

Baugrund
Felduntersuchungen
Teil 3: Rammsondierungen

DIN
4094-3

ICS 93.020

Teilweise Ersatz für
DIN 4094:1990-12 und
DIN 4094 Bbl 1:1990-12

Subsoil — Field testing — Part 3: Dynamic probing

Sol — Essais en place — Partie 3: Essais de pénétration dynamique

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	3	Anhang D (informativ) Beispiele für geotechnische und gerätetechnische Einflüsse auf Rammsondierungsergebnisse	16
1 Anwendungsbereich	3	D.1 Allgemeines	16
2 Normative Verweisungen	4	D.2 Beispiele für Rammsondierungen in grobkörnigen Böden	16
3 Begriffe	4	D.3 Beispiele für Rammsondierungen in feinkörnigen Böden	19
4 Bezeichnung	5	D.4 Beispiele für Rammsondierungen in gemischtkörnigen Böden	20
5 Geräte	5	D.5 Beispiele zur Beachtung der Oberflächeneinflusstiefe	21
6 Versuchsdurchführung	6	D.6 Beispiel zum Grundwassereinfluss	21
6.1 Allgemeines	6	D.7 Beispiele für gerätetechnische Einflüsse	22
6.2 Versuchsvorbereitung	6		
6.3 Geräteüberprüfung	6	Anhang E (informativ) Beispiele für die Beziehungen zwischen den Ergebnissen aus Sondierungen mit unterschiedlichen Rammsonden sowie Beispiele für die Ableitung geotechnischer Kenngrößen	24
6.4 Sondiervorgang	6	E.1 Allgemeines	24
6.5 Feldaufzeichnung	7	E.2 Beispiele für Beziehungen zwischen den Ergebnissen aus Sondierungen mit unterschiedlichen Rammsonden	25
7 Versuchsauswertung und Ergebnisdarstellung	7	E.3 Beispiele für den Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und der Lagerungsdichte	30
8 Qualitative Bewertung und Ableitung geotechnischer Kenngrößen	8	E.4 Beispiele für den Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und dem Steifebeiwert	33
8.1 Allgemeines	8	E.5 Beispiele für den Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und dem Spitzenwiderstand der Drucksonde	36
8.2 Qualitative Bewertung	9		
8.3 Abgeleitete Werte	9		
Anhang A (normativ) Arten und Einsatzmöglichkeiten von Rammsondiergeräten mit regional begrenztem Einsatz	12		
Anhang B (normativ) Kopfblatt zu Rammsondierungen nach DIN 4094-3	13		
Anhang C (normativ) Messprotokolle für Rammsondierungen nach DIN 4094-3	14		

Fortsetzung Seite 2 bis 36

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Bilder

Seite

Bild 1 — Rammsondenspitze	5
Bild D.1 — Änderung des Eindringwiderstands in einer homogenen Schüttung mit der bezogenen Lagerungsdichte	16
Bild D.2 — Zunahme des Eindringwiderstands bei Steinlagen	17
Bild D.3 — Schwankungen des Eindringwiderstands in fein- und grobkörnigen Böden	17
Bild D.4 — Natürliche Streubreite bei drei Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)	18
Bild D.5 — Zunahme des Eindringwiderstands in einem verkitteten Mittelsand	18
Bild D.6 — Zunahme des Eindringwiderstands durch Mantelreibung bei einer schweren Rammsonde (DPH) im Gegensatz zur Bohrlochrammsondierung (BDP)	19
Bild D.7 — Eindringwiderstände in gewachsenem und in geschüttetem, wenig verdichtetem Schluff	19
Bild D.8 — Sondierung im zersetzten Torf	20
Bild D.9 — Sondierung im faserigen, wenig zersetzten Torf	20
Bild D.10 — Schwankungen des Eindringwiderstands in verschiedenen Böden	20
Bild D.11 — Geringe Eindringwiderstände in dem oberflächennahen Bereich eines dichten Mittelsandes	21
Bild D.12 — Änderungen des Eindringwiderstands in einem Fein- und Mittelsand durch Grundwasser	21
Bild D.13 — Einfluss des Spitzenquerschnitts auf den Eindringwiderstand	22
Bild D.14 — Gegenüberstellung der Schlagzahlen N_{10} für DPH und DPG im vorliegenden Baugrund	23
Bild E.1 — Vergleich zwischen den Schlagzahlen der Rammsonden und Bohrlochsonden über und im Grundwasser bei eng gestuftem Sand	25
Bild E.2 — Vergleich zwischen den Schlagzahlen der Rammsonden und Bohrlochrammsonden über und im Grundwasser bei weit gestuftem Kies-Sand-Gemisch	26
Bild E.3 — Vergleich zwischen den Schlagzahlen der leichten und schweren Rammsonden bei eng gestuftem Sand über Grundwasser	27
Bild E.4 — Vergleich zwischen Schlagzahlen der schweren Rammsonden und denen der Bohrlochrammsondierungen bei grobkörnigen Böden über Grundwasser	28
Bild E.5 — Vergleich zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und denen der Bohrlochrammsondierung bei leicht plastischem und mittelpastischem Ton über Grundwasser	29
Bild E.6 — Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonde und Bohrlochrammsonden und der Lagerungsdichte bzw. der bezogenen Lagerungsdichte bei eng gestuften Sanden über Grundwasser	30
Bild E.7 — Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und Bohrlochrammsonden und der Lagerungsdichte bzw. der bezogenen Lagerungsdichte bei eng gestuften Sanden im Grundwasser	31
Bild E.8 — Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und Bohrlochrammsonden und der Lagerungsdichte bzw. der bezogenen Lagerungsdichte bei weit gestuften Sand-Kies-Gemischen über Grundwasser	32
Bild E.9 — Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und den Steifebeiwerten von eng gestuften Sanden über Grundwasser	34
Bild E.10 — Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen von Rammsonden und dem Steifebeiwert in leichtplastischem und mittelpastischem Ton über Grundwasser	35
Bild E.11 — Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen der Rammsonde DPH und dem Spitzenwiderstand der Drucksonde CPT für eng gestufte Sande SE und Sand-Kies-Gemische SW/GW ..	36

Tabellen

Seite

Tabelle 1 — Arten und Einsatzmöglichkeiten der Rammsondiergeräte.....	11
Tabelle A.1 — Arten und Einsatzmöglichkeiten von Rammsondiergeräten mit regional begrenztem Einsatz	12

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Bauwesen im DIN e. V. im Arbeitsausschuss 05.09.00 „Baugrund; Sonden“ erarbeitet.

DIN 4094 „Baugrund — Felduntersuchungen“ besteht aus:

- Teil 1: Drucksondierungen (zz. Entwurf)
- Bohrlochrammsondierung (Norm in Vorbereitung)
- Teil 3: Rammsondierungen
- Teil 4: Flügelscherversuche
- Teil 5: Bohrlochaufweitungsversuche

Die Anhänge A bis C sind normativ, die Anhänge D und E sind informativ.

Änderungen

Gegenüber DIN 4094:1990-12 und DIN 4094 Bbl 1:1990-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Festlegungen bezüglich der Erkundungen durch Rammsondierungen wurden in einen eigenen Teil der Normen der Reihe DIN 4094 und das o.g. Beiblatt in dessen informativen Anhang überführt,
- b) es erfolgte eine vollständige Überarbeitung der Norm einschließlich Beiblatt,
- c) der Inhalt wurde den wesentlichen Anforderungen der DIN V ENV 1997-3 angepasst,
- d) regional begrenzt eingesetzte Rammsondiergeräte werden in Tabelle 1 nicht mehr aufgeführt; sie sind im normativen Anhang A zusammengefasst. Die überschwere Rammsonde (DPG) wurde neu aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 4094 Bbl 1: 1990-12,
DIN 4094-1: 1964-05, 1974-11,
DIN 4094-2: 1965-06, 1980-05,
DIN 4094: 1960-12, 1990-12

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für indirekte Aufschlüsse des Baugrunds durch Rammsondierungen im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen nach DIN 4020. Es werden auch Hinweise zur Auswertung der Sondierergebnisse gegeben. Die indirekten Aufschlüsse sind grundsätzlich in Verbindung mit direkten Aufschlüssen (in der Regel Schlüsselbohrungen) zu bewerten.

Mit den in dieser Norm festgelegten Sondiergeräten kann der Baugrund — je nach seinem Zustand und dem verwendeten Gerätetyp — bis in Tiefen bis etwa 40 m erkundet werden (siehe Tabelle 1).

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 4019-1, *Baugrund — Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung.*

DIN 4020, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.*

DIN 4022-1, *Baugrund und Grundwasser — Benennen und Beschreiben von Boden und Fels — Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels.*

DIN 18196, *Erd- und Grundbau — Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.*

DIN EN 10025, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen — Technische Lieferbedingungen (enthält Änderung A1:1993); Deutsche Fassung EN 10025:1990.*

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen (enthält Änderung A1:1995); Deutsche Fassung EN 10204:1991 + A1:1995).*

DIN V ENV 1997-1:1996-04, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung ENV 1997-1:1994.*

DIN V ENV 1997-3, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 3: Felduntersuchungen für die geotechnische Bemessung; Deutsche Fassung ENV 1997-3:1999.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in DIN V ENV 1997-1 und DIN V ENV 1997-3 angegebenen und die folgenden Begriffe:

3.1

Sondierung

ein indirektes Baugrundaufschlussverfahren in Böden durch in der Regel lotrechtes Einbringen einer Sonde unter Messung des Eindringwiderstandes zur Ableitung von geotechnischen Kenngrößen

3.2

Rammsondierung

die in situ-Feststellung des Eindringwiderstandes durch das lotrechte Einrammen einer Rammsonde in den Baugrund. Das Einrammen erfolgt durch einen Rammhämmern bei gleich bleibender Fallhöhe, wobei die Schlagzahl für eine definierte Eindringtiefe ermittelt wird

3.3

Rammsonde

besteht aus einer Sondenspitze und einem Hohlgestänge

3.4

Rammsondiergerät

besteht aus Rammsonde, Rammvorrichtung und gegebenenfalls Messgerät (z. B. automatischer Schlagzähler)

3.5

Eindringwiderstand

die Summe aus Spitzenwiderstand und Mantelreibung, er wird durch die Schlagzahl N_{10} erfasst

3.6

Schlagzahl

N_{10}

die Anzahl der Schläge, die erforderlich ist, die Sonde um die Eindringtiefe von 10 cm einzurammen

3.7

Oberflächeneinflusstiefe

die Tiefe unter dem Sondieransatzpunkt, ab der der Oberflächeneinfluss auf die Schlagzahl vernachlässigbar klein wird; ab Sondieransatzpunkt bis zur Oberflächeneinflusstiefe nimmt der Eindringwiderstand mit der Tiefe deutlich zu

3.8

abgeleitete Werte

durch Theorie, Korrelation oder Erfahrung aus Versuchsergebnissen bestimmte Werte einer geotechnischen Kenngröße

ANMERKUNG Die abgeleiteten Werte werden als Ausgangsbasis für die Festlegung charakteristischer Werte nach DIN EN 1997-1:1996-04, 2.4.3, verwendet.

4 Bezeichnung

Bezeichnung einer Rammsondierung mit einer leichten Rammsonde (DPL) lautet:

Rammsondierung DIN 4094-DPL

5 Geräte

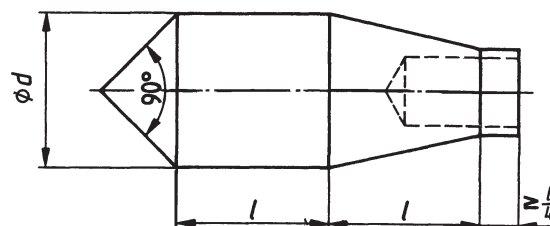
Das Rammsondiergerät ist nach dem Zweck der Untersuchung, nach der erforderlichen Untersuchungstiefe (siehe DIN 4020) sowie nach Art und Beschaffenheit des Baugrunds nach Tabelle 1 zu wählen.

Die Arten der Sondiergeräte mit den dazugehörigen Fertigungstoleranzen und Verschleißgrenzen sind in Tabelle 1 angegeben. Zusätzlich zu den in Tabelle 1 aufgeführten Geräten dürfen auch die Geräte mit regional begrenztem Einsatz nach Anhang A eingesetzt werden.

Bei der Konstruktion der Sondiergeräte ist sicherzustellen, dass die Rammenergie ($m \cdot g \cdot h$) mit einer Grenzabweichung von $\pm 3 \%$ auf dem Amboss ankommt.

Der Werkstoff der Sondenspitze muss mindestens der Stahlsorte S 235 JR nach DIN EN 10025 entsprechen.

Die Sondierstangen müssen gerade sein. Die Axialabweichung über 1 m Gestängelänge darf 1 mm nicht überschreiten. Das Hohlgestänge sollte aus hochfestem Stahl gefertigt sein. Es muss so beschaffen sein, dass es für die beim Sondieren auftretenden Beanspruchungen geeignet ist.



$l = d$

Bild 1 — Rammsondenspitze

6 Versuchsdurchführung

6.1 Allgemeines

Abweichungen von dieser Norm müssen begründet und ihre Einflüsse auf das Ergebnis kommentiert werden.

6.2 Versuchsvorbereitung

Rammsondiergeräte werden im Regelfall von der Bodenoberfläche aus eingesetzt, wobei die Schlagzahl N_{10} fortlaufend aufzuzeichnen ist.

Die Geräte sind lotrecht aufzustellen, ihre Lage muss während der Sondierung beibehalten werden. Fahrbare Sondiergeräte sind so aufzubocken, dass der Federweg des Fahrzeugs die Sondierung nicht beeinflussen kann. Der Abstand zu Bauwerkskanten, Pfählen, Bohrungen usw. muss ausreichend groß gewählt werden, wenn ihr Einfluss auf das Sondierergebnis ausgeschlossen werden soll.

Bei Sondierungen mit freiem Gestänge, z. B. in Gewässern und Bohrlöchern, ist das Gestänge reibungsarm zu stützen, um ein Durchbiegen während des Rammens zu vermeiden.

6.3 Geräteüberprüfung

Vor jedem Messeinsatz sind die Minstdurchmesser der Sondenspitze (nach Tabelle 1) zu überprüfen.

Am Einsatzort sind die Schlagfolge, die Fallhöhe, der reibungsarme Fall des Rammhärens, der ordnungsgemäße Zustand des Ambosses sowie die einwandfreie Funktion mechanischer Ausklinkvorrichtungen zu überprüfen und während des gesamten Einsatzes sicherzustellen. Die Werte nach Tabelle 1, Spalte 6, sind dabei einzuhalten. Zusätzlich ist bei automatisch registrierenden Sondiergeräten die Funktionsfähigkeit der Aufzeichnungseinrichtung zu überprüfen.

Zur Überprüfung pneumatisch wirkender Rammsondiergeräte ist die spitzenquerschnittsbezogene Rammenergie je Schlag direkt zu messen. Diese darf von dem theoretischen Wert nach Tabelle 1, Spalte 12, nicht mehr als 3 % abweichen. Mangelhafte Teile sind auszutauschen. Der Hersteller von pneumatisch wirkenden Rammsondiergeräten muss der Lieferung solcher Sondiergeräte eine Werksbescheinigung nach DIN EN 10204 beifügen. Beim Einsatz dieser Sondiergeräte ist die Überprüfung halbjährlich vom Anwender zu veranlassen.

Die Genauigkeit von Messgeräten muss, falls solche vorhanden, nach jeder Beschädigung, Überlastung und Reparatur, mindestens aber alle 6 Monate überprüft werden, falls von den Herstellern nicht kürzere Fristen gesetzt werden. Das Prüfprotokoll muss beim Sondiergerät mitgeführt werden.

Da während des Rammvorgangs Energieverluste unter anderem durch Reibung am Rammhär (Geschwindigkeitsreduzierung gegenüber freiem Fall) oder Energiedissipation beim Aufprall des Rammhärens auf den Amboss (Verformung) entstehen, generell auch bei Geräten mit freiem Fall des Rammhärens, sollte die tatsächliche Energie, die auf das Gestänge übertragen wird, nach entsprechender Kalibrierung bekannt sein.

6.4 Sondiervorgang

Es sind den Bodenverhältnissen und der Sondiertiefe angepasste Gerätearten auszuwählen (siehe Tabelle 1).

Die Neigung der Eintreibvorrichtung und des aus dem Boden herausragenden Sondiergestänges sollte von der Lotrechten nicht mehr als 2 % abweichen, anderenfalls ist die Sondierung neu anzusetzen.

Die Sondierung ist möglichst kontinuierlich durchzuführen. Der Gestängewechsel ist zügig durchzuführen. Eine Sondiervverzögerung von mehr als 5 min Dauer wird als Unterbrechung gewertet.

Bei Rammsondierungen sollte eine Schlagfolge von 15 Schlägen je min bis 30 Schlägen je min eingehalten werden. In grobkörnigen Böden darf die Schlagfolge auf max. 60 Schläge je min heraufgesetzt werden.

Für die Rammsondierungen sind die Schläge für je 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) zu zählen. In Böden besonders geringer Festigkeit, bei denen die Eindringung bei einem Schlag mehr als 10 cm beträgt, ist die Eindringung für jeweils einen Schlag anzugeben. Bei sehr hohen Schlagzahlen kann die Eindringung für eine bestimmte Schlagzahl protokolliert werden. Bei einem hohen Eindringwiderstand (dreimal hintereinander $N_{10} > 50$) oder einer geringeren Eindringung als 30 cm bei mehr als 150 Schlägen kann die Sondierung in der Regel, unter Angabe der jeweiligen Eindringtiefe, abgeschlossen werden. Ansonsten endet die Sondierung beim Erreichen der Solltiefe.

Der Rückprall des Sondiergestänges je Schlag sollte weniger als 50 % der Eindringung je Schlag betragen. Wird ein Rückprall von mehr als 50 % oder mehr über längere Sondierstrecken beobachtet, so sollte ein schwereres Sondiergerät eingesetzt werden.

Das Sondiergestänge muss nach jedem Meter Eindringung wenigstens um 1,5 Umdrehungen im Uhrzeigersinn gedreht werden, um den Kraftschluss der Sondierstangen sicherzustellen und die Gewinde zu entlasten. Hierbei sollte der Einfluss der Mantelreibung auf den Sondierwiderstand zumindest qualitativ festgestellt werden (leicht, mittel, schwer oder nicht drehbar). Es sollte ein Drehmomentschlüssel >200 Nm, Abstufung <5 Nm verwendet werden.

Falls sich das Gestänge von Hand nicht drehen lässt, die Sondierung aber fortgesetzt werden muss, bis das Abbruchkriterium ($3 \times N_{10} > 50$) erfüllt ist, ist dies im Untersuchungsprotokoll zu dokumentieren.

Zur Verminderung der Mantelreibung darf Bohrspülung, möglichst Wasser in Trinkwasserqualität, aus Löchern gepresst werden, die im Hohlgestänge in der Nähe der Spitze waagrecht oder aufwärts gerichtet angebracht sind. Zum gleichen Zweck wird manchmal eine Verrohrung verwendet.

6.5 Feldaufzeichnung

Für jeden Sondiereinsatz ist das Kopfblatt nach Anhang B, für jede Sondierung das Messprotokoll nach Anhang C auszufüllen. Die Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) sowie die Drehbarkeit des Gestänges in Abhängigkeit der jeweiligen Tiefe sind aufzuschreiben. Weiterhin sind festzuhalten:

- a) Witterungsverhältnisse;
- b) Sondierunterbrechungen mit Angabe ihrer Dauer sowie Gestängewechsel;
- c) jeder ungewöhnliche Vorgang oder Beobachtung bei der Durchführung (z. B. Schlagfolge >30 je Minute, Rückprall >50 %, Eindringung ohne Schlagwirkung, vorübergehende Behinderungen, gespannter Grundwasserspiegel, Ursache eines vorzeitigen Abbruchs);
- d) ggf. Verwendung von Hilfsmitteln zur Herabsetzung der Mantelreibung;
- e) Wahrnehmungen an der gezogenen Sondenspitze;
- f) die erreichte Sondiertiefe ist im Messprotokoll und -diagramm mit der Angabe über die planmäßige Beendigung oder die Ursache des Abbruchs festzuhalten. Die Tiefenmessungen sind mit der eingebrachten Gestängelänge zu vergleichen, und die Anzahl der Stangen ist im Messprotokoll zu vermerken.

7 Versuchsauswertung und Ergebnisdarstellung

Über alle Felduntersuchungen ist so zu berichten, dass ihre Ergebnisse von einer dritten Person geprüft und nachempfunden werden können.

Im Stufendiagramm für die Rammsondierung ist auf der Abszisse die Schlagzahl N_{10} und auf der Ordinate die Tiefe aufzutragen.

Zum Zwecke der Identifizierung und der Qualitätssicherung müssen alle Untersuchungsberichte und Darstellungen folgende Angaben enthalten:

- a) Name der ausführenden Firma,
- b) Bezeichnung des Untersuchungsberichts,
- c) Nummer des Untersuchungsprogramms oder des Auftrags,
- d) Position und Nummer der jeweiligen Rammsondierung.

Zusätzlich sind folgende Angaben in den Berichten zu den Feld- und Laboruntersuchungen zu machen:

- e) Datum der Untersuchung,
- f) Höhe des Ansatzpunkts,
- g) Bezeichnung des Versuchs mit Verweis auf entsprechende Normen,
- h) gegebenenfalls Kalibrierwerte für die verwendete Messeinrichtung,
- i) Abweichungen von den wesentlichen Anforderungen, maßgebenden Normen oder Empfehlungen,
- j) Unterschrift des Geräteführers oder Untersuchungsleiters,
- k) Bezeichnung des direkten Aufschlusses (z. B. Schlüsselbohrung),
- l) Art der durchgeführten Rammsondierung; alle Abweichungen von diesen Versuchen müssen genau beschrieben werden,
- m) grafische Darstellung der Schlagzahl N_{10} mit der Tiefe,
- n) größtes Drehmoment (falls gemessen), das in der entsprechenden Versuchstiefe erforderlich ist, um das Gestänge zu drehen, in Newtonmeter (Nm),
- o) alle Unterbrechungen des Sondiervorgangs, wenn sie länger als 5 min dauern,
- p) Verwendung jedes gesonderten vorbeugenden Hilfsmittels zur Vermeidung von Mantelreibung am Gestänge wie Bohrflüssigkeit, Wasser oder Verrohrung,
- q) Verwendung von Korrekturen, um die Mantelreibung am Gestänge zu berücksichtigen,
- r) Einzelheiten über jeden ungewöhnlichen Vorgang während des Rammens, z. B. Eindringung ohne Schlageinwirkung, vorübergehende Behinderungen, gespannter Grundwasserspiegel, Ursache eines vorzeitigen Abbruchs.

8 Qualitative Bewertung und Ableitung geotechnischer Kenngrößen

8.1 Allgemeines

Bei der qualitativen Bewertung von Sondierergebnissen und der Ableitung geotechnischer Kenngrößen (quantitative Bewertung) sind geotechnische und gerätetechnische Einflüsse zu berücksichtigen. Beispiele hierfür sind im Anhang D und Anhang E zusammengestellt.

Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, ist zu beachten, dass die Sondierergebnisse nur unterhalb der Oberflächeneinflusstiefe (in der Regel etwa 1 m) von Aussagekraft sind. Weiterhin müssen die durchörterten Bodenarten (z. B. durch direkte Bodenaufschlüsse nach DIN 4020) bekannt sein. Unterbrechungen des Sondiervorgangs sind zu beachten.

Als geotechnische Einflüsse auf den Eindringwiderstand sind zu berücksichtigen:

- der besonders deutliche Einfluss des Grundwassers bei geringen Eindringwiderständen,
- bei grobkörnigen Böden außer der Lagerungsdichte auch das Korngefüge, die Korngrößenverteilung, die Kornform und Kornrauigkeit, die Mineralart, die Verkittung und der Spannungszustand im Boden,
- bei feinkörnigen Böden die Zustandsform, die Plastizität und die Struktur,
- bei gemischtkörnigen Böden der Massenanteil des Grobkorns sowie die Plastizität und die Zustandsform des Feinkorns,
- bei organischen Böden Struktur, Alter, Entstehung, Vorbelastung und Beimengungen anderer Bodenarten.

Als gerätetechnischer Einfluss auf die Schlagzahl sind Gestängelänge und Mantelreibung zu beachten.

8.2 Qualitative Bewertung

Zur Bewertung von Sondierungen sind Vorkenntnisse über die Baugrundverhältnisse einschließlich Grundwasserstand erforderlich.

Qualitative Auswertungen dürfen durchgeführt werden:

- zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit bzw. Ungleichmäßigkeit des Baugrunds oder einer Schüttung,
- zur Erkundung besonders lockerer oder fester Zonen bzw. Schichten, z. B. Auffüllungsbereiche oder Felshorizonte,
- zur Beurteilung des Verdichtungserfolgs durch Vergleich der Eindringwiderstände "vorher /nachher" oder mit Vorgabe eines Sollwerts.

8.3 Abgeleitete Werte

Die in Anhang E beispielhaft angeführten Gleichungen zur Ableitung geotechnischer Kenngrößen usw. sind deterministische Festlegungen, die für die jeweils definierten Gültigkeitsbereiche auf der sicheren Seite liegen. Alle anderen Zusammenhänge, die z. B. in Tabellenform lediglich Bandbreiten angeben, unterliegen bei einer eventuellen Anwendung besonderen Sicherheitsüberlegungen.

Quantitative Zusammenhänge zwischen

- dem Sondierergebnis und einer geotechnischen Kenngröße und
- den Ergebnissen von Sondierungen mit verschiedenen Sonden

müssen für die jeweilige Bodenart innerhalb definierter Gültigkeitsgrenzen in nachprüfbarer Form ermittelt werden (z. B. Beachtung der Grenzen der Stichprobe, über und unter Grundwasser). Dabei ist zu beachten, dass Ausgangsgröße (unabhängige Variable) und Zielgröße (abhängige Variable) bei der Wiedergabe stochastischer Zusammenhänge durch Näherungsfunktionen nicht vertauscht werden dürfen.

In kohäsionslosen Böden können Zusammenhänge zwischen einigen geotechnischen Kenngrößen und den Rammsondierungen hergeleitet werden. Wenn die Mantelreibung vernachlässigbar ist oder entsprechend berücksichtigt wurde, können geotechnische Kenngrößen als Berechnungsparameter für bautechnische Zwecke (z. B. Gründungsbemessungen) abgeleitet werden.

Bei kohäsiven Böden sollte die quantitative Bewertung der Ergebnisse nur unter bestens bekannten örtlichen Bedingungen sowie unter Beachtung spezifischer Korrelationen durchgeführt werden. Die Mantelreibung ist hier von besonders großer Bedeutung für die Beurteilung der Ergebnisse.

Verschiedene Korrelationen zwischen den mit unterschiedlichen Sondiergeräten gewonnenen Ergebnissen sowie zwischen den Sondierergebnissen und bestimmten geotechnischen Kenngrößen haben sich etabliert, die allerdings nicht als allgemein gültig angesehen werden können. Die im Anhang E beispielhaft angegebenen Korrelationen zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Rammsondiergeräte sowie zwischen den jeweiligen Rammsondierergebnissen und bestimmten geotechnischen Kenngrößen sind als vorsichtig geschätzte Beziehungen (en: conservative estimate correlation) zu verstehen und können ausschließlich für die dort beschriebenen Randbedingungen verwendet werden.

Der Reibungswinkel ϕ kann aus der bezogenen Lagerungsdichte I_D über den Spitzenwiderstand abgeleitet werden; siehe DIN V ENV 1997-3).

Tabelle 1 — Arten und Einsatzmöglichkeiten der Rammsondiergeräte

Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Technische Daten der Sondiergeräte												
Benennung	Kurzzeichen	Spitzenquerschnitt	Spitzendurchmesser ^a	Masse des Rammbaren ^a	Fallhöhe ^a	Gestängedurchmesser außen/innen ^b	Stangengewicht	Masse der Eintriebvorrichtung ohne Rammbar ^c	Messgrößen ^d	Max. Untersuchungstiefe ab Ansatzpunkt ^e	Spitzenquerschnittsbezogene Rammenergie je Schlag der einzelnen Sondiergeräte	Einsatz eingeschränkt in (Böden nach DIN 4022-1)	
		A_c	d (Verschleißgrenze) (d_{min}) mm	m kg	h m	mm	kg/m max.	kg max.		t m etwa	$\frac{m \cdot g \cdot h}{A}$ kJ/m ²		
1	Leichte Rammsonde (en: Dynamic Probing Light)	10	35,7 ±0,3 (34)	10 ±0,1	0,50 ±0,01	22/6	3	6	N_{10}	10	50	mitteldichten und dicht gelagerten Kiesen, festen tonigen und schluffigen Böden	
2	Schwere Rammsonde (en: Dynamic Probing Heavy)	15	43,7 ±0,3 (42)	50 ±0,5	0,50 ±0,01	32/9	6	18	N_{10}	25	167	—	
3	Überschwere Rammsonde (en: Dynamic Probing Giant)	20	50,5 ±0,5 (49)	200 ±0,5	0,50 ±0,01	36/19	6	25	N_{10}	40	500	—	
^a Fertigungstoleranzen													
^b Angabe von Fertigungstoleranzen ist hier nicht erforderlich.													
Das sind die durch den Stoß bewegten Teile (Amboss und Führungsstange), ausschließlich der Sonde. Mitlaufende Teile zum Heben und Ausklinken des Rammbaren gehören nicht dazu.													
^c Schlagzahl													
^e Richtwerte, bei Baugrundverhältnissen mittlerer Festigkeit gemessen													