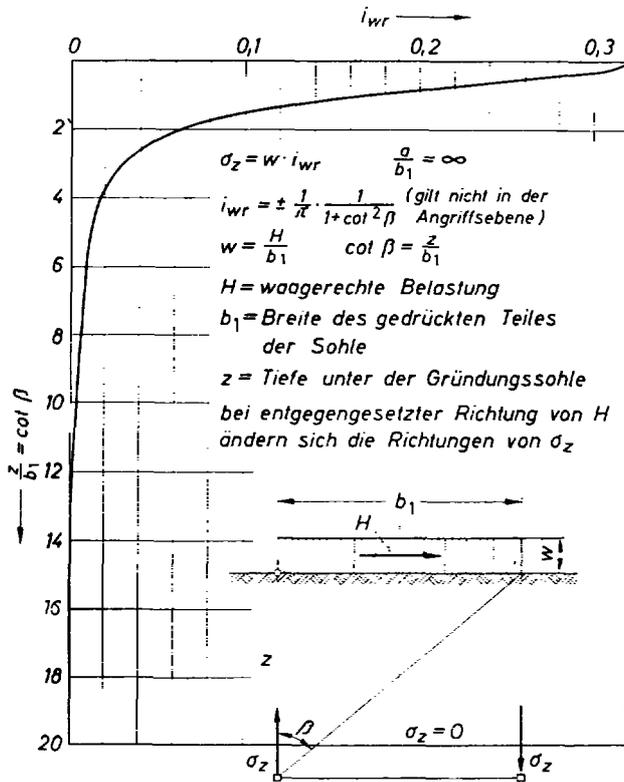


Bild 4. Einflußbeiwerte  $i_{wr}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter den Randpunkten einer waagerechten Rechtecklast (gilt nicht in der Angriffsebene).

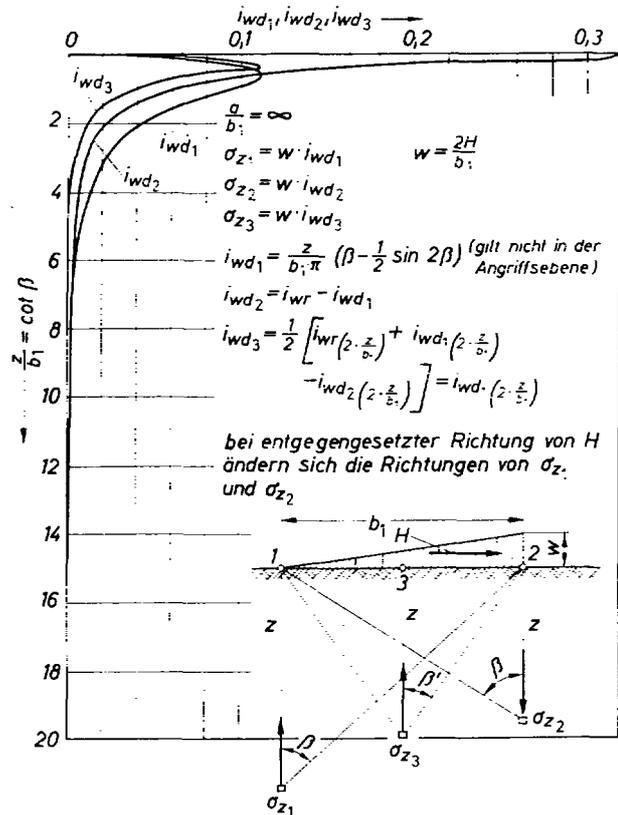


Bild 5. Einflußbeiwerte  $i_{wd}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter den Randpunkten und dem Mittelpunkt einer waagerechten Dreieckslast (gilt nicht in der Angriffsebene).

Tabelle 3. Zahlenwerte zu den Bildern 4 und 5

Einflußbeiwerte  $i_{wr}$  und  $i_{wd}$  zur Berechnung der Bodenspannungen unter den Randpunkten bzw. dem Mittelpunkt einer waagerechten Flächenlast bei einer Querdehnungszahl  $m = 2$

$\cot \beta = \frac{z}{b_1}$	$\frac{a}{b_1} = \infty$			
	Lastflächenform			
	Rechteck $i_{wr}$	Dreieck $i_{wd_1}$	Dreieck $i_{wd_2}$	Dreieck $i_{wd_3}$
0,00	+0,3183	0,0000	+0,3183	0,0000
0,25	+0,2996	+0,0868	+0,2128	+0,1125
0,50	+0,2546	+0,1125	+0,1421	+0,0908
0,75	+0,2037	+0,1070	+0,0967	+0,0604
1,00	+0,1592	+0,0908	+0,0683	+0,0405
1,50	+0,0979	+0,0604	+0,0376	+0,0208
2,00	+0,0637	+0,0405	+0,0231	+0,0123
3,00	+0,0318	+0,0208	+0,0110	+0,0057
4,00	+0,0187	+0,0123	+0,0064	+0,0033
6,00	+0,0086	+0,0057	+0,0029	+0,0014
8,00	+0,0049	+0,0033	+0,0016	+0,0008
10,00	+0,0032	+0,0021	+0,0011	+0,0005
12,00	+0,0022	+0,0014	+0,0007	+0,0003
15,00	+0,0014	+0,0011	+0,0003	+0,0003
18,00	+0,0010	+0,0007	+0,0003	+0,0002
20,00	+0,0008	+0,0005	+0,0003	+0,0002

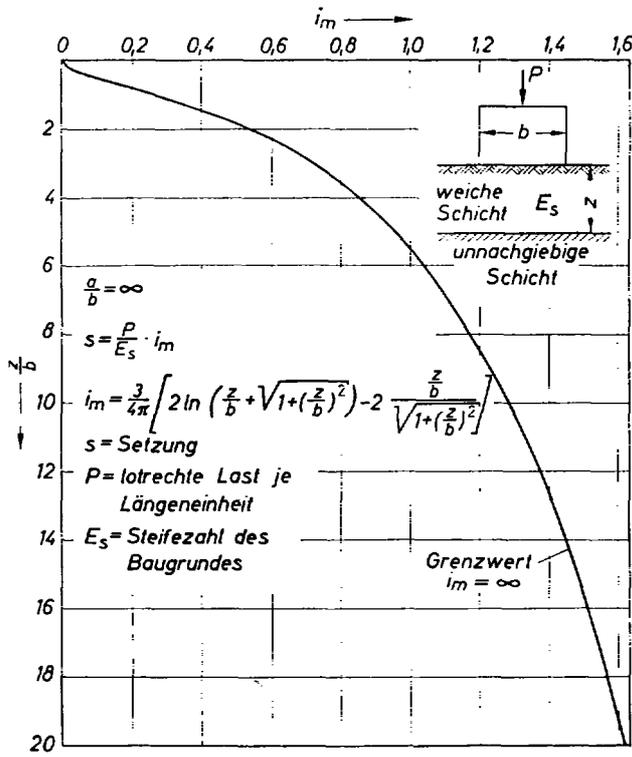


Bild 6.

Einflußbeiwerte  $i_m$  zur Berechnung der Setzung eines Grundkörpers für den elastischen Halbraum mit begrenzter Schichtmächtigkeit bei lotrechter mittiger Belastung und Querdehnungszahl  $m = 2$  (nach Matl).

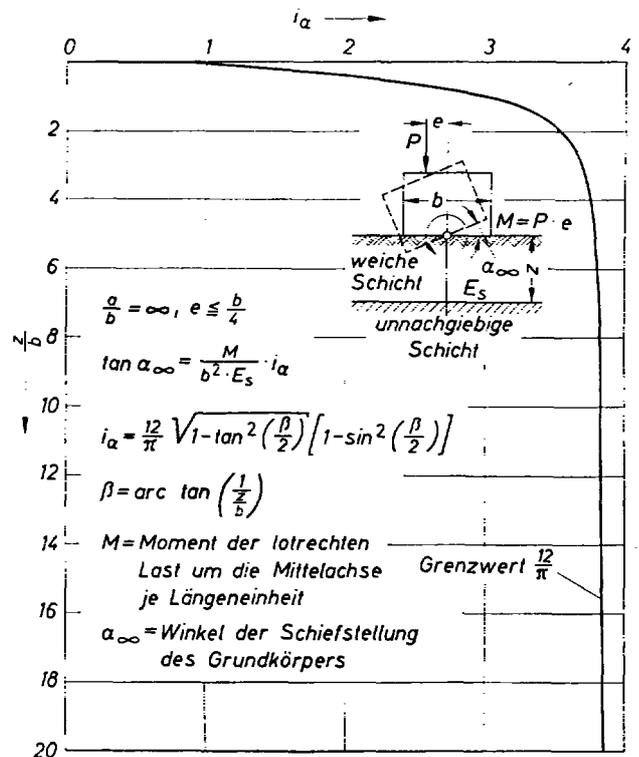


Bild 7.

Einflußbeiwerte  $i_\alpha$  zur Berechnung der Schiefstellung eines Grundkörpers für den elastischen Halbraum mit begrenzter Schichtmächtigkeit bei lotrechter Belastung und Querdehnungszahl  $m = 2$  (nach Matl).

Tabelle 4. Zahlenwerte zu den Bildern 6 und 7

Einflußbeiwerte  $i_m$  und  $i_\alpha$  zur Berechnung der Setzung und Schiefstellung eines Grundkörpers für den elastischen Halbraum mit begrenzter Schichtmächtigkeit bei lotrechter Belastung und Querdehnungszahl  $m = 2$  (nach Matl).

$\frac{z}{b}$	$i_m$	$i_\alpha$
0,25	0,0162	1,4828
0,50	0,0831	2,1728
0,75	0,1733	2,5240
1,00	0,2660	2,9676
1,50	0,4152	3,3504
2,00	0,5362	3,5160
3,00	0,7174	3,6984
4,00	0,8506	3,7340
6,00	1,0352	3,7820
8,00	1,1846	3,7972
10,00	1,2849	3,8056
12,00	1,3727	3,8128
15,00	1,4790	3,8136
18,00	1,5658	3,8148
20,00	1,6159	3,8160

### 5.3. Vereinfachtes Näherungsverfahren

Wenn sich die Zusammendrückbarkeit des Untergrundes durch eine mittlere konstante Steifeszahl  $E_s$  genügend genau wiedergeben läßt und keine Laständerungen außerhalb der Sohlfuge auftreten oder wenn diese Laständerungen vernachlässigt werden dürfen, kann die Setzung und Schiefstellung des Grundkörpers für den elastischen Halbraum mit begrenzter Schichtmächtigkeit infolge der lotrechten Belastung durch Überlagerung aus Tabelle 4 oder Bild 6 und 7 ohne Bestimmung der Sohlpressungen unmittelbar entnommen werden. Die Einflußwerte gelten nur bei nicht klaffender Fuge, d. h. bis zu den nachstehend angegebenen Werten für die Außermittheit  $e$ .

Bei unendlicher Mächtigkeit des Halbraumes ( $d = \infty$ ) erhält man für den ebenen Formänderungszustand bei der Querdehnungszahl  $m = 2$  die Schiefstellung eines Gründungstreifens infolge des Moments  $M$  je m in tm nach der Gleichung

$$\tan \alpha_{\infty} = \frac{12M}{b^2 \cdot \pi \cdot E_s} ; \text{ für } e \leq \frac{b}{4}.$$

Die Schiefstellung einer Kreisplatte infolge des Momentes  $M$  in tm erhält man nach der Gleichung

$$\tan \alpha_R = \frac{4M}{\pi^2 \cdot R^3 \cdot E_s} ; \text{ für } e \leq \frac{R}{3}.$$

Diese Formel ist auch für flächengleiche Quadrate anwendbar.

$\alpha_{\infty}$  bzw.  $\alpha_R$  = Winkel der Schiefstellung des Grundkörpers

$M = P \cdot e$  = Moment der äußeren Kräfte in der Sohlfuge um deren Mittelpunkt

$E_s$  = Steifeszahl des Baugrunds

$R$  = Halbmesser der Kreisplatte.

Die Gleichungen gelten etwa ab einer Dicke der weichen Schicht unmittelbar unter der Gründungssohle, die größer als die doppelte Breite des Bauwerkes ist (Bild 7).

Für die Berechnung der Verkantung infolge der waagerechten Teilkraft der Belastung muß der Inhalt der nach Abschnitt 5.2.2. berechneten Spannungsfläche für die beiden Randpunkte durch die Steifeszahl geteilt werden. Durch die auf diese Weise gefundenen Randsetzungen ist die Schiefstellung gegeben.

### 5.4. Genaueres Verfahren

Wenn die Setzung genauer ermittelt werden soll, z. B. bei hochliegendem Schwerpunkt des Bauwerkes, hochliegendem Angriff der Nutzlast, besonders setzungsempfindlichem Überbau oder weichem Untergrund, kann das in DIN 4018, Ausgabe August 1957, Abschnitt 6.6.2. erwähnte Steifezahl-Verfahren angewendet werden, das auch für schräg und außermitig beanspruchte Grundkörper gültig ist.

## 6. Schwerpunktsverlagerung und Stabilität

Infolge der Schiefstellung des Grundkörpers treten zusätzlich Momente auf, die besonders bei hochliegendem Schwerpunkt des Bauwerkes und hochliegendem Angriffspunkt der lotrechten Auflast eine weitere Schiefstellung zur Folge haben. Die Rechnung ist deshalb in solchen Fällen solange zu wiederholen, bis nachgewiesen ist, daß die Schiefstellung einem zulässigen Endwert zustrebt. Andernfalls ist das Bauwerk nicht stabil.

Dieser Nachweis ersetzt nicht eine ggf. durchzuführende Grundbruchuntersuchung.

— MBI. NW. 1961 S. 1590.

23234

**Anerkannte Institute für Baugrundfragen**

RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten vom 7. 9. 1961 — II B 2 —  
2.712 Nr. 870,61

Anlage

Die in der Anlage bekanntgegebenen

**Anerkannten Institute für Baugrundfragen**

stehen den Bauaufsichtsbehörden zur Verfügung, wenn diese nicht in der Lage sind, die Höhe der zulässigen Bodenpressung (DIN 1054, Abschn. 4.3), die zulässige Belastung von Ramppfählen (DIN 1054, Abschn. 5.37) und von Bohrpfählen (DIN 4014), die Größe der Setzungen (DIN 4019, Blatt 1 und 2), ihren Einfluß auf das Bauwerk, die Sicherheit des Bauwerkes gegen Gleiten, Kippen und gegen Grundbruch, selbst zu beurteilen.

Hierdurch wird Anlage 1 zum RdErl. v. 22. 11. 1957 (MBI. NW. S. 2469) und mein RdErl. v. 6. 9. 1960 (MBI. NW. S. 2520) — SMBI. NW. 23234, Anlage 1 zum RdErl. v. 20. 4. 1954 — aufgehoben.

Dieser RdErl. ist in der Nachweisung A, Anlage 1 zum RdErl. v. 1. 9. 1959 (MBI. NW. S. 2333 — RdErl. v. 20. 6. 1952, Anlage 17), unter IV a bei den lfd. Nrn. 1 bis 4 in Spalte 7 zu vermerken.

An die Regierungspräsidenten

Landesbaubehörde Ruhr

Bauaufsichtsbehörden

das Landesprüfamt für Baustatik

kommunalen Prüfämter für Baustatik

Prüfingenieure für Baustatik

staatlichen Bauverwaltungen

Bauverwaltungen der Gemeinden und

Gemeindeverbände

Anlage

**Anerkannte Institute für Baugrundfragen****Baden-Württemberg**

Institut für Bodenmechanik und Grundbau, Technische Hochschule Karlsruhe, **Karlsruhe**, Kaiserstraße 12

Bundesanstalt für Wasserbau, Abt. Erd- und Grundbau, **Karlsruhe**, Hertzstraße 16, Bau 46

Geologisches Landesamt in Baden-Württemberg, Zweigstelle Stuttgart, **Stuttgart**, Schützenstraße 4

Forschungs- und Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart, Abt. Erdbau, Otto-Graf-Institut, **Stuttgart-Vaihingen**, Robert-Leicht-Straße 209

Dipl.-Ing. G. Trauzettel, Sachverständiger für Baugrund und Gründungen, **Stuttgart**, Fahrionstraße 13

Reg.-Baumeister Arthur Bieger, Unternehmung für Sondergründungen, Geophysik, Baugrunduntersuchungen, **Stuttgart S**, Im Kienle 22

**Bayern**

Institut für Bodenmechanik und Grundbau, Technische Hochschule München, **München 2**, Arcisstraße 21

Grundbauinstitut der Bayerischen Landesgewerbeanstalt Nürnberg, **Nürnberg**, Gewerbemuseumsplatz 2

Versuchsanstalt für Erd- und Grundbau, Dr.-Ing. Waschek, **Günzburg (Donau)**, Dillinger Straße 3—5

Bayer. Geologisches Landesamt, **München 22**, Prinzregentenstraße 26

**Berlin-West**

Grundbau-Institut an der Technischen Universität Berlin, **Berlin-Charlottenburg**, Hardenbergstraße 35

Deutsche Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik — DEGEBO — **Berlin-Charlottenburg**, Jebensstraße 1

**Bremen**

Anstalt für Baustoffprüfung und Baugrundfragen, Abtlg. II, Laboratorium für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, **Bremen**, Langemarckstraße 116

**Hamburg**

Bundesanstalt für Wasserbau, Abt. Erd- und Grundbau, Außenstelle **Hamburg**, Moorweidenstraße 14

Erdbaulaboratorium Dr.-Ing. Karl Steinfeld, **Hamburg-Othmarschen**, Schefflerweg 7

**Hessen**

Versuchsanstalt für Wasserbau und Grundbau der Technischen Hochschule, **Darmstadt**, Hochschulweg 2

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, **Wiesbaden**, Mainzer Straße 25

Erdbauinstitut Prof. Dr.-Ing. Herbert Breth, Beratender Ingenieur für Erd- und Grundbau, **Darmstadt**, Hobrechtstraße 57

**Niedersachsen**

Hannoversche Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau, Franzius-Institut der Technischen Hochschule **Hannover**, Nienburger Straße 4

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, **Hannover**, Wiesenstraße 72

Leichtweiss-Institut, Versuchsanstalt für Wasserbau und Grundbau der Technischen Hochschule Braunschweig, **Braunschweig**, Pockelstraße 4

Bodenmechanische Versuchsanstalt Dr.-Ing. Hans-Oskar v. d. Heyde, **Braunschweig**, Broitzemer Straße 248

**Nordrhein-Westfalen**

Institut für Verkehrswasserbau, Grundbau und Bodenmechanik, Technische Hochschule **Aachen**, Templergraben 55

Erdbaulaboratorium Essen, Ingenieurbüro für Grundbau, **Essen**, Ladenspelderstraße 62

Bundesanstalt für Straßenbau, Abtlg. Baugrund, **Köln-Raderthal**, Brühler Ecke Militärring

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, **Krefeld**, Westwall 124

Laboratorium für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau an der Ingenieurschule für Bauwesen in Siegen, **Siegen**, Dr.-Ernst-Straße 19

Laboratorium für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau der Staatlichen Ingenieurschule für Bauwesen in Wuppertal, **Wuppertal-Barmen**, Pauluskirchstraße 7

**Schleswig-Holstein**

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

— MBI. NW. 1961 S. 1598.

**Einzelpreis dieser Nummer 1,50 DM**

Einzellieferungen nur durch den August Bagel Verlag, Düsseldorf, gegen Voreinsendung des Betrages zuzügl. Versandkosten (Einzelheft 0,25 DM) auf das Postscheckkonto Köln 85 16 oder auf das Girokonto 35 415 bei der Rhein. Girozentrale und Provinzialbank Düsseldorf. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.)

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Mennemannufer 1 a. Druck: A. Bagel, Düsseldorf; Vertrieb: August Bagel Verlag Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Ministerialblätter, in denen nur ein Sachgebiet behandelt ist, werden auch in der Ausgabe B zweiseitig bedruckt geliefert. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 8,— DM, Ausgabe B 9,20 DM.