

	Freileitungen Prüfung von Tragwerksgründungen (IEC 1773:1996) Deutsche Fassung EN 61773:1996	DIN EN 61773
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.	Klassifikation VDE 0210 Teil 20
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 1773 ICS 29.240.20 Deskriptoren: Freileitung, Tragwerk, Gründung, Prüfung Overhead lines – Testing of foundations for structures (IEC 1773:1996) German version EN 61773:1996 Lignes aériennes – Essais de fondations des supports (CE I1773:1996); Version allemande EN 61773:1996 Die Europäische Norm EN 61773:1996 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61773 wurde am 1996-10-01 angenommen. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 11(Sec)76 (VDE 0210 Teil 101):1993-06 und E DIN IEC 11(Sec)80 (VDE 0210 Teil 102):1993-08. Fortsetzung Seite 2 und 36 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Zuständig für diese Europäische Norm ist in Deutschland das Komitee 421 „Freileitungen“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61773:1996, die die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 1773:1996 beinhaltet.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 50(466) : 1990	–	–
–	IEC 826 : 1991	E DIN VDE 0210-100 (VDE 0210 Teil 100) : 1992-10	VDE 0210 Teil 100

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

E DIN VDE 0210-100 (VDE 0210 Teil 100)	Belastung und Tragfähigkeit von Freileitungen; Identisch mit Fachbericht IEC 826 : 1991
---	--

ICS 29.240.20

Deskriptoren: Freileitung, Gründung von Tragwerken, Baugrunduntersuchung, Träger, Pfahl

Deutsche Fassung

Freileitungen

Prüfung von Tragwerksgründungen
(IEC 1773:1996)

Overhead lines –
Testing of foundations for structures
(IEC 1773:1996)

Lignes aériennes –
Essais de fondations des supports
(CEI 1773:1996)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1996-10-01 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 11/111/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 1773, ausgearbeitet von dem IEC/TC 11 „Recommendations for overhead lines“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1996-10-01 als EN 61773 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Veröffentlichung
einer identischen nationalen Norm (dop): 1997-08-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung
entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1997-08-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A, B, C, D, E und F informativ. Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 1773:1996 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Arten der Prüfungen	5
4.1 Auslegungsprüfungen	5
4.2 Annahmeprüfungen	5
5 Geotechnische Kennwerte	6
5.1 Allgemeines	6
5.2 Ergebnisse der Baugrunderkundungen	6
5.3 Geotechnische Auslegungsparameter	6
5.4 Baugrundbeobachtungen während des Einbringens der Gründung	6
6 Einbringen der Gründungen	6
6.1 Allgemeines	6
6.2 Änderungen an Gründungen für Auslegungsprüfungen	6
6.3 Techniken für das Einbringen von Gründungen, die Auslegungsprüfungen unterzogen werden	7
6.4 Aufzeichnungen über das Einbringen	7
6.5 Minimal erforderliche Zeitspanne zwischen Einbringen und Prüfung	7
7 Prüfeinrichtung	8
7.1 Aufbringen der Last	8
7.2 Anordnung der Belastungseinrichtungen	9
7.3 Meßgerüst – Auslegungsprüfungen	9
7.4 Einrichtungen für Verschiebungsmessungen – Auslegungsprüfungen	10
7.5 Einrichtungen für Verschiebungsmessungen – Annahmeprüfungen	10
7.6 Eichung der Meßinstrumente	10
8 Prüfungsdurchführung	17
8.1 Anzahl der Prüfungen	17
8.2 Prüfung von Pfahlgruppen	17
8.3 Ablauf der Prüfbelastung	17
8.4 Prüfaufzeichnungen	18
9 Auswertung der Prüfungen	19
9.1 Allgemeines	19
9.2 Auslegungsprüfungen	19
9.3 Annahmeprüfungen	20
10 Annahmekriterien	20
10.1 Allgemeines	20
10.2 Auslegungsprüfungen	20
10.3 Annahmeprüfungen	20
11 Prüfbericht	21
Anhang A (informativ) Literaturhinweise	21
Anhang B (informativ) Baugrunderkundungen	21
Anhang C (informativ) Erläuterungen zum freien waagerechten Abstand zwischen Widerlagern und geprüfter Gründung	23
Anhang D (informativ) Formblätter für Aufzeichnungen über Einbringung und Prüfung	25
Anhang E (informativ) Anwendung graphischer Verfahren für die Bestimmung der Gründungszug- oder -drucktragfähigkeit	30
Anhang F (informativ) Glossar der Begriffe und Erläuterungen	34
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	36

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm gilt für Verfahren zur Prüfung der Gründungen von Freileitungstragwerken. Diese Norm unterscheidet zwischen:

- a) Gründungen, die überwiegend durch Axialkräfte, die in Richtung der Gründungsmittelachse entweder in Zug- oder Druckrichtung wirken, belastet sind. Dies gilt für Gründungen starrer Gittermaste mit Einzelgründungen, z. B. Betonstufengründungen, Stahlroste, Bohr- oder Schachtgründungen, Pfähle und Mörtelverpreßte Anker. Die Gründungen von Abspannankern sind eingeschlossen, wenn sie in ihren tatsächlichen Ankerneigungen geprüft werden;
- b) Gründungen, die überwiegend durch seitliche Kräfte, Kippmomente oder eine Kombination von beiden belastet sind. Dies gilt für einstufige Maste mit Kompaktgründungen, z. B. Einblockgründungen, Betonplattengründungen, Bohr- oder Schachtgründungen, Pfähle und direkt in den Baugrund eingebettete Maste. Die Norm kann auch für Gründungen von H-förmigen Tragwerken angewandt werden, wenn die überwiegenden Lasten seitliche Kräfte, Kippmomente oder eine Kombination hiervon darstellen;
- c) Gründungen, die durch eine Kombination der unter a) und b) erwähnten Lasten beansprucht sind.

Prüfungen an Gründungen mit verkleinertem Maßstab oder an Gründungsmodellen sind nicht eingeschlossen. Jedoch können solche Prüfungen für Auslegungszwecke nützlich sein.

Dynamische Gründungsprüfungen sind vom Anwendungsbereich dieses Schriftstückes ausgeschlossen.

Der Zweck dieser Norm ist das Bereitstellen von Verfahren für die Untersuchung der Tragfähigkeit und/oder der Reaktion (Verschiebung oder Drehung) der gesamten Gründung unter Belastung infolge des Zusammenwirkens zwischen der Gründung und dem umgebenden Boden und/oder Fels. Die mechanische Festigkeit der Bauelemente selbst ist nicht Gegenstand dieser Norm. Im Falle von Mörtelverpreßten Ankern kann jedoch das Versagen von Bauelementen, z. B. des Verbundes zwischen Anker und Mörtel, die Grenzbelastbarkeit darstellen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 50 (466) : 1990	<i>International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 466: Overhead lines</i>
IEC 826 : 1991	<i>Loading and strength of overhead transmission lines</i>

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe. Diese nachstehend aufgeführten Begriffe ergänzen die in IEC 50 (466) angegebenen.

3.1 Charakteristische Tragfähigkeit: Der in einschlägigen Normen garantierte Wert. Dieser Wert wird auch garantierte Tragfähigkeit, minimale Tragfähigkeit, minimale Nennkraft oder Nenntragfähigkeit genannt und entspricht üblicherweise einer Ausschlußgrenze zwischen 2 % und 5 %, wobei 10 % in der Praxis als Höchstwert gilt (IEC 826, 1.2.1).

3.2 Schadenslast oder Grenzlast der Betriebsfähigkeit: Last entsprechend der Tragfähigkeitsgrenze der Gründung, deren Überschreiten zum Schaden und zu merklichen Verformungen oder zur Verringerung der Tragfähigkeit des Tragwerkes führt. Die Schadenslast wird üblicherweise auf Verschiebungskriterien bezogen und kann auch als Grenzlast für die Betriebsfähigkeit angesehen werden.

ANMERKUNG: Beim Anwenden dieser Norm für die Prüfung von Gründungen, die unter Benutzung deterministischer Belastungskriterien ausgelegt sind, kann der Bezug auf diesen Begriff notwendig werden.

3.3 Auslegungslast: Grenzlast oder mit einem Faktor multiplizierte Gebrauchslast oder die aus einer gegebenen Wiederkehrdauer eines klimatischen Ereignisses abgeleitete Last, für die die Gründung ausgelegt ist.

3.4 Versagenslast: Die maximale Last, die während der Prüfung aufgebracht werden kann. Sie wird auch als Grenzversagenslast bezeichnet und ist üblicherweise mit Verschiebungen verbunden, die zum Versagen des Tragwerkes führen.

3.5 Maximale Prüflast: Die maximale Last, die während einer Annahmeprüfung auf die geprüfte Gründung aufgebracht wird.

3.6 Prüfbericht: Abschließendes Schriftstück, das die Ergebnisse der Untersuchungen und der Gründungsprüfungen zusammenfaßt.

3.7 Gebrauchslast: Die maximale Last, die die Gründung unter üblichen Gebrauchsbedingungen während der Lebensdauer der Leitung wahrscheinlich erfährt, ohne irgendwelche Lastfaktoren.

ANMERKUNG: Der Begriff Gebrauchslast gilt nicht für Auslegungsverfahren auf der Basis der Grenztragfähigkeit und ist nicht mit IEC 826 kompatibel. Wenn diese Norm jedoch auf die Prüfung von Gründungen angewandt wird, welche unter Verwendung deterministischer Belastungskriterien ausgelegt wurden, kann der Bezug auf diesen Begriff notwendig werden.

4 Arten der Prüfungen

Mit Bezug auf den Prüfungszweck, den Untersuchungsumfang und die Ausführung unterscheidet diese Norm zwischen zwei Arten von Prüfungen:

- a) Auslegungsprüfungen;
- b) Annahmeprüfungen.

4.1 Auslegungsprüfungen

Auslegungsprüfungen werden üblicherweise an eigens eingebrachten Gründungen mit einem oder mehreren der folgenden Ziele durchgeführt:

- a) um Auslegungsparameter oder -verfahren zu bestätigen;
- b) um Verfahren der Gründungseinbringung zu bestätigen;
- c) um geotechnische Auslegungsparameter zu gewinnen und/oder ein Auslegungsverfahren für eine besondere Anwendung aufzustellen;
- d) um die Übereinstimmung der Gründungsauslegung mit Auslegungsvorschriften zu bestätigen;
- e) um für eine Gründungsart die mittlere Versagenslast und deren Variationskoeffizienten unter gegebenen Bodenbedingungen zu bestimmen.

Prüfungen entsprechend c) und/oder d) werden auch Typprüfungen genannt.

4.1.1 Prüfungen mit Originalmaßen

Auslegungsprüfungen sollten vorzugsweise an Gründungen im Originalmaßstab ausgeführt werden. Wenn Prüfungen durchgeführt werden, um Auslegungsparameter zu bestätigen, müssen die zu prüfenden Gründungen soweit wie möglich identisch sein mit denjenigen der endgültigen Ausführung (siehe 6.1).

Auslegungsprüfungen werden mindestens bis zur Auslegungslast oder bis zum Versagen durchgeführt, insbesondere, wenn Prüfungen entsprechend 4.1 c) und/oder 4.1 d) unter Verwendung der Auslegung für Grenzlaster durchgeführt werden. Begrenzungen der Verschiebung, Durchbiegung oder Verdrehung unter der Last müssen, soweit maßgebend, beachtet werden. Das Ausmaß der Bestückung mit Meßinstrumenten und der Untersuchungen sollte dem Prüfungszweck angemessen sein.

4.1.2 Prüfungen mit verringerten Maßen

Bei Gründungen großer Maße kann es praktisch unmöglich werden, Auslegungsprüfungen an Gründungen im Originalmaßstab durchzuführen. Auslegungsprüfungen an zu prüfenden Gründungen mit verringerten Maßen können unter Beachtung folgender Bedingungen in Betracht gezogen werden:

- a) die geprüfte Gründung wird mit den gleichen Techniken und Materialien eingebracht wie auch die Tragwerksgründung;
- b) soweit erforderlich, ist die geprüfte Gründung so mit Meßinstrumenten zu versehen, daß die Widerstände in der Sohlfläche und im Schaft getrennt ausgewertet werden können;
- c) für Gründungsarten, bei denen die Tragfähigkeit durch die seitliche Reibung bestimmt wird, darf das Verhältnis der seitlichen Maße der geprüften Gründung zu denen der Tragwerksgründung nicht kleiner als 0,5 sein. Die Gründungstiefen sollten gleich sein.

Die Auswertung von Prüfungen an Gründungen mit verringerten Maßen muß mit Vorsicht durchgeführt werden, falls die Tragfähigkeit nicht vollständig auf Mantelreibung beruht (z. B. bei Pfählen, Brunnengründungen oder mörtelverpreßten Ankern). Große Sorgfalt muß auf die Relationen der Flächen zu den Tiefen und deren absoluten Werten verwendet werden.

4.2 Annahmeprüfungen

Diese sind für die Anwendung während des Einbringens von Gründungen vorgesehen zur Prüfung der Qualität der Einbringung, der verwendeten Materialien und des Fehlens irgendwelcher größerer Schwankungen in den angenommenen geotechnischen Auslegungsparametern. Annahmeprüfungen kommen auch für Gründungen in Frage, die in heterogenen Böden eingebracht sind, wobei eine große Streuung der Gründungstragfähigkeit zu erwarten ist. Einheitlichkeit, rasche Durchführbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckdienlichkeit sind dabei die Hauptüberlegungen.

Annahmeprüfungen werden üblicherweise bis zu einem bestimmten Prozentsatz der Auslegungslast (üblicherweise 60 bis 75 %), wie in den Vertragsunterlagen festgelegt, durchgeführt. Die Grenzlaster der Betriebsfähigkeit darf dabei nicht überschritten werden. Begrenzungen der Verschiebungen müssen beachtet werden. Das Ausmaß

der Bestückung mit Meßinstrumenten und der Auswertung kann niedrig sein, aber die Zuverlässigkeit der Prüfeinrichtung und des Prüfverfahrens muß hoch sein.

Dynamische Prüfungen von Pfählen können für Annahmeprüfungen verwendet werden, wobei eine geeignete Kalibrierung der Prüfeinrichtung anhand von Auslegungsprüfungen vorausgesetzt wird.

Typischerweise werden Annahmeprüfungen an Gründungen für Tragwerke einer bestimmten Leitung durchgeführt. Nach erfolgreich bestandener Prüfung müssen die Gründungen voll gebrauchsfähig sein.

5 Geotechnische Kennwerte

5.1 Allgemeines

Baugrunderkundungen sollten vor der Auswahl eines Standortes für Auslegungsprüfungen durchgeführt werden. Baugrunderkundungen vor der Ausführung der Gründungen dürfen unterbleiben, wenn entweder die geotechnischen Kennwerte aus während des Einbringens gewonnenen Daten hergeleitet werden (z. B. Felsanker) oder wenn Annahmeprüfungen vorgesehen sind, um die Einbaubedingungen nachzuweisen. Jedoch sollten die Aufzeichnungen früherer Baugrunderkundungen und aller Annahmen, die vor oder während des Einbringens der Gründungen getroffen werden, vorhanden sein.

Verfahren für eingehende Baugrunderkundungen liegen außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm. Jedoch sind einige allgemeine Kriterien, grundlegende Anforderungen und Verfahren im Anhang B enthalten. Diese Norm enthält nur allgemeine Kriterien für Baugrunderkundungen an Prüfstandorten. Für Einzelheiten sollte Bezug auf geeignete internationale oder nationale Normen und/oder anerkannte Regeln der Technik (z. B. [1]*) genommen werden.

5.2 Ergebnisse der Baugrunderkundungen

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen und irgendwelcher nachfolgender Laborprüfungen müssen, zusammen mit einer Skizze des Standortes, die alle wichtigen physikalischen und geologischen Eigenschaften darstellt, genau aufgezeichnet werden.

5.3 Geotechnische Auslegungsparameter

Die geotechnischen Parameter, die für die Auslegung der geprüften Gründung verwendet wurden, müssen, zusammen mit dem zur Berechnung dieser Werte entweder aus Laborversuchen oder aus empirischen Überlegungen verwendeten Verfahren, aufgezeichnet werden.

5.4 Baugrundbeobachtungen während des Einbringens der Gründung

Während des Einbringens einer jeden zu prüfenden Gründung müssen die folgenden Angaben aufgezeichnet werden:

- a) Sichtprüfung jeder einzelnen Boden-/Felsschicht mit dazugehörigen Boden-/Felsklassifikationen einschließlich Verwitterung und Unregelmäßigkeiten;
- b) Grundwasserstand;
- c) alle örtlichen Boden-/Felsbesonderheiten, die während des Einbringens beobachtet werden, z. B. Seiteninstabilität, Aufwölbung der Gründungssohle, Wassereintritt;
- d) einschlägige meteorologische Daten.

Wenn die Gründungen verfüllt sind, sollten die geotechnischen Eigenschaften des Füllmaterials durch Prüfungen vor Ort und/oder im Labor ermittelt werden. Einzelheiten des Verfüll- und Verdichtungsverfahrens sollten aufgezeichnet werden.

6 Einbringen der Gründungen

6.1 Allgemeines

Annahmeprüfungen werden an Tragwerksgründungen durchgeführt. Deshalb sollte es hinsichtlich der Ausführung keine Unterschiede zwischen den geprüften und den nicht geprüften Gründungen geben. Auslegungsprüfungen werden im allgemeinen an eigens eingebrachten Gründungen durchgeführt, die unter Verwendung der vorgegebenen Materialien mit möglichst geringen Abweichungen zu den geforderten Maßen ausgeführt werden müssen.

6.2 Änderungen an Gründungen für Auslegungsprüfungen

Für Auslegungsprüfungen dürfen die folgenden Änderungen in Betracht gezogen werden:

- a) Die Verbindung (z. B. Fußeckstiel oder Bewehrungsstahl) zwischen der Gründung und der Prüfeinrichtung kann Änderungen erfordern, um eine angemessene Tragfähigkeit sicherzustellen, wenn die Gründung Belastungen nahe bei oder oberhalb der Auslegungslast unterzogen wird. In diesem Fall sollte die Verbindung eine

*) Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf das Schrifttum in [Anhang A](#).

minimale Tragfähigkeit entsprechend dem 1,5fachen der maximalen Prüflast bei der Auslegungsprüfung besitzen. Eine solche Änderung darf das angestrebte Verhalten der Gründung im Boden, z. B. infolge der seitlichen Steifigkeit von langen, schlanken Körpern, nicht wesentlich beeinflussen.

b) Wegen der Neigung von Eckstielen kann es sein, daß Tragwerksgründungen nicht senkrecht belastet werden. Der Einfluß der geneigten Belastung auf die Gründungstragfähigkeit ist jedoch gering, wenn die tatsächliche Neigung der Eckstiele begrenzt ist. Um die Gründungsprüfung zu vereinfachen, darf daher die Gründung so abgeändert werden, daß die Belastungsachse senkrecht ist und die Lasten senkrecht aufgebracht werden können, wenn die maximale Eckstielneigung kleiner als 20 % ist (Verhältnis eins waagerecht zu fünf senkrecht, siehe Bild 1).

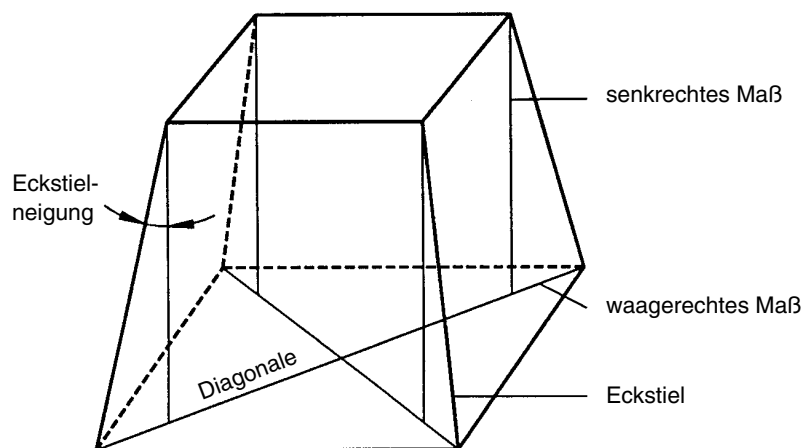


Bild 1: Neigung der Eckstiele von Masten mit der Form eines Pyramidenstumpfes oder eines abgeschnittenen Kegels

6.3 Techniken für das Einbringen von Gründungen, die Auslegungsprüfungen unterzogen werden

Es ist wesentlich, daß alle Einzelheiten, die die Tragfähigkeit der geprüften Gründungen beeinflussen, z. B. das Herstellungsverfahren der Gründung und die Art der Verdichtung des Verfüllmaterials, gleich denen für die Tragwerksgründungen sind.

Die Techniken für das Einbringen der geprüften Gründungen sollten, wenn möglich und soweit praktisch durchführbar, mit denen übereinstimmen, die für die Tragwerksgründungen vorgesehen sind.

Falls die Oberkante einer Gründung etwas unterhalb der Bodenoberfläche endet, z. B. ein Pfahl oder ein Anker, der in die Sohlfläche eines unter die Erde reichenden Gründungkörpers einbindet, aber die zu prüfende Gründung bis zur Erdoberfläche ausgeführt wird, um die Prüfung zu erleichtern, dann muß der zusätzliche Gründungsteil mit einem Schutzmantel versehen oder müssen andere Vorkehrungen getroffen werden, um die Wechselwirkung zwischen Gründung und Boden längs des verlängerten Gründungsteils zu verringern.

6.4 Aufzeichnungen über das Einbringen

Bei Gründungen für Auslegungsprüfungen müssen alle einschlägigen Einzelheiten der Gründungsmaße, der Ausführung und des Einbringens aufgezeichnet werden. Diese Aufzeichnungen müssen sowohl Einzelheiten bezüglich der Auslegungsanforderungen an die Gründungen als auch die tatsächlichen Werte für die ausgeführte zu prüfende Gründung enthalten (Vorschläge für Formblätter für Aufzeichnungen sind in [Anhang D](#) enthalten).

Sämtliche Einzelheiten des angetroffenen Baugrunds, eine Beschreibung der Baugrubenwände, die Qualität, die Menge und das Verfahren der Verfüllung und Verdichtung usw., wie in [5.4](#) gefordert, müssen aufgezeichnet werden.

Alle Einzelheiten müssen in einer geeigneten Skizze genau dargestellt werden.

Für Annahmeproofungen an Tragwerksgründungen wird empfohlen, Formblätter nach [Anhang D](#) zu verwenden. Diese Formblätter dürfen abhängig von der Gründungs- und der Prüfungsart vereinfacht werden.

6.5 Minimal erforderliche Zeitspanne zwischen Einbringen und Prüfung

Eine ausreichende Zeitspanne zwischen dem Einbringen der Gründung und dem Beginn der Prüfungen muß verstrichen sein, um eine angemessene Tragfähigkeit des Betons oder des Mörtels sicherzustellen und eine ausreichende Konsolidierung der festigkeitsrelevanten Eigenschaften des Baugrunds, wie den Abbau des Porenwasserdruckes, zu ermöglichen.

Minimale Zeitspannen zwischen Einbringen und Prüfung sind:

	Tage
– Stahlroste (nach Beendigung des Verfüllens)	1
– Betonteile einer Gründung (siehe Anmerkung)	– bewehrt 14
	– unbewehrt 28
– verpreßte Anker (siehe Anmerkung) (nach dem Verpressen, abhängig von der Festigkeit des Mörtels)	7 bis 14
– vorgefertigte Rammpfähle in nichtbindigen oder sich selbst entwässernden Böden (nach dem Rammen)	7
– vorgefertigte Rammpfähle in bindigen Böden (nach dem Rammen)	21
– Ortbetonpfähle	14

ANMERKUNG: Kürzere Zeiten können zugelassen werden, wenn Beton- oder Mörtelprobewürfel einen Festigkeitswert nicht kleiner als das Zweifache der maximalen Druckspannung, die während der Prüfung aufgebracht wird, erreicht haben. Die Prüfung von vorgespannten Ankern kann unmittelbar nach dem Vorspannen durchgeführt werden.

7 Prüfeinrichtung

7.1 Aufbringen der Last

Der Mechanismus zum Aufbringen der Last muß geeignet sein, die Gründung bis zu ihrer Tragfähigkeit zu belasten und/oder die entsprechend den Auslegungskriterien zu erwartenden Verformungen zu ermöglichen. Die Belastungseinrichtungen sollten, soweit möglich, gleichzeitig axiale und Querlasten aufbringen, wenn die seitliche Belastung möglicherweise einen bedeutenden Einfluß auf die Tragfähigkeit der Gründung hat.

Lasten können durch eine hydraulische Presse, ein Windensystem oder andere Belastungsmechanismen, je nach den Erfordernissen, aufgebracht werden. Motorisch angetriebene Pumpen sollten bevorzugt verwendet werden, wenn eine automatische Registrierung der Gründungsbewegungen verfügbar ist. Das selbsttätige Konstanthalten der Lasten kann zum plötzlichen und raschen Versagen mit nur geringen Vorwarnungen führen. Wenn motorgetriebene Pumpen oder Belastungseinrichtungen verwendet werden, muß ein geeignetes Regelsystem verwendet werden, um ein Überschreiten der vorgesehenen Belastung zu vermeiden.

Wenn Lasten mit einer hydraulischen Presse aufgebracht werden, muß der Kolben einen Hub haben, der ausreicht, um die Gründung bis zu ihrer Grenztragfähigkeit zu belasten und/oder die entsprechend den Auslegungskriterien zu erwartenden Verformungen zu ermöglichen. Wenn der Kolben solche Bewegungen nicht gestattet, muß das Prüfverfahren ein Nachsetzen des Belastungssystems ermöglichen. Die hydraulische Presse muß einen ausreichend sicheren, über die erwartete maximale Prüflast hinausgehenden Arbeitsbereich aufweisen, mindestens 25 %, besser 50 % für Auslegungsprüfungen und 10 % bzw. 25 % für Annahmeprüfungen.

Presse und Druckmeßgerät müssen als eine Einheit geeicht werden. Eine Eich Tabelle für die Relation zwischen aufgebrachtem Pressendruck und einer unabhängigen Kraftmessung ist erforderlich.

Winden oder andere Mechanismen, die zur Lastaufbringung verwendet werden, müssen ausreichend sichere Arbeitsbereiche besitzen, wobei die gleichen Richtlinien wie für hydraulische Pressen gelten. Die Nennfestigkeit zugbelasteter Seile muß mindestens das Dreifache der maximalen Last betragen.

Die auf die zu prüfende Gründung aufgebrachten Lasten können mit Kraftmeßgeräten, mit Druckmeßgeräten an einer geeichten hydraulischen Presse, mit an den Windenseilen installierten Kraftmeßgeräten oder mit anderen geeigneten Geräten gemessen werden. Für Auslegungsprüfungen wird ein Zusatzsystem empfohlen, z. B. Kraftmeßgeräte und Druckmeßeinrichtungen. Die Meßunsicherheit muß innerhalb von 5 % (vorzugsweise 1 %) der maximalen Prüflast liegen. Es wird empfohlen, daß die Lastmeßeinrichtung so nahe wie möglich am Lastaufbringungspunkt eingebaut wird.

Einrichtungen, die unter hydraulischem Druck arbeiten, müssen ohne Leckage mindestens dem 1,5fachen, vorzugsweise aber dem Zweifachen des Druckes standhalten, der der maximalen, bei der Prüfung erwarteten Last entspricht.

Der Belastungsmechanismus (Druckplatten, Streben oder Flaschenzugräder usw.) muß eine angemessene Steifigkeit und eine minimale Tragfähigkeit gleich dem 1,5fachen der aufgebrachten maximalen Prüflast haben.

Prüfeinrichtungen müssen so eingebaut werden, daß das Versagen einer einzelnen oder mehrerer Komponenten für am Prüfort arbeitende Personen keine Gefahr mit sich bringt. Alle Arbeiten müssen in Übereinstimmung mit den einschlägigen Sicherheitsregeln und nationalen Normen durchgeführt werden.

7.2 Anordnung der Belastungseinrichtungen

7.2.1 Axial belastete Gründungen

Die Prüflasten können mit folgenden Hilfsmitteln aufgebracht werden:

- Belastungsträger und Widerlager (siehe Bild 3);
- Anordnung eines Hebelträgers (siehe Bild 4);
- A-Bock (siehe Bild 5);
- hydraulisch angetriebener Kran (Zugversuche).

Bei Druckprüfungen können die Reaktionskräfte durch Zugpfähle oder Bodenanker in den Boden abgeleitet werden.

Der minimale freie Abstand (L) zwischen den Widerlagern (siehe Bild 3) sollte sorgfältig gewählt werden, um einen Einfluß auf das Verhalten der Gründung auszuschließen. Dieser Abstand sollte erhöht werden, wenn dies wegen des erwarteten Versagenverhaltens angezeigt ist und wenn eine geeignete Prüfeinrichtung vorhanden ist. Für Annahmeprüfungen werden minimale Abstände (Bedeutung der Symbole siehe Bild 2) wie folgt vorgeschlagen:

- a) Betonstufenfundamente, Roste, Betonblockfundamente oder Anker:

$$L = e + 0,7 \times a \text{ (m)},$$

wobei:

- e die Breite der Gründung in m ist;
- a die Tiefe der Gründung in m ist;
- L der Abstand zwischen den nächsten Punkten der Widerlager ist.

- b) Schacht- und Bohrgründungen, Rammpfähle, gebohrte und mörtelverpreßte Pfähle oder Schraubanker:

$$L = 3 \times e \text{ (m) oder } 2 \text{ (m)}, \text{ wobei der größere Wert gilt.}$$

Im Falle von Auslegungsprüfungen ist es angezeigt, diese Abstände zu vergrößern. In Anhang C werden grundsätzliche Überlegungen für die Ermittlung der minimalen freien Abstände zwischen den Auflagern dargestellt.

7.2.2 Seitlich belastete Gründungen, momentenbelastete Gründungen

Seitliche Prüflasten können direkt auf die Gründungen mit folgenden Mitteln aufgebracht werden:

- Hydraulische Presse und Widerlagergründung (siehe Bilder 6 a und 6 b);
- Hydraulische Presse und Toter Mann (siehe Bild 6 c);
- Hydraulische Presse und Schwergewichtsplattform (siehe Bild 6 d).

Seitliche und Kippprüflasten können mit folgenden Mitteln aufgebracht werden:

- Einfachseilzug und Kraftquelle (siehe Bild 7 a);
- Flaschenzug und Kraftquelle (siehe Bild 7 b);
- Flaschenzug und Winde zwischen Mastkopf und Widerlager (siehe Bild 7 c).

Der minimale freie Abstand (L) zwischen den Widerlagern und der geprüften Gründung (siehe Bild 6) sollte so sorgfältig gewählt werden, daß ungewollte Einflüsse auf das Verhalten der geprüften Gründung minimiert werden. Dieser Abstand sollte erhöht werden, wenn geeignete Prüfeinrichtungen verfügbar sind.

Als minimaler freier Abstand zwischen Auflagern und geprüfter Gründung (siehe Bild 6) werden für Betonkörper oder für Rammpfähle, die auseinandergedrückt werden (siehe Bild 2 hinsichtlich der Bedeutung der Symbole) bei Annahmeprüfungen folgende Werte vorgeschlagen:

$$L = 3 \times e \text{ (m) oder } 2 \text{ (m)}, \text{ wobei der größere Wert gilt.}$$

Wenn Annahmeprüfungen durch Zusammenziehen von Pfählen oder Auslegungsprüfungen durchgeführt werden, ist es angezeigt, diese Abstände zu vergrößern (siehe Anhang C hinsichtlich grundsätzlicher Überlegungen).

7.3 Meßgerüst – Auslegungsprüfungen

Das Meßgerüst für die Messung der Gründungsverschiebungen während Auslegungsprüfungen sollte den folgenden Anforderungen Rechnung tragen.

Das Gerüst sollte steif genug sein, um die Instrumente ohne übermäßige Verformung aufnehmen zu können. Wenn mehrere Träger verwendet werden, sollten diese untereinander verbunden werden, um zusätzliche Steifigkeit zu erreichen.

Die Auflager für das Meßgerüst müssen einen Abstand von nicht weniger als C vom Rand der geprüften Gründung (siehe Bilder 3 und 8), gekennzeichnet durch das Maß e , oder vom Rand der Widerlager haben, wobei:

- | | |
|---|--|
| $C = 0,35 a + 0,5 \text{ (m)}$ | für Gründungen entsprechend 7.2.1 a); |
| $C = 1,0 e + 0,5 \text{ (m) oder } 1,5 \text{ (m)}$ | für Gründungen entsprechend 7.2.1 b), wobei der größere Wert gilt; |
| $C = 2,0 + 0,5 e \text{ (m)}$ | für seitlich belastete Gründungen. |

Die Tiefe der Meßgerüstlager sollte vorzugsweise zwischen 1 m und 3 m, abhängig von der Bodenart, betragen. An Standorten mit Fels kann auch die Oberfläche ausreichen. In hoch kompressiblen Böden, z. B. weichen Tonen, sollten die Auflager mit einer Schutzhülse versehen werden, so daß sie nicht in Kontakt mit dem verdichtbaren Boden stehen. Mögliche senkrechte Verschiebungen der Meßgerüstaullager müssen in regelmäßigen Abständen mit einem Nivelliergerät geprüft werden.

Um den Temperatureinfluß zu minimieren, wird die Verwendung entweder eines Gerüsts aus Holz oder aus Stahlträgern, die an einem Ende auf Rollen gelagert sind, empfohlen. Im letzten Fall sollte das freie Ende gegen seitliche und senkrechte Verschiebungen wirksam gesichert werden.

7.4 Einrichtungen für Verschiebungsmessungen – Auslegungsprüfungen

7.4.1 Primäres Meßsystem

Mechanische Meßuhren mit einer empfohlenen Auflösung von 0,1 mm (oder weniger) und einem empfohlenen Meßweg zwischen 50 mm und 150 mm, vorzugsweise 150 mm, können sowohl für Auslegungs- als auch für Annahmeprüfungen verwendet werden.

Es wird empfohlen, die Meßuhren am Meßgerüst so zu befestigen, daß sich der Meßfühler ausdehnt, wenn Last aufgebracht wird, um einen Schaden an der Meßeinrichtung im Falle eines plötzlichen Versagens der Gründung oder Prüfeinrichtung zu vermeiden.

Glas- oder geschliffene Platten dürfen an der geprüften Gründung befestigt werden, um eine glatte Gegenfläche für die Fühler der Meßuhren zu erreichen.

Im Minimum müssen bei Zug-/Druckprüfungen zwei Meßuhren in gleichen Abständen von der senkrechten Achse der Gründung und voneinander vorgesehen werden.

Im Fall von seitlich belasteten Gründungen müssen zwei Meßuhren waagrecht an gegenüberliegenden Flächen der Gründung in der Belastungsebene angebracht werden, um die Verschiebung unter Last zu messen. Zwei Meßuhren dürfen auch senkrecht an gegenüberliegenden Seiten der Gründung in der Belastungsebene angebracht werden, um die Verdrehung unter Last zu messen (siehe Bild 8). Alternativ können auch Neigungsmeßgeräte mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1^\circ$ benutzt werden. Es wird empfohlen, daß eine Meßuhr waagrecht und eine Meßuhr senkrecht in einer um 90° gegenüber der Belastungsebene versetzten Ebene befestigt werden. Diese Meßuhren registrieren alle Bewegungen aus der Lastebene heraus, die die Gründung während der Belastung erfahren kann (siehe Bild 8 b).

7.4.2 Sekundäres Meßsystem

Zur Überwachung des primären Meßsystems sollte ein sekundäres Meßsystem bei allen Auslegungsprüfungen verwendet werden.

Ein optisches Nivelliergerät mit einer festen Referenzhöhenmarke und einer Meßlatte darf verwendet werden. Die Meßlatte sollte entweder an der Gründung selbst oder an den Stahlteilen so nahe wie möglich an der Oberfläche der Gründung angebracht werden. Der Mindestabstand zwischen dem Nivelliergerät und der Referenzhöhenmarke von der Mittelachse der geprüften Gründung und/oder des Auflagersystems muß mindestens 10 m betragen.

Alternativ kann ein elektronischer, linearer Differentialwegmeßgeber (LVDT) oder ein Potentiometer-Wegmeßgeber (PDT) mit einer Auflösung kleiner $\pm 0,1$ mm verwendet werden. Alle elektronischen Systeme erfordern eine sorgfältige Überwachung vor und während der Prüfungen, um sicherzustellen, daß sie geeignet arbeiten.

7.4.3 Verformungen der Bodenoberfläche und des Untergrunds

Zusätzliche Daten können durch Holzpflocke, Registriereinrichtungen (z. B. senkrechte Stahlstäbe in Stahl- oder Plastikrohren), die an Bauteilen der Gründung befestigt sind, durch optische Nivelliergeräte sowie fotografische und Videokameraaufnahmen erhalten werden.

7.4.4 Schutz der Instrumente

Alle Meßinstrumente müssen gegen einfallendes Sonnenlicht, gegen Wind, Regen, Schnee und Eis, die zu einer Verfälschung der Meßergebnisse führen können, geschützt werden.

7.5 Einrichtungen für Verschiebungsmessungen – Annahmeprüfungen

Der minimale Meßumfang bei Annahmeprüfungen sollte die Aufzeichnung der aufgebrachten Lasten und der entsprechenden Verschiebungen der Gründungen, gemessen mit einem optischen Nivelliergerät, beinhalten. Die Auflösung des optischen Nivelliergerätes sollte kleiner als 0,5 mm sein.

7.6 Eichung der Meßinstrumente

Meßinstrumente müssen ein gültiges Eichzertifikat besitzen.