

DIN EN 16907-5

ICS 93.020

Einsprüche bis 2016-01-13

Entwurf**Erdarbeiten –
Teil 5: Qualitätskontrolle und Überwachung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16907-5:2015**

Earthworks –
Part 5: Quality control;
German and English version prEN 16907-5:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-11-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16907-5:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 396 „Erdarbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-22 AA „Erdarbeiten (SpA zu CEN/TC 396), Gemeinschaftsausschuss mit FGSV“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16907-5 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Erdarbeiten — Teil 5: Qualitätskontrolle und Überwachung

Earthworks — Part 5: Quality control

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Qualitätssicherungsprogramm	4
5 Plan zur Qualitätskontrolle	5
6 Materialprüfung	5
7 Kontrolle der Verdichtung	6
7.1 Allgemeines	6
7.2 Verfahrensspezifikation	6
7.3 Endproduktspezifikation	7
8 Prüfung der Übereinstimmung mit den Anforderungen	7
8.1 Allgemeines	7
8.2 In-situ-Dichteprüfung	8
8.3 Prüfung der Steifigkeit und Tragfähigkeit	9
8.3.1 Allgemeines	9
8.3.2 Plattendruckversuche	9
8.3.3 Sondierungen	10
8.3.4 Verfahren zur Qualitätskontrolle der Verdichtung grobkörniger Böden	10
8.4 Kontinuierliche Verdichtungskontrolle mittels Vibrationswalzen	10
8.5 Geometrie/Toleranzen	11
9 Häufigkeit der Prüfungen	11
10 Bewertung der Prüfergebnisse	11
11 Führen von Aufzeichnungen während der Bauphase	12
11.1 Tägliche Aufzeichnungen	12
11.2 Vorlegen der Prüfergebnisse	12
11.3 Ausführungsunterlagen	12
12 Überwachung von Dammbauten	13
Anhang A (informativ) Verfahren zur Bewertung der Prüfergebnisse	14
A.1 Bewertung nach dem Einzelergebnis-Verfahren	14
A.2 Bewertung nach der Attributprüfung	14
A.3 Bewertung nach der Variablenprüfung	14
Anhang B (informativ) Festlegung der Verdichtungsanforderungen anhand des Q/S-Verfahrens	16
B.1 Definition	16
B.2 Verdichtungsspezifikationen	16
B.3 Verdichtungskontrolle	17
Literaturhinweise	19

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16907-5:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 396 „Erdarbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ist Teil der folgenden unter EN 16907 zusammengefassten Europäischen Normen zu *Erdarbeiten*:

- *Teil 1: Grundsätze und allgemeine Regeln*
- *Teil 2: Materialklassifizierung*
- *Teil 3: Ausführung von Erdarbeiten*
- *Teil 4: Bodenbehandlung mit Kalk und/oder hydraulischen Bindemitteln*
- *Teil 5: Qualitätskontrolle und Überwachung (dieses Dokument)*
- *Teil 6: Landgewinnung mit nassgebagertem Auffüllmaterial*
- *Teil 7: Hydraulische Einbringung von mineralischen Abfällen*

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm enthält Empfehlungen und Leitlinien für die Qualitätssicherung und die Qualitätskontrolle von Erdarbeiten im üblichen Hoch- und Tiefbau. Sie gibt Hinweise zu den Verfahren, die anzuwenden sind, damit Kunden, Auftragnehmer und Planer zuversichtlich sein können, dass die ausgeführten Erdarbeiten die von ihnen gestellten Anforderungen erfüllen.

2 Normative Verweisungen

Nicht zutreffend.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

**3.1
Qualitätssicherung**
alle geplanten und systematischen Vorgehensweisen, die notwendig sind, um Vertrauen sicherzustellen, dass das Erdbauwerk bei der Nutzung die gewünschte Leistung erbringt, d. h. dass das errichtete Erdbauwerk die festgelegten Anforderungen erfüllt

**3.2
Qualitätskontrolle**
System zur Überwachung, Bewertung und Anpassung der Bauverfahren/Ausführung, um sicherzustellen, dass das Endprodukt die festgelegte Qualitätsstufe erfüllt

4 Qualitätssicherungsprogramm

Unter Qualitätssicherung (en: Quality Assurance, QA) wird das Gesamtsystem für die Sicherstellung der Projektqualität verstanden, wobei Qualitätskontrolle (en: Quality Control, QC) ein Element eines umfassenden Qualitätssicherungsprogramms darstellt.

Ein umfassendes Qualitätssicherungsprogramm für Bauausführung besteht im Wesentlichen aus den folgenden Elementen:

- i) Qualitätskontrolle: siehe Definition in 3.2;
- ii) Endabnahme durch den Auftraggeber: sämtliche Faktoren (d. h. Probenahme, Prüfung und Untersuchung) zur Bewertung des Grads der Erfüllung der Vertragsanforderungen;
- iii) Beilegung von Konflikten: Ein Verfahren zur Beilegung von Konflikten sollte unbefangen sein und rechtzeitig eingeleitet werden. In Streitfällen, die auf Prüfungen zurückzuführen sind, ist die Verwendung von Rückstellproben ratsam, die bei der Abnahmeentscheidung eingesetzt werden, sowie das Hinzuziehen weiterer Prüfinstitute oder Drittlabors und ein eindeutig definierter Entscheidungsprozess zur Ermittlung des Ausgangs des Verfahrens.

ANMERKUNG Der Vertrag kann auch eine unabhängige Qualitätssicherung erfordern, d. h. eine unbefangene und unabhängige Bewertung sämtlicher im Verlauf der Abnahme verwendeten Probenahme- und Prüfverfahren.

5 Plan zur Qualitätskontrolle

Ein Plan zur Qualitätskontrolle für Erdarbeiten muss mindestens Folgendes umfassen:

- 1) Probenahme- und Prüfverfahren, einschließlich
 - Prüfstellen;
 - Häufigkeit der Prüfungen;
 - Prüfverfahren und Standards, die zu übernehmen sind;
 - Umfang der zu sammelnden Daten und daraus resultierende Anforderungen für die Datenspeicherung;
 - Verfahren und Kriterien für die Abnahme;
- 2) ein Organigramm, in dem relevantes Personal und alle wesentlichen Aufgaben aufgezeigt werden, d. h. verantwortliche Personen, die für die Gesamtqualität und für einzelne Elemente wie z. B. Prüfungen zuständig sind;
- 3) Verfahren für die Überprüfung von Proben, Zertifikaten usw.;
- 4) Beobachtungen und Untersuchungen;
- 5) Verfahren zur Dokumentenkontrolle;
- 6) Verfahren zur Aufzeichnung von Nichterfüllung der Anforderungen und welche Korrekturmaßnahmen zu ergreifen sind.

Der Plan sollte das Risiko von Nichterfüllung der Anforderungen einstufen und die möglichen Auswirkungen jedweden Versagens des Erdbauwerks berücksichtigen, wenn eine Nichterfüllung nicht festgestellt oder diese nach der Feststellung nicht behoben wird.

Für alle Fälle, in denen eine Nichterfüllung der Anforderungen festgestellt wird, sollten Informationen gesammelt und umgehend Maßnahmen ergriffen werden, um die Gründe für ein derartiges Vorkommnis und entsprechende Korrekturmaßnahmen zu ermitteln, die ein Wiederauftreten verhindern.

Sämtliche für das Bauvorhaben festgelegten Arbeiten sollten während der gesamten Bauphase und gegebenenfalls darüber hinaus mithilfe vollständig dokumentierter und geführter Aufzeichnungen in angemessener Weise kontrolliert, geprüft und überwacht werden.

6 Materialprüfung

Vor der Ausführung jedweder Erdmassenbewegung sollte eine Materialklassifizierung nach prEN 16907-2 durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Bemessungsannahmen noch gültig und die Anforderungen an den Aushub, den Transport und die Verdichtung in den Vertragsdokumenten/in der Spezifikation angemessen sind.

An der Aushubstelle sollten Probenahmen und eine Überprüfung der Materialien vor Ort hinsichtlich der Erfüllung der Vorgaben durchgeführt werden, es sei denn, es besteht die Möglichkeit, dass sich die Beschaffenheit des Materials zwischen Aushub und Auftrag ändert. In diesem Fall sollten weitere Probenahmen und Prüfungen beim Auftrag vorgenommen werden.

Wo durchführbar, sollten eingebrachte Materialien an der Auftragsstelle auf Einhaltung der Anforderungen geprüft und entsprechende Proben entnommen werden; die Materialien dürfen insbesondere für die Erstabnahme auch am Ursprung geprüft werden.

Sämtliche Materialprüfungen sollten nach den im Plan zur Qualitätskontrolle vereinbarten Prüfverfahren durchgeführt werden.

Wo vertraglich festgelegt, müssen die Ergebnisse der Klassifizierungsprüfung für die Überprüfung/Abnahme vor dem Beginn der Auffüllung eingereicht werden.

Die Prüfung und die Aufzeichnung von Materialien sollten mit dem Fortschreiten des Aushubs und der Auffüllung kontinuierlich kontrolliert werden. Soweit durchführbar, sollten die Prüfergebnisse vor dem dauerhaften Auftrag bzw. der Verdichtung zur Verfügung gestellt werden.

Wenn künstlich hergestellter Baugrund oder wiederverwertete Materialien für die Erdarbeiten genutzt werden, können zusätzliche chemische Prüfungen erforderlich sein.

Eine Leitlinie zu Prüfungen, die für stabilisierte Böden geeignet sind, kann prEN 16907-4 entnommen werden.

Weitere Informationen zu einer Anzahl von üblichen Prüfungen, die europaweit verwendet werden, sind in EN 1997-2, Abschnitt 5 und den zugehörigen Anhängen und in prEN 16907-2 angegeben.

Chemische Routineuntersuchungen in Erdarbeiten sind in der Regel auf organische Bestandteile, Carbonatgehalt, Sulfatgehalt, pH-Wert und Chloridgehalt begrenzt; weitere Informationen sind in EN 1997-2, 5.6, angegeben.

7 Kontrolle der Verdichtung

7.1 Allgemeines

Hinsichtlich der Verdichtungskontrolle sind in Europa zwei wesentliche Verfahrensweisen verbreitet: die Verfahrensspezifikation und die Endproduktspezifikation wie nachfolgend und in prEN 16907-3 beschrieben und wie in prEN 16907-1 zusammengefasst.

Die Landgewinnung mit nassgebagertem Auffüllmaterial muss stets durch eine Endproduktspezifikation festgelegt werden.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt enthält eine kurze Zusammenfassung jeder Verfahrensweise und Empfehlungen für Aspekte, die insbesondere für die Qualitätskontrolle relevant sind.

7.2 Verfahrensspezifikation

Verfahrensspezifikationen machen es für den Auftragnehmer erforderlich, Erdbauwerke mithilfe festgelegter Materialien, spezifischer Arten an Ausrüstung und der im Vertrag festgesetzten Verfahren an einer bestimmten Stelle zu errichten.

Wenn eine Verfahrensspezifikation verwendet wird, muss die Abnahme durch eine der folgenden Maßnahmen oder einer Kombination daraus kontrolliert werden:

- Sichtprüfung und manuelle Aufzeichnung der Übereinstimmung der Ausführung mit den Verfahrensspezifikationen (d. h. Anzahl der Durchgänge, Schichtdicke, Eignung des Füllmaterials, Art und Gewicht des Verdichters, Fahrgeschwindigkeit des Verdichters und, falls erforderlich, Vibrationsfrequenz);
- Prüfung und Aufzeichnung des verdichteten Volumens (Q) und der gesamten verdichteten Oberfläche, die vom Verdichter zur Verdichtung des Volumens erfasst wird (S , kontrolliert durch einen Tachograf) – siehe Q/S -Verfahren in Anhang B;
- Prüfung und Aufzeichnung der Anzahl der Verdichtungsgänge, Schichtdicke und Fahrgeschwindigkeit des Verdichters bei Verwendung eines Verdichters, der mit einem globalen Navigationssatellitensystem ausgerüstet ist, das eine vollständige Aufzeichnung und Dokumentation ermöglicht (siehe CEN/TS XXXX „Erdarbeiten — Kontinuierliche Verdichtungskontrolle“).

In einer frühen Phase der Erdarbeiten ist der Bau eines Testdamms häufig vorteilhaft, um nachzuweisen, dass mit den beabsichtigten Materialien, Verfahren und der Ausrüstung die festgelegten Kriterien (sofern vorhanden) erreicht werden können. Sofern nötig, sollte der Testdamm auch zur Überprüfung der Wirksamkeit der beabsichtigten Aufzeichnungsform im Speziellen und der Qualitätskontrollverfahren im Allgemeinen sowie der vorgenommenen Anpassungen verwendet werden.

ANMERKUNG Verfahrensspezifikationen werden seit vielen Jahren mit oder ohne ausgewählte Prüfungen in einer Vielzahl von Ländern angewendet. Diese Verfahrensweise ist erprobt und hinlänglich bekannt. Sie basieren auf umfassenden Forschungen und praktischen Erfahrungen mit Verdichtungsverfahren und Böden.

7.3 Endproduktspezifikation

Endproduktspezifikationen machen es beim Errichten von Erdbauwerken erforderlich, dass festgelegte technische Kriterien erreicht werden. Bei dieser Spezifikationsform ist der Auftragnehmer für die Bestimmung der zur Herstellung des Produkts verwendeten Materialien, Verfahren und Ausrüstung verantwortlich.

ANMERKUNG Die Anforderungen an die Probenahme und Prüfungen für die Qualitätskontrolle hängen oftmals von der Vertragsform ab. Üblicherweise gibt der Auftraggeber ein Mindestmaß an Prüfungen vor. In einigen Fällen liegt die Prüfform für die Qualitätskontrolle im Ermessen des Auftragnehmers und die Abnahme durch den Auftraggeber basiert auf der Probenahme und Prüfung des Endprodukts vor Ort. In der Regel wird die Überprüfung der Übereinstimmung mit den Anforderungen für das Endprodukt beim Bau des Damms durchgeführt (z. B. für jede Schicht des aufgetragenen Füllmaterials).

Vor der Durchführung der Routineprüfungen im Qualitätssicherungssystem ist in einer frühen Phase der Erdarbeiten der Bau eines Testdamms häufig von Vorteil, um nachzuweisen, dass mit den beabsichtigten Materialien, Verfahren und der Ausrüstung die festgelegten Kriterien erreicht werden können.

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen kann mit verschiedenen Mitteln nachgewiesen werden, einschließlich in-situ-Dichteproofung, Tragfähigkeitsprüfung oder kontinuierlicher Verdichtungskontrolle. Diese sollten durch die vom Auftragnehmer geführten aktuellen Aufzeichnungen gestützt werden, die den Nachweis erbringen, dass die festgelegten Anforderungen in sämtlichen Schichten des Damms erfüllt sind. Dem Auftragnehmer wird üblicherweise vorgegeben, die in jeder Schicht geforderte Dichte und bzw. den geforderten Bereich des Feuchtegehalts einzuhalten; es ist jedoch nicht üblich, auf jeder Schicht Plattendruckversuche vorzunehmen. Die Art und der Umfang aktueller Aufzeichnungen und die Verantwortlichkeit für ihre Anfertigung sollte ein wesentlicher Bestandteil des Plans zur Qualitätskontrolle sein.

Siehe auch prEN 16907-1, 12.2.

8 Prüfung der Übereinstimmung mit den Anforderungen

8.1 Allgemeines

Füllmaterial sollte untersucht und/oder geprüft werden, um sicherzustellen, dass das Material, die Verdichtungsverfahren und die Bauverfahren mit der Spezifikation übereinstimmen (siehe EN 1997-1:2004, 5.3.4).

Bei der Auswahl der Materialeigenschaften sollte berücksichtigt werden, dass die Überprüfung der Einhaltung der Vorgaben mit Bezug auf die ausgewählten Abnahmekriterien, die vertraglichen Einschränkungen und Bauvorgänge durchgeführt werden kann.

ANMERKUNG Es ist zu beachten, dass Prüfungen für Erdarbeiten schnelle Ergebnisse liefern müssen, damit der Bau/die Ausführung nicht verzögert wird. Bei der Mehrheit von Tiefbauvorhaben ist die Geschwindigkeit der Erdbauarbeiten ein kritischer Punkt. Damit verbunden ist die Notwendigkeit einer schnellen Umsetzung der Ergebnisse aus der Überprüfung, da jede Verzögerung einen Anstieg des Volumens des aufgetragenen und verdichteten Materials bewirkt, für welches die Einhaltung der Vorgaben nicht nachgewiesen ist. Bei der Auswahl der geeigneten Form der Überprüfung sollte der Ausführende der Erdarbeiten diese Prüfungseinschränkungen beachten.

Sofern geeignet, sollten Verhältnisprüfungen eingesetzt werden, um die Korrelation zwischen den Prüfungen zu bestimmen, die zur Kontrolle der Erdarbeiten verwendet werden, und den grundlegenden Bodeneigenschaften, auf denen die Bemessung von Erdarbeiten basiert. Derartige Prüfungen sollten im Vorfeld der wesentlichen Erdarbeiten durchgeführt werden. Siehe auch prEN 16907-1, 6.3.3.

Die Überprüfung an der Auftragsstelle wird in der Regel in folgende zwei Hauptklassen eingeteilt:

- in-situ-Dichteprüfung;
- Prüfungen der Steifigkeit und Tragfähigkeit.

8.2 In-situ-Dichteprüfung

Die in-situ-Dichteprüfung kann für das verdichtete Schüttmaterial erforderlich sein, um sicherzustellen, dass die Spezifikationsanforderungen erfüllt wurden. Die Dichteprüfung kann mithilfe eines der nachfolgend aufgeführten Verfahren durchgeführt werden:

- radiometrische Dichteprüfung;
- Sandersatz;
- Rammkernsondierung;
- Ballonverfahren;
- Flüssigkeitsersatz;
- Gipsersatz.

Die in-situ-Dichteprüfung sollte vorgenommen werden und die erhaltenen Ergebnisse sollten bei der Bewertung einem geeigneten Wert bzw. Bezugswert der maximalen Trockendichte gegenübergestellt werden, der von Verdichtungsprüfungen im Labor oder durch ein weiteres Verfahren abgeleitet wurde. Die im Rahmen der Erdarbeiten während der Verdichtung erhaltenen Ergebnisse der in-situ-Prüfungen sollten diesen Bezugswert übersteigen. Für Verfüllmaterial mit einem erheblichen Feinkornanteil sollten die Dichte in-situ und der Wassergehalt zum Zeitpunkt des Auftrags berücksichtigt werden, um zu bestätigen, dass der Anteil der Hohlräume im verdichteten Verfüllmaterial annehmbar ist — siehe prEN 16907-1, 6.3.

Es gibt verschiedene Probleme, die mit gewöhnlichen/herkömmlichen in-situ-Dichteprüfungen verbunden sind:

- Es ist zeitaufwändig, eine ausreichende Anzahl an Prüfungen für eine statistische Analyse der Ergebnisse der Verdichtungsprüfung durchzuführen;
- Kornübergrößen müssen berücksichtigt werden;
- Die Bestimmung des Wassergehalts kann Zeit in Anspruch nehmen und die Erdarbeiten verzögern;
- Eine genaue Bestimmung des Volumens des ausgehobenen Materials muss vorgenommen werden.

Die radiometrische Dichteprüfung hat sich für die Messung der Auffülldichte bewährt, nicht jedoch für die Messung der Feuchte; die Trockendichte sollte aus dem Feuchtegehalt berechnet oder kalibriert werden, der im Labor aus einer von der Prüfstelle stammenden Bodenprobe ermittelt wurde.

Radiometrische Verfahren haben einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Techniken, z. B. können Prüfungen rasch durchgeführt und Ergebnisse innerhalb von Minuten erzielt werden. Die Prüfgeräte müssen jedoch korrekt kalibriert und es müssen entsprechende Gesundheits- und Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Darüber hinaus sind sie, in ähnlicher Weise wie bei anderen in-situ-Dichteprüfungen, nicht für Materialien mit Überkornanteil oder für heterogene Materialien geeignet. Bei der radiometrischen Dichteprüfung durchdringen radioaktive Strahlen das verdichtete Verfüllmaterial zwischen einer Strahlenquelle und einem Empfänger. Dieses Verfahren ist sowohl von der Dichte und dem Feuchtegehalt als auch von einem korrekt kalibrierten Gerät abhängig. Es kann für die Trockendichte rasche Ergebnisse liefern, jedoch sollte der Feuchtegehalt separat gemessen werden. Für die in-situ-Dichteprüfung von verdichtetem Verfüllmaterial sollte die radiometrische Dichteprüfung mithilfe des Direktübertragungsverfahrens durchgeführt werden.

8.3 Prüfung der Steifigkeit und Tragfähigkeit

8.3.1 Allgemeines

Prüfungen der Steifigkeit und Tragfähigkeit können in der Regel in folgende zwei Hauptarten eingeteilt werden:

- Plattendruckversuche;
- Sondierungsprüfungen.

Diese Prüfungen sind nachfolgend beschrieben.

8.3.2 Plattendruckversuche

Unter dem Plattendruckversuch wird die Belastung des Untergrunds durch eine steife kreisförmige Lastplatte verstanden; anhand der gemessenen vertikalen Verformung der Platte unter der Last kann der Steifigkeitsmodul ermittelt werden.

Die gängigen Prüfungen sind:

- statischer Plattendruckversuch;
- dynamischer Plattendruckversuch, der eine schnellere Messung des Steifigkeitsmoduls vor Ort ermöglicht;
- flächiger Plattendruckversuch: Hierbei handelt es sich um eine Variante des statischen Versuchs, die eine erheblich größere rechteckige Fläche umfasst und vorrangig für größere Projekte oder an Stellen verwendet wird, an denen hydraulisches Verfüllmaterial aufgetragen wurde (siehe EN 16907-6).

ANMERKUNG 1 Plattendruckversuche sind in Europa weit verbreitet und die Mehrheit der europäischen Länder haben eigene Normen mit sehr unterschiedlichen Spezifikationen entwickelt (Plattendurchmesser, Lasten und Belastungsverfahren, Verfahren der Bestimmung des Moduls usw.). Dieser Umstand kann zu beträchtlichen Abweichungen beim Modul führen, das in der Folge erhalten wird. Plattendruckversuche werden für die Messung der Bettungssteifigkeit in Dämmen und bei Aushubarbeiten und in verschiedenen Ländern auch zur Kontrolle der Qualität des Schüttmaterials beim Auftrag des Damms verwendet.

Zur Bestimmung der Verdichtungsqualität werden oft der Verformungsmodul für den zweiten Belastungsdurchgang und das Verhältnis der bestimmten Moduln verwendet. In den meisten Fällen sollte das Verhältnis der Moduln einen bestimmten Wert nicht übersteigen; es sollte jedoch beachtet werden, dass sich die Verfahren in Europa hinsichtlich der Auswertung unterscheiden.

ANMERKUNG 2 Auf dem europäischen Festland wurde eine Reihe von nationalen Normen für den dynamischen Plattendruckversuch entwickelt (auch als dynamischer Plattendruckversuch mit leichtem Fallgewichtsgerät [LFG] bzw. mit mittelschwerem Fallgewichtsgerät bezeichnet). Wie bei statischen Plattendruckversuchen sind verschiedene Varianten bezüglich der Ausrüstung und Prüfverfahren verbreitet.

8.3.3 Sondierungen

Im europäischen Raum wurde eine Reihe von Sondierungen entwickelt, die in der Regel in folgende zwei Klassen eingeteilt werden:

- Rammsondierungen (siehe EN ISO 22476-2);
- Drucksondierungen mit Messwertaufnehmern (siehe EN ISO 22476-1).

ANMERKUNG Rammsondierungen wurden in verschiedenen Ländern mit gewissen lokalen Varianten entwickelt. Es liegen bewährte Korrelationen zu einigen geotechnischen Entwurfsparametern vor. Die Sondierungsprüfung kann rasch durchgeführt werden, die Sondiertiefe ist jedoch begrenzt.

Drucksondierungen mit Messwertaufnehmern können zur Bewertung der relativen Dichte des Verfüllmaterials für große Flächen wie z. B. verfüllte Steinbrüche und bei Landgewinnung verwendet werden, wenn andere Prüfverfahren nicht sinnvoll sind und eine derartige Prüfung auch aufgrund der Schnelligkeit der Umsetzung nützlich ist, insbesondere wenn beträchtliche Tiefen sondiert werden müssen. Es sollte beachtet werden, dass mit derartigen Messungen nicht immer bestimmt werden kann, ob ein ausreichender Verdichtungsgrad in bindigen Böden erreicht wurde, und sie sollten deshalb unter einem gewissen Vorbehalt verwendet werden.

Es wird auf die Vorgaben in EN 1997-2 verwiesen.

8.3.4 Verfahren zur Qualitätskontrolle der Verdichtung grobkörniger Böden

Wenn die oben angegebenen Prüfarten aufgrund der Grobkörnigkeit des Verfüllmaterials nicht wie gewünscht angewendet werden können, kann ein indirektes Verfahren zur Qualitätskontrolle der Verdichtung genutzt werden, dass auf der Bemessung der Verformung der Oberfläche der Auffüllung mithilfe festgelegter Bemessungspunkte basiert. Das Verfüllmaterial gilt als hinreichend verdichtet, wenn die Verformung während des abschließenden Durchgangs auf jeder Schicht einen bestimmten Wert nicht überschreitet. In den meisten Fällen wird eine hinreichende Verdichtung erzielt, wenn der Setzungsunterschied nach den letzten beiden Durchgängen auf jeder Schicht weniger als 0,5 % der Schichtdicke beträgt.

8.4 Kontinuierliche Verdichtungskontrolle mittels Vibrationswalzen

Die kontinuierliche Verdichtungskontrolle mithilfe von Vibrationswalzen ermöglicht eine durchgängige Kontrolle des Verdichtungsprozesses und der Abnahmeprüfung, die die gesamte verdichtete Fläche umfasst. Je nach Art und Größe der Baustelle, der Art und der Gleichförmigkeit des zu verdichtenden Bodens gibt es vier unterschiedliche Vorgehensweisen zur Anwendung der kontinuierlichen Verdichtungskontrolle bei der Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (siehe CEN/TS XXXX „Erdarbeiten — Kontinuierliche Verdichtungskontrolle“):

- Kalibrierung für indirekte und kontinuierliche Kontrolle der Dichte und Steifigkeit;
- Analyse und Dokumentation von Schwachstellen;
- Dokumentation der erreichten maximalen Verdichtung;
- Dokumentation des Verdichtungsverfahrens.

ANMERKUNG Die kontinuierliche Verdichtungskontrolle ist ein Messverfahren, das mittels einer Walze und Beschleunigern fortwährende dynamische Messungen ermöglicht. Es basiert auf der Wechselwirkung zwischen der Beschleunigung des Vibrationswalzmantels und der Steifigkeit des Bodens, die sich mit dem Fortschreiten der Verdichtung ändert. Die kontinuierliche Verdichtungskontrolle wird seit über 30 Jahren in einigen europäischen Ländern verwendet, die jeweils eigene Spezifikationen für das Verfahren entwickelt haben.