



MINISTERIALBLÄTT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

49. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 4. April 1996

Nummer 19

Inhalt

I.

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

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
20021	21. 2. 1996	Gem. RdErl. d. Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr u. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen, zugleich im Namen des Ministerpräsidenten und aller Landesministrien Öffentliches Auftragswesen; Bekanntmachung der Schwellenwerte zur Vergabe öffentlicher Aufträge nach Maßgabe des Teils A der Verdingungsordnung für Leistungen – ausgenommen Bauleistungen – (VOL/A) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. August 1993 (BAnz. Nr. 175a vom 17. September 1993) und des Teils A der Verdingsordnung für Bauleistungen (VOB/A) in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. November 1992 (BAnz. Nr. 223a vom 27. November 1992) und der Dienstleistungsrichtlinie vom 18. 6. 1992 (Amtsblatt der EU-Gemeinschaften vom 24. Juli 1992)	462
20526 20524 20525	15. 2. 1996	RdErl. d. Innenministeriums Richtlinien für die Beschaffung und Aussonderung von Führungs- und Einsatzmitteln im Bereich der Polizei	462
23236	8. 2. 1996	RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen Richtlinie für Windkraftanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung	465
236	24. 1. 1996	RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen Stundensätze für Leistungen der Architektinnen/Architekten und Ingenieurinnen/Ingenieure	513
8054 8055	27. 2. 1996	RdErl. d. Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Soziales Arbeitsschutz	513

II.

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

Datum	Seite
Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr 12. 2. 1996 Bek. – Planfeststellung	513

20021

I.

Öffentliches Auftragswesen

**Bekanntmachung der Schwellenwerte
zur Vergabe öffentlicher Aufträge
nach Maßgabe des Teils A der Verdingungsordnung
für Leistungen – ausgenommen Bauleistungen – (VOL/A)
in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. August 1993**

(BAnz. Nr. 175a vom 17. September 1993)

und des Teils A der Verdingungsordnung

für Bauleistungen (VOB/A) in der Fassung

der Bekanntmachung vom 12. November 1992

(BAnz. Nr. 223a vom 27. November 1992)

und der Dienstleistungsrichtlinie vom 18. 6. 1992

(Amtsblatt der EU-Gemeinschaften vom 24. Juli 1992)

Gem. RdErl. d. Ministeriums
für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr –
424 – 80 – 51 – und des Ministeriums
für Bauen und Wohnen – III A 4-0 1082-1/1A-1B –,
zugleich im Namen des Ministerpräsidenten
und aller Landesministerien
v. 21. 2. 1996

Die Europäische Kommission hat den geltenden Ge-
genwert der ECU in DM für die ab 1. Januar 1996 bis zum
31. Dezember 1997 geltenden Schwellenwerte für Liefer-,
Dienstleistungs- und Bauaufträge der öffentlichen und
Sektorenaufraggeber wie folgt festgelegt:

1 VOL/A**1.1 § 1a VOL/A für die Vergabe öffentlicher Lieferauf-
träge**

ECU	200 000	–	381 161 DM
ECU	134 000	–	255 377 DM
ECU	100 000	–	190 580 DM

**1.2 § 1b VOL/A für die Vergabe öffentlicher Lieferauf-
träge**

ECU	400 000	–	762 322 DM
ECU	600 000	–	1 143 482 DM

**1.3 §§ 17a, 17b VOL/A für die Vergabe öffentlicher
Lieferaufträge**

ECU	750 000	–	1 429 353 DM
-----	---------	---	--------------

2 VOB/A**2.1 § 1a VOB/A für die Vergabe öffentlicher Bauaufträge**

ECU	5 000 000	–	9 529 019 DM
ECU	1 000 000	–	1 905 805 DM
ECU	200 000	–	381 161 DM

**2.2 § 1b VOB/A und § 1 VOB/A-SKR für die Vergabe
öffentlicher Bauaufträge**

ECU	5 000 000	–	9 529 019 DM
ECU	1 000 000	–	1 905 805 DM

**2.3 § 17a VOB/A für die Vergabe öffentlicher Bauauf-
träge**

ECU	5 000 000	–	9 529 019 DM
ECU	750 000	–	1 429 353 DM

**3 Richtlinie 92/50 EWG des Rates vom 18. Juni 1992 über
die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffent-
licher Dienstleistungsaufträge****3.1 Artikel 7, 13**

ECU	80 000	–	152 464 DM
ECU	200 000	–	381 161 DM

3.2 Artikel 15

ECU	750 000	–	1 429 353 DM
-----	---------	---	--------------

**4 Dieser Runderlaß tritt am Tage nach der Veröffent-
lichung in Kraft.**

Der Runderlaß vom 28. 3. 1994 (SMBL. NW. 20021) wird
aufgehoben.

– MBL. NW. 1996 S. 462.

20526

20524

20525

**Richtlinien
für die Beschaffung und Aussonderung
von Führungs- und Einsatzmitteln
im Bereich der Polizei**

RdErl. d. Innenministeriums v. 15. 2. 1996 –
IV D3/4 – 8203/8321/8403

1 Geltungsbereich

Die Richtlinien regeln Verfahren und Zuständigkei-
ten der Erst- und Ersatzbeschaffungen sowie Ausson-
derung von Führungs- und Einsatzmitteln in den
Bereichen

- Informations- und Kommunikationstechnik,
- Kraftfahrwesen (ohne Luft- und Wasserfahrzeuge),
- Waffenwesen,
- Verkehrsgerät,
- kriminaltechnisches Gerät,
- Foto- und Videogerät sowie
- Umweltschutzgeräte

einschließlich des erforderlichen Zubehörs und der
Verbrauchsmittel.

2 Verteilung der Haushaltssmittel

2.1 Für die in Nummer 1 genannten Führungs- und
Einsatzmittel werden den Polizeibehörden und Poli-
zeieinrichtungen unter Berücksichtigung bestehender
Verpflichtungen sowie ggf. besonderer Aufgabenstel-
lungen und Beschaffungsprogramme die im Haus-
haltplan veranschlagten Haushaltssmittel (sächliche
Verwaltungsausgaben, Investitionen) vom Innenmini-
sterium zugewiesen. Die Bezirksregierungen können
die Zuweisungen im Kassenanschlag zur Berücksich-
tigung beziehungsbezogenen Erfordernisse im Einverneh-
men mit den nachgeordneten Kreispolizeibehörden
anpassen. Gleches gilt für Polizeieinrichtungen, die
über andere Polizeieinrichtungen die Dienst- und
Fachaufsicht ausüben. Über die Änderungen ist dem
Innenministerium zu berichten.

2.2 Den Zentralen Polizeitechnischen Diensten NRW
(ZPD) werden die Haushaltssmittel für Beschaffungen
im Zusammenhang mit behördensübergreifenden Vor-
haben, die vom Innenministerium vorgegeben wer-
den, zu Lasten der Zuweisungen nach Nummer 2.1
zugewiesen. Näheres regelt ein gesonderter Erlaß.

3 Beschaffungen

3.1 Die Polizeibehörden und Polizeieinrichtungen ent-
scheiden im Rahmen zugewiesener Haushaltssmittel
selbstständig über die Beschaffungen von Führungs-
und Einsatzmitteln. Die haushaltsrechtlichen Mög-
lichkeiten (z. B. Deckungsfähigkeit von Titeln) kön-
nen in vollem Umfang ausgeschöpft werden.

3.2 Überschreitet bei Beschaffungen von Führungs- und
Einsatzmitteln der geschätzte Auftragswert einer
Beschaffung ohne Mehrwertsteuer den Schwellen-
wert für eine EU-weite Ausschreibung (vgl. § 1a
Nr. 1 (1) der Lieferkoordinierungsrichtlinie), sind die
ZPD mit der Abwicklung des Ausschreibungsverfah-
rens beauftragt.

3.3 Die ZPD führen nach Vorgabe des Innenministeriums
auf der Basis verbindlicher Bestellungen der Polizei-
behörden und Polizeieinrichtungen Sammelbeschaf-
fungen durch bzw. schließen Sukzessivleistungsver-
träge ab und vereinbaren die entsprechenden Modalitä-
ten. Die jeweiligen Stichtage für die Bestellungen
legen die ZPD fest.

3.4 Die ZPD unterrichten die Polizeibehörden und Poli-
zeieinrichtungen über abgeschlossene Sukzessivleis-
tungsverträge einschließlich der vereinbarten Modalitä-
ten wie z. B. Gewährleistung, Lieferadressen, Ter-
mine etc. Die von der ZPD abgeschlossenen Sukzes-
sivleistungsverträge sind zu nutzen. Dazu rufen die
Polizeibehörden und Polizeieinrichtungen bei den

Unternehmen die gemeldeten Mindestmengen sowie nach eigenem Ermessen einen eventuellen Mehrbedarf ab.

- 3.5 Sowohl bei Nutzung der Sukzessivleistungsverträge als auch bei Sammelbeschaffungen sind die Rechnungen unmittelbar von den Polizeibehörden und Polizeieinrichtungen aus den ihnen zugewiesenen Haushaltsmitteln zu begleichen.
- 3.6 Für die in der Anlage aufgeführten Führungs- und Einsatzmittel führen die ZPD die im Zusammenhang mit Beschaffungen erforderlichen technischen Planungen sowie Ausschreibungsverfahren durch. Sie übernehmen die Überwachung der ggf. erforderlichen Installation und Einführung sowie die technische Abnahme, soweit nicht ein Dritter beauftragt ist.
- 3.7 Von den Regelungen der Nummern 3.1 und 3.3 bis 3.4 sind Beschaffungen nach Nummer 2.2 ausgenommen.

4 Aussonderungen

Die Polizeibehörden und Polizeieinrichtungen entscheiden selbstständig über Aussonderungen der Führungs- und Einsatzmittel.

5 Normen, Richtlinien, Vorgaben

- 5.1 Bei der Beschaffung von Führungs- und Einsatzmitteln sind die geltenden Normen, Richtlinien der Landesverwaltung und ergänzende Vorgaben des Innenministeriums zu beachten. Gleicher gilt für die Aussonderung von Führungs- und Einsatzmitteln. Von den vom Innenministerium festgelegten Vorgaben darf nur nach vorheriger Zustimmung des Innenministeriums abgewichen werden.

Bei besonderer Eilbedürftigkeit können Genehmigungen nachträglich eingeholt werden. Die Entscheidung hierüber trifft die zuständige Aufsichtsbehörde. Diese hat das Vorhaben dem Innenministerium unverzüglich anzuzeigen und dabei die Eilbedürftigkeit darzustellen.

- 5.2 Soweit die zu beschaffenden Führungs- und Einsatzmittel geeignet oder bestimmt sind, mit bei anderen Polizeibehörden oder Polizeieinrichtungen eingesetzten Führungs- und Einsatzmitteln zusammenzuwirken, oder ein Austausch der Führungs- und Einsatzmittel zwischen Polizeibehörden bzw. Polizeieinrichtungen vorhersehbar ist, sind die sich daraus ergebenen einsatztaktischen und technischen Anforderungen an erforderliche einheitliche bzw. aufeinander abgestimmte Ausstattung zu berücksichtigen.
- 5.3 Die Polizeibehörden und Polizeieinrichtungen stellen sicher, daß gesetzlich vorgeschriebene sicherheitstechnische und ergonomische Anforderungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln eingehalten werden.

6 Einweisung des Personals

Die Nutzung von Führungs- und Einsatzmitteln setzt eine Einweisung des Personals voraus. Diese ist grundsätzlich nicht am Arbeitsplatz der/des Einzuweisenden durchzuführen.

7 Aufhebung bestehender Regelungen

Den vorstehenden Regelungen entgegenstehende Erlasser werden aufgehoben. Erforderliche ergänzende Regelungen erfolgen gesondert.

Zuständigkeiten der ZPD gemäß Nummer 3.6**1 IuK-Technik****1.1 Hardware**

- Leitstellentechnik einschließlich zentrale Bedieneinrichtungen
- BOS-Funktechnik
 - Relaisstellen/Gleichwellenfunkanlagen
 - Ortsfeste Antennenanlagen, die im einzelnen einen Beschaffungswert von 5000 DM übersteigen
 - Geräte für die Funküberwachung
 - Ausstattung der Labore
- Fernsprechtechnik
 - Telekommunikationsanlagen/Netzgruppen
 - Gerät für die akustische Beweissicherung
- Komponenten für Weitverkehrskommunikationsnetze einschließlich Infrastruktur
- Sonstige IuK-Technik
 - Navigationssysteme, -anlagen und -geräte
 - Ortungssysteme, -anlagen und -geräte
 - Sprachverschleierungs-/und -verschlüsselungsgeräte/-systeme
- IuK-Sondertechnik
 - IuK-Ausstattung von Spezialfahrzeugen
 - IuK-Spezialtechnik für die Kriminalitätsbekämpfung, soweit der Beschaffungswert im einzelnen 5000 DM übersteigt
 - Zugangskontrollsysteme, Signalisierungs-, Türsprech-, Gewahrsamsruf- und Gefahrenmeldeanlagen

1.2 Software

- Betriebssysteme
- Datenbanksysteme
- Software mit Schnittstellen, Überschneidungen oder Abhängigkeiten zu IuK-Verbundvorhaben oder IuK-Verbundverfahren

2 Dienstfahrzeuge

- 3 Waffen-, Munition, Zünd- und Sprengmittel, Schutzausstattungen
- 4 Ausstattung für Spezialeinheiten

23236

**Richtlinie für Windkraftanlagen;
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise
für Turm und Gründung**

RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen
v. 8. 2. 1996 – II B 3-474.203

- 1 Die vom Deutschen Institut für Bautechnik – DIBt – in Berlin herausgegebene „Richtlinie für Windkraftanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ wird hiermit in der Fassung Juni 1993 nach § 3 Abs. 3 der BauO NW als Technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Anlage

Die Richtlinie ist als Anlage abgedruckt.

- 2 Bei Anwendung der Richtlinie ist folgendes zu beachten:

- 2.1 Durch eine Sachverständige oder einen Sachverständigen bzw. durch eine sachverständige Stelle sind zu bestätigen:

- die Schnittgrößen aus dem maschinentechnischen Teil der Windkraftanlage als Einwirkungen auf den Turm nach Abschnitt 10 der Richtlinie;
- die Richtigkeit und Vollständigkeit der Nachweise für die Teile der Maschine und der Rotorblätter, die an der Aufnahme der Einwirkungen und ihrer Weiterleitung auf den Turm beteiligt sind; dieses entfällt für die im Anhang A zur Richtlinie genannten Anlagen,
- die Funktionsfähigkeit des Sicherheitssystems, das auch bei Ausfall einer Komponente einen sicheren Zustand der Anlage gewährleistet, wobei Vorschläge für Auflagen hinsichtlich Umfang und Zeitabständen für Inspektionen und Wartungen sowie ggf. für Prüfungen bei der Inbetriebnahme formuliert werden sollen.

Die von den Sachverständigen und sachverständigen Stellen vorgeschlagenen Auflagen sollen als Nebenbestimmungen in die Baugenehmigung aufgenommen werden.

Als Sachverständige und sachverständige Stellen kommen insbesondere in Betracht:

1. Germanischer Lloyd
Postfach 111606, D-20416 Hamburg
2. Det Norske Veritas, Danmark
Nyhavn 16, DK-1051 Copenhagen K
3. Technischer Überwachungsverein
Norddeutschland e. V.
Postfach 540220, D-22502 Hamburg
4. Technischer Überwachungsverein
Bayern-Sachsen e. V.
Westendstr. 119, D-80686 München

5. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)
Postbus 1, NL-1755 ZG Petten
6. HD-Technic, Engeneering Office
Venesch 6a, D-49477 Ibbenbüren
7. Rheinisch-Westfälischer Technischer
Überwachungsverein, Anlagentechnik GmbH
Postfach 103261, D-45032 Essen
8. Dr.-Ing. Dieter Frey
Bgm.-Kröger-Straße 17, D-21244 Buchholz.

- 2.2 Bezuglich der in der Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, daß auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Sofern für ein Produkt ein Übereinstimmungsnachweis oder der Nachweis der Verwendbarkeit, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis, vorgesehen ist, kann von einer Gleichwertigkeit nur ausgegangen werden, wenn für das Produkt der entsprechende Nachweis der Verwendbarkeit und/oder Übereinstimmungsnachweis vorliegt und das Produkt ein Übereinstimmungszeichen trägt.

- 3 Der Abschnitt 2.2.1 des Runderlasses des Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr vom 13. 3. 1989 – V B 3/V A – 202 – (n. v.) über die baurechtliche Behandlung von Windkraftanlagen wird aufgehoben.
- 4 Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten Technischen Baubestimmungen – Anlage 1 zum RdErl. v. 27. 8. 1992 (MBI. NW. S. 1378/SMB. NW. 2323) – ist wie folgt zu ergänzen:

Im Inhaltsverzeichnis zu Anlage 1:

Richtlinie für Windkraftanlagen – Abschnitt 7

Im Abschnitt 7:

Spalte 2: Juni 1993

Spalte 3: Richtlinie für Windkraftanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung

Spalte 4: 8. 2. 1996

Spalte 5: MBI. NW. S. 465
SMBI. NW. 23236

- 5 Weitere Exemplare der Richtlinie für Windkraftanlagen sind beim Deutschen Institut für Bautechnik, Kolonnenstraße 30, 10829 Berlin, erhältlich.

SCHRIFTEN DES DEUTSCHEN INSTITUTS FÜR BAUTECHNIK - DIBt-

Reihe B

Heft 8

DIBt

RICHTLINIE FÜR WINDKRAFTANLAGEN

Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise
für Turm und Gründung

Fassung Juni 1993

Herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik - DIBt -, Berlin

Inhalt

- 1 Geltungsbereich
- 2 Begriffe und Bezeichnungen
 - 2.1 Begriffe
 - 2.2 Bezeichnungen
- 3 Bautechnische Unterlagen
- 4 Werkstoffe
- 5 Betriebszustände
- 6 Einwirkungen
 - 6.1 Allgemeines
 - 6.2 Eigenlasten
 - 6.3 Windlasten
 - 6.3.1 Allgemeines
 - 6.3.2 Meteorologische Daten der Windgeschwindigkeit
 - 6.3.3 Betriebswindgeschwindigkeit
 - 6.3.4 Betriebsböengeschwindigkeit
 - 6.3.5 Windrichtungsänderungen
 - 6.3.6 Maximaler Windgradient
 - 6.3.7 Windlasten für den Zustand während der Montage oder der Wartung
 - 6.3.8 Windlast bei Eisansatz
 - 6.3.9 Andere Windwirkungen
 - 6.4 Vorspannkraft
 - 6.5 Imperfektionen, Schiefstellung
 - 6.6 Wärmeeinwirkung
 - 6.7 Eislasten

- 6.8 Trägheits- und Funktionskräfte
 - 6.8.1 Allgemeines
 - 6.8.2 Zentrifugalkräfte
 - 6.8.3 Kreiselkräfte
 - 6.8.4 Bremskräfte
 - 6.8.5 Drehmoment aus Generatorbetrieb
 - 6.8.6 Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten
 - 6.9 Andere betriebsbedingte Einwirkungen
 - 6.10 Sonderlasten
 - 6.11 Erdbeben
- 7 Lastkombinationen
- 8 Beanspruchungskollektive zum Nachweis der Betriebsfestigkeit
 - 8.1 Allgemeines
 - 8.2 Maßgebende Einwirkungen
 - 8.3 Darstellung eines vereinfachten Beanspruchungskollektivs
- 9 Nachweiskonzept
 - 9.1 Allgemeines
 - 9.2 Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen
 - 9.2.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit
 - 9.2.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
- 10 Schnittgrößen aus dem maschinentechnischen Teil der Windkraftanlage als Einwirkungen auf den Turm
- 11 Berücksichtigung des Schwingungsverhaltens des Turms
 - 11.1 Ermittlung der Eigenfrequenzen
 - 11.2 Durch Rotordrehung erregte Schwingungen des Turms
 - 11.3 Durch Wind erregte Schwingungen des Turms
 - 11.3.1 Böenerregte Schwingungen in Windrichtung
(Böenreaktionsfaktor)
 - 11.3.2 Wirblerregte Querschwingungen

- 12 **Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung**
- 12.1 **Allgemeines**
- 12.2 **Grenzzustand der Tragfähigkeit**
- 12.3 **Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**
- 12.4 **Betriebsfestigkeit**

Anhang A:

**Vereinfachter Nachweis der Standsicherheit für
kleine Windkraftanlagen**

- A.1 **Geltungsbereich**
- A.2 **Nachweise**

Anhang B:

Windlasten

- B.1 **Allgemeines**
- B.2 **Meteorologische Daten der Windgeschwindigkeit**
- B.3 **Böenreaktionsfaktor zur Berücksichtigung der
Schwingungswirkung infolge Erregung durch Windböen**

1**Geltungsbereich**

Diese Richtlinie gilt für die Nachweise der Standsicherheit des Turmes und der Gründung von Windkraftanlagen. Sie enthält zugleich Regelungen über Einwirkungen auf die gesamte Windkraftanlage einschließlich der zugehörigen Sicherheitsbeiwerte, die auch der Ermittlung der aus dem maschinentechnischen Teil der Anlage auf den Turm wirkenden Schnittgrößen (siehe Abschn. 10) zugrunde zu legen sind. Die Beurteilung der Maschine selbst ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Anmerkung: Die *kursiv* gesetzten Textteile sind ergänzende Festlegungen, die zur Ermittlung der aus dem maschinentechnischen Teil der Anlage resultierenden Einwirkungen auf den Turm erforderlich sind.

Konstruktion und Ausführung des Turmes und der Gründung von Windkraftanlagen richten sich nach den einschlägigen Technischen Baubestimmungen für vergleichbare Konstruktionen, wie Antennentragwerke, Schornsteine, Masten u.ä..

2**Begriffe und Bezeichnungen****2.1****Begriffe**

Die Definitionen der folgenden Begriffe sind im Zusammenhang mit den Regeln dieser Richtlinie zu verstehen. Sie können u.U. von den in Energieertragsberechnungen verwendeten Definitionen abweichen.

- Turm: der Teil einer Windkraftanlage, der den Rotor und die Gondel trägt einschließlich eventueller Abspannungen
- Gondel: das Gehäuse, in dem die maschinentechnischen Teile untergebracht sind
- Maschinentechnischer Teil der Anlage:
hierzu zählen die Rotorblätter sowie die Nabe, die Welle, das Getriebe, die regelungs- und elektrotechnischen Komponenten, der Generator, die Lager und die Bremsen

- **Nennleistung:**
maximale Dauerleistung, die sich aus der Leistungskurve ergibt
- **Nenndrehzahl:**
die Drehzahl, bei der bei Nennwindgeschwindigkeit die Nennleistung erreicht wird
- **Leerlauf:**
betriebsbereiter Zustand der Windkraftanlage ohne Leistungsabgabe, bei dem sich der Rotor frei drehen kann
- **Funktionskräfte:**
Kräfte infolge Bremsen, Nachführen u.ä.
- **Mittlere Windgeschwindigkeit:**
10-min-Mittelwert der Windgeschwindigkeit
- **Grundwindgeschwindigkeit:**
mittlere Windgeschwindigkeit in ebenem offenen Gelände, die statistisch im Mittel einmal in 50 Jahren erreicht oder überschritten wird (entspricht einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02)
- **Jahreswindgeschwindigkeit:**
mittlere Windgeschwindigkeit in ebenem offenen Gelände, die statistisch im Mittel einmal im Jahr erreicht oder überschritten wird
- **Betriebswindgeschwindigkeit:**
mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Anlage im Produktionsbetrieb ist und Leistung erzeugt
- **Nennwindgeschwindigkeit:**
die kleinste mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Nennleistung erreicht wird
- **Einschaltwindgeschwindigkeit:**
die kleinste mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Windkraftanlage betrieben wird
- **Ausschaltwindgeschwindigkeit:**
die größte mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Windkraftanlage betrieben wird

- **Böengeschwindigkeit:**
5-s-Mittelwert der Windgeschwindigkeit
- **Nennböengeschwindigkeit:**
Böengeschwindigkeit in ebenem offenem Gelände, die statistisch im Mittel einmal in 50 Jahren erreicht oder überschritten wird
- **Jahresböengeschwindigkeit:**
Böengeschwindigkeit in ebenem offenem Gelände, die statistisch im Mittel einmal im Jahr erreicht oder überschritten wird
- **Betriebsböengeschwindigkeit:**
Böengeschwindigkeit, die während des Betriebs der Anlage zu erwarten ist
- **Böenreaktionsfaktor:**
auf den der mittleren Windgeschwindigkeit zugehörigen Staudruck bezogener Verhältniswert zur Ermittlung der statischen Ersatzlast
- **Böenfaktor:**
Verhältniswert aus Böengeschwindigkeit und mittlerer Windgeschwindigkeit

2.2 Bezeichnungen

A	Fläche
c_f	aerodynamischer Kraftbeiwert
D	Schädigung
e	Exzentrizität
F	Kraft, Last
f_o	Eigenfrequenz
f_R	Erregerfrequenz des laufenden Rotors
G	Böenreaktionsfaktor
h	Höhe des Rotormittelpunktes über Gelände
I_v	Turbulenzintensität
M	Moment
m_E	Eismasse

m_R	Anzahl der Rotorblätter
n	Lastspielzahl
n_R	Nenndrehzahl des Rotors
P_{el}	elektrische Leistung
q	Staudruck
R	Rotorradius
ΔS	Beanspruchungsschwingbreite
T	Lebensdauer, Einwirkungsdauer
t_s	Tiefe des Rotorblattes an der Spitze
t_w	Tiefe des Rotorblattes an der Wurzel
v	Windgeschwindigkeit
v_o	Medianwert der Windgeschwindigkeitsverteilung
v_B	Betriebswindgeschwindigkeit
Δv_B	Zuschlag zur Betriebswindgeschwindigkeit (Böengeschwindigkeit)
v_b	Nennböengeschwindigkeit
v_m	Grundwindgeschwindigkeit
v_{crit}	kritische Windgeschwindigkeit der Wirblerregung
v_{aus}	Ausschaltwindgeschwindigkeit
v_{ein}	Einschaltwindgeschwindigkeit
v_{Nenn}	Nennwindgeschwindigkeit
W	resultierende Windlast
w'	Windgradient
x y z	Koordinaten (siehe Bild 3) Höhe über Gelände
α	Geländerauhigkeitsexponent
β	Windrichtungswinkel
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkung
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand
δ	logarithmisches Dämpfungsdecrement
η	Wirkungsgrad
ϑ	Verhältniswert bezüglich der Tiefe des Rotorblattes

ξ	dimensionslose Ordinate
ρ	Luftdichte
ρ_E	Dichte des Eises
σ	Spannung
$\Delta\sigma$	Spannungsschwingbreite
ϕ	Winkel der Geländeneigung
φ	Böenfaktor
x	dynamischer Vergrößerungsfaktor
ω	Kreisfrequenz der Rotordrehung

Fußzeiger

d	Bemessungswerte
i	Nummer des Teilabschnittes
k	charakteristische Werte

3 Bautechnische Unterlagen

Zu den bautechnischen Unterlagen gehören:

- für die Nachweise von Turm und Gründung wesentliche Kenndaten der Maschine
- Baubeschreibung und Konstruktionszeichnungen des Turmes und der Gründung mit Angaben über die verwendeten Werkstoffe und die Baugrundverhältnisse
- Angabe der Windzone (Staudruckzone) und der Auslegungswindgeschwindigkeiten
- Entwurfslebensdauer
- Angabe der auslegungsbestimmenden Schnittgrößen an der Schnittstelle Gondel/Turm für die Bemessung des Turmes (siehe Abschn. 10)
- Standsicherheitsnachweise für alle bemessungsrelevanten Lastzustände einschl. der Betriebsfestigkeitsnachweise sowie Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (z.B. der Nachweis, daß das Bauwerk durch den Betrieb der Anlage nicht unzulässig zu Schwingungen angeregt wird (siehe Abschn. 11.2))

Sofern in dieser Richtlinie nicht anderes bestimmt ist, gelten die Technischen Baubestimmungen, insbesondere hinsichtlich der Einwirkungen DIN V ENV 1991 Teil 2-1¹⁾, DIN 1055 Teil 1 und DIN 4149 Teil 1, für Stahlkonstruktionen DIN V ENV 1993 Teil 1-1, DIN 18 800 Teil 1 bis Teil 4 und Teil 7, DIN 4131 und DIN 4133, für Betonkonstruktionen DIN V ENV 1992 Teil 1-1, DIN 1045 und DIN 4228 sowie für die Gründung DIN 1054.

4 Werkstoffe

Es dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, die den Technischen Baubestimmungen entsprechen. Die Verwendung anderer Werkstoffe bedarf nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eines besonderen Nachweises der Brauchbarkeit, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder durch eine Zustimmung im Einzelfall.

5 Betriebszustände

Hinsichtlich der Betriebszustände wird zwischen Normal-, Störfall- und Montagezuständen unterschieden.

1. Normalzustand

Der Normalzustand setzt voraus, daß die Windkraftanlage - insbesondere die betriebsführungs- und sicherheitstechnischen Komponenten - intakt ist. Zum Normalzustand gehören:

- *Produktionsbetrieb*
- *Startvorgang*
- *Stoppvorgang*
- *betriebsbereiter Zustand (Stillstand oder Leerlauf)*

2. Störfallzustand

Dieser Zustand ist gegeben bei oder nach Auftreten eines Fehlers. Es wird vorausgesetzt, daß gleichzeitig nie mehr als ein Fehler entsprechend den im folgenden genannten voneinander unabhängigen Einflüssen auftritt.

- *Notabschaltung / Notbremsung*
- *Versagen einer Komponente des Sicherheitssystems (z.B. Sensor, Bremse)*
- *Fehler im Betriebsführungssystem (z.B. Überdrehzahl, Windnachführung, Betriebsbremse, Leistungsregelung, Blattverstellung)*
- *Fehler in der Leistungselektrik / Starkstrombereich (z.B. Generatorkurzschluß)*

1) liegt z.Z. noch nicht vor

3. Montagezustand

Hierzu gehören Zustände während des Transportes der einzelnen Anlagenteile, Montage- und Bauzustände, Zustände während der Wartung und der Inbetriebnahme.

6 Einwirkungen

6.1 Allgemeines

Einwirkungen auf die Windkraftanlage ergeben sich aus Einwirkungen auf den maschinentechnischen Teil der Anlage, deren Reaktionskräfte als Einwirkungen auf den Turm entsprechend Abschnitt 10 angegeben werden, und aus unmittelbaren Einwirkungen auf den Turm. Für die Standsicherheitsnachweise sind folgende Einwirkungen zu berücksichtigen:

- Eigenlasten (Abschn. 6.2)
- Windlasten (Abschn. 6.3)
- Vorspannkraft (Abschn. 6.4)
- Imperfektionen, Schiefstellung (Abschn. 6.5)
- Wärmeeinwirkung (Abschn. 6.6)
- Ei lasten (Abschn. 6.7)
- Trägheits- und Funktionskräfte (Abschn. 6.8)
- andere betriebsbedingte Einwirkungen (Abschn. 6.9)
- Sonderlasten (Abschn. 6.10)
- Erdbeben (Abschn. 6.11)

Die nachfolgenden Abschnitte enthalten Angaben über die charakteristischen Werte dieser Einwirkungen.

Entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit wird zwischen normalen und extremen Einwirkungen unterschieden. Unter normalen Einwirkungen werden alle Einwirkungen verstanden, die 1 mal pro Jahr und häufiger, unter extremen Einwirkungen diejenigen, die 1 mal in 50 Jahren auftreten können.

6.2 Eigenlasten

Die charakteristischen Werte der Eigenlasten sind mit den Rechenwerten nach DIN V ENV 1991 Teil 2-1¹⁾ oder DIN 1055 Teil 1 zu ermitteln. Werden Werkstoffe verwendet, die nicht in diesen Normen enthalten sind, so sind deren tatsächliche Wichten der Lastermittlung zugrunde zu legen.

6.3 Windlasten

6.3.1 Allgemeines

Die Windlasten sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Windgeschwindigkeit nach DIN V ENV 1991 Teil 2-1²⁾ unter Berücksichtigung der besonderen Festlegungen dieser Richtlinie zu ermitteln.

Die Windlast ist mit ihrem jeweiligen Rechenwert aus jeder Richtung wirkend anzunehmen. Wegen möglicher Abweichungen der Windrichtung von der Richtung der Rotorachse siehe Abschnitt 6.3.5.

6.3.2 Meteorologische Daten der Windgeschwindigkeit

Die Bezugswerte der Grundwindgeschwindigkeit und die Verteilung dieser Windgeschwindigkeiten über die Bauwerkshöhe sind in Abhängigkeit von der Windzone DIN V ENV 1991 Teil 2-1²⁾ zu entnehmen. Die Nennböengeschwindigkeiten können bei Anwendung dieser Norm aus den Werten der Grundwindgeschwindigkeiten und Multiplikation mit dem Faktor $\sqrt{1 + 7 I_v}$ ermittelt werden. Dabei ist für I_v die Turbulenzintensität in der jeweiligen Höhe über Gelände einzusetzen.

Die Jahreswindgeschwindigkeiten und die Jahresböengeschwindigkeiten ermitteln sich aus den Grundwindgeschwindigkeiten bzw. den Nennböengeschwindigkeiten jeweils durch Multiplikation mit dem Faktor 0,8.

Die statistische Verteilung der Gesamtheit der mittleren Windgeschwindigkeiten kann genau genug durch eine Rayleigh-Verteilung wie folgt beschrieben werden:

1) liegt z.Z. noch nicht vor

2) bis zum Vorliegen dieser Norm gelten die Regelungen des Anhangs B

$$\text{Häufigkeitsverteilung: } p(v) = \frac{2}{v_o} \left(\frac{v}{v_o} \right) \cdot e^{-\left(\frac{v}{v_o} \right)^2} \quad (1)$$

$$\text{Summenhäufigkeit: } P(v) = 1 - e^{-\left(\frac{v}{v_o} \right)^2} \quad (2)$$

Die Bezugswerte $v_o = v_o(10)$ der Rayleigh-Verteilung in 10 m Höhe für die 4 Windzonen sind in Tabelle 1 angegeben. Das Jahresmittel der Windschwindigkeiten ergibt sich aus $v_o(10)$ durch Multiplikation mit $\sqrt{\pi/4}$.

Zone	$v_o(10)$
I	4,0
II	5,0
III	7,0
IV	8,0

Tabelle 1: Bezugswerte $v_o(10)$ der Rayleigh-Verteilung in m/s

6.3.3 Betriebswindgeschwindigkeit

Der Bereich der Betriebswindgeschwindigkeiten wird begrenzt durch die Einschaltwindgeschwindigkeit v_{ein} und die Ausschaltwindgeschwindigkeit v_{aus} . Bei Anlagen, die keine Ausschaltwindgeschwindigkeiten haben, ist als oberster Wert der Betriebswindgeschwindigkeit die Grundwindgeschwindigkeit nach Abschnitt 6.3.2 anzunehmen.

Die Verteilung der Betriebswindgeschwindigkeiten über die Bauwerkshöhe entspricht der Verteilung der Grundwindgeschwindigkeit nach DIN V ENV 1991 Teil 2-1²⁾ bei gleicher Geländerauhigkeit.

2) bis zum Vorliegen dieser Norm gelten die Regelungen des Anhangs B

6.3.4 Betriebsböengeschwindigkeit

Die während des Betriebs der Anlage auftretenden Böengeschwindigkeiten ergeben sich durch einen Zuschlag zu den Betriebswindgeschwindigkeiten nach Abschnitt 6.3.3. Dieser Zuschlag beträgt in jeder Höhe über Gelände

- bei einer Bö, die 1 mal pro Jahr zu erwarten ist
(normale Betriebsböengeschwindigkeit) $\Delta v_B = 9 \text{ m/s}$
- bei einer Bö, die 1 mal in 50 Jahren zu erwarten ist
(extreme Betriebsböengeschwindigkeit) $\Delta v_B = 13 \text{ m/s}$

Bezogen auf die jeweilige Betriebswindgeschwindigkeit v_B ergibt sich hiermit der Böenfaktor φ (Positivbö) zu

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta v_B}{v_B} \quad (3)$$

Es ist zu prüfen, ob Negativböen für einzelne Bauteile bemessungsrelevant werden. Die entsprechende Böengeschwindigkeit kann aus der Betriebswindgeschwindigkeit v_B und Division durch den Böenfaktor φ nach Gleichung (3) ermittelt werden.

Sofern für die Auslegung der Anlage Böenanstiegszeiten berücksichtigt werden, dürfen diese für die oben angegebenen Betriebsböengeschwindigkeiten unter Annahme einer maximalen Beschleunigung von 5 m/s^2 ermittelt werden.

6.3.5 Windrichtungsänderungen

Der Einfluß plötzlicher Windrichtungsänderungen ist dadurch zu berücksichtigen, daß auch Windrichtungen zu untersuchen sind, die einen Winkel mit der Rotorachse einschließen.

Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- a) Schräganströmung: Richtungsänderung des Windes mit der mittleren Windgeschwindigkeit innerhalb eines Sektors mit dem Winkel
 $\beta = \pm 30^\circ$ (normale Einwirkung)
- b) Richtungsänderung des Windes mit der Böengeschwindigkeit innerhalb eines Sektors mit dem Winkel
 - b.1) normale Einwirkung: $\beta = \pm 15^\circ$
 - b.2) extreme Einwirkung: $\beta = \pm 180^\circ$ bei einer mittleren Windgeschwindigkeit bis zu 5 m/s
 $\beta = \pm 35^\circ$ bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 15 m/s
 $\beta = \pm 15^\circ$ bei einer mittleren Windgeschwindigkeit gleich der Grundwindgeschwindigkeit

Für Zwischenwerte der mittleren Windgeschwindigkeit ist β linear zu interpolieren.

Mit der Annahme einer plötzlichen Windrichtungsänderung soll berücksichtigt werden, daß die Nachführung des Rotors nur zeitlich verzögert möglich ist.

6.3.6 Maximaler Windgradient

Zur Berücksichtigung größtmöglicher Ausmittigkeiten der resultierenden Windlast auf den Rotor, bezogen auf den Rotormittelpunkt, ist mit einem extremen Gradienten der Windgeschwindigkeit über die bestrichene Rotorfläche zu rechnen. Dieser Gradient ist anzunehmen zu

$$w' = 0,25 \frac{m/s}{m} \quad (4a)$$

$$\text{oder} \quad w' = 0,25 \frac{v_B(h)}{h} \quad (4b)$$

Hierbei sind:

h Höhe des Rotormittelpunktes über Gelände

v_B(h) Betriebswindgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes

Es darf der kleinere der beiden Werte der weiteren Berechnung zugrunde gelegt werden. Dieser Gradient ist sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung, jedoch nicht gleichzeitig in beiden Richtungen zu berücksichtigen.

6.3.7 Windlasten für den Zustand während der Montage oder der Wartung

Für die Untersuchung der Zustände während der Montage oder der Wartung darf der Staudruck q, der sich aus der Grundgeschwindigkeit oder der Nennböengeschwindigkeit nach Abschnitt 6.3.2 ergibt, in Abhängigkeit von der Dauer dieses Zustandes nach Tabelle 2 reduziert werden.

Bei Türmen mit kreisförmigen oder annähernd kreisförmigen Querschnitten ist auch der Zustand "Turm ohne Gondel" hinsichtlich Querschwingungen (siehe Abschn. 6.3.9) zu untersuchen, falls das Aufsetzen der Gondel und des Rotors nicht unmittelbar im Anschluß an die Montage des Turms erfolgt (siehe Abschn. 12.4).

Dauer des Zustandes	Staudruck
1 Tag	0,2 q
2 Tage bis 24 Monate	0,7 q

Tabelle 2: Reduzierte Staudrücke für die Untersuchung der Zustände während der Montage oder der Wartung

6.3.8 Windlast bei Eisansatz

Bei Eisansatz ist die Windlast auf die durch den allseitigen Eisansatz (siehe Abschnitt 6.7) vergrößerte Bezugsfläche des Tragwerkes und der Abspannseile zu ermitteln. Bei Fachwerken sind die aerodynamischen Kraftbeiwerte dem durch die Vereisung veränderten Völligkeitsgrad entsprechend anzusetzen.

6.3.9 Andere Windwirkungen

Wirblerregte Schwingungen rechtwinklig zur Windrichtung (Querschwingungen) können insbesondere bei Türmen mit kreisförmigen oder annähernd kreisförmigen Querschnitten auftreten. Die größten Beanspruchungen ergeben sich dabei im Resonanzfall, bei dem die Wirbelablösfrequenz mit der Eigenfrequenz der schwingungserregten Anlage übereinstimmt (siehe Abschn. 11.3.2).

Andere Windwirkungen können hervorgerufen werden durch gegenseitige Beeinflussung der Umströmung verschiedener Anlagenteile (Turmvorstau, Turmwindschatten) oder durch aerodynamische Unsymmetrie, die durch Fertigungs- oder Montagegenauigkeiten der Rotorblätter entstehen kann. Sie sind insbesondere beim Nachweis der Betriebsfestigkeit (siehe Abschn. 8) zu berücksichtigen. Sofern keine genaueren Werte belegt werden können, ist hinsichtlich der aerodynamischen Unsymmetrie eine Fehleinstellung des Blatteinstellwinkels von $\pm 0,3^\circ$ anzunehmen.

6.4**Vorspannkraft**

Für die Vorspannkraft abgespannter Systeme gelten die Regelungen nach DIN 4131.

Hinsichtlich der Vorspannung vorgespannter Betonmaste ist DIN 4228 zu berücksichtigen.

6.5**Imperfektionen, Schiefstellung**

Außer den elastischen Verformungen der Tragkonstruktion und des Baugrunds unter Einwirkung der äußeren Lasten sind folgende ungewollte Abweichungen der Turmachse von der Lotrechten zu berücksichtigen:

- Schiefstellung der Turmachse mit 5 mm/m zur Erfassung von Herstellungs- und Montagegenauigkeiten sowie des Einflusses ungleichmäßiger Temperaturänderung (siehe auch Abschn. 6.6)
- Schiefstellung infolge ungleichmäßiger Setzungen des Baugrunds oder Änderung der Stützbedingungen

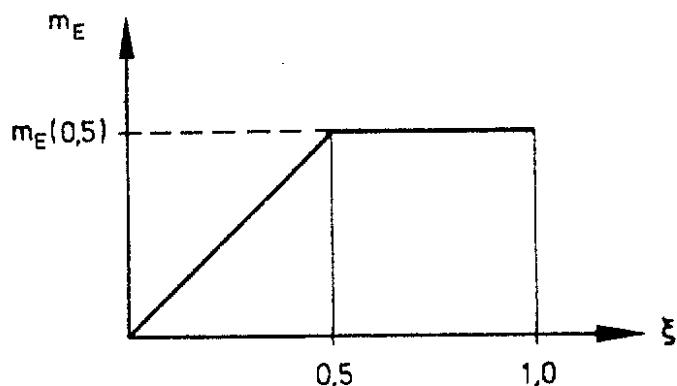
6.6**Wärmeeinwirkung**

Als gleichmäßige Temperaturänderung sind Schwankungen von $\pm 35\text{ K}$ gegenüber einer Aufstelltemperatur von $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ anzusetzen. Verformungen des Turmes aus ungleichmäßiger Wärmeeinwirkung infolge Sonneninstrahlung brauchen nicht gesondert nachgewiesen zu werden.

6.7**Eislasten**

Liegen keine genaueren Werte für Eislasten, die 1 mal in 50 Jahren auftreten, vor, so ist in nicht besonders gefährdeten Lagen bis zur Geländehöhe von 400 m über NN bei stillstehenden Anlagen vereinfachend ein allseitiger Eisansatz von 3 cm Dicke für alle der Witterung ausgesetzten Konstruktionsteile zu berücksichtigen. Die rechnerische Dichte des Eises ist mit $\rho_E = 700\text{ kg/m}^3$ anzunehmen.

Bei Anlagen in Betrieb ist der Eisansatz an den Rotorblättern durch eine über die Länge des Rotorblattes verteilt anzunehmende Masse $m_E(\xi)$ nach Bild 1 und Gleichung (5) zu berücksichtigen. Die Eismasse ist als an der Nase des Rotorblattes wirkend anzunehmen.



ξ : dimensionslose Ordinate auf dem Rotorblatt

Bild 1: Eisansatz an Rotorblättern bei Anlagen in Betrieb

$$m_E(0,5) = c_E(R) \cdot g(1+g) \cdot \rho_E \cdot t_w^2 \quad (5)$$

Hierbei sind:

$$c_E(R) = 0,3 + e^{-0,32R} + 0,00675 \quad (6)$$

R = Rotorradius in m

t_w = Tiefe des Rotorblattes an der Wurzel

t_s = Tiefe des Rotorblattes an der Spitze

g = t_s/t_w

ρ_E = Dichte des Eises

Bei Anlagen in Betrieb sind die beiden folgenden Zustände zu untersuchen

- a) alle Rotorblätter vereist
- b) 1 Rotorblatt nicht vereist, die übrigen vereist.

6.8 Trägheits- und Funktionskräfte

6.8.1 Allgemeines

Folgende Trägheits- und Funktionskräfte sind bei der Bemessung der Windkraftanlage zu berücksichtigen:

- Zentrifugalkräfte des sich drehenden Rotors
- Kreiselkräfte aus der Windnachführung
- Bremskräfte
- Drehmoment aus Generatorbetrieb
- Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten

6.8.2 Zentrifugalkräfte

Die Zentrifugalkräfte infolge des sich drehenden Rotors sind in Abhängigkeit von der Drehzahl des Rotors zu ermitteln.

6.8.3 Kreiselkräfte

Bei Anlagen mit motorischer Nachführung können Kreiselkräfte in der Regel vernachlässigt werden, wenn die Nachführgeschwindigkeit maximal $15/R$ in $^{\circ}/s$ und die Beschleunigung des Nachführantriebes nicht mehr als $450/R^2$ in $^{\circ}/s^2$ beträgt. Dabei ist R der Radius des Rotors in m.

6.8.4 Bremskräfte

Das aus dem Abbremsen des Rotors resultierende Bremsmoment ist entsprechend der Auslegung der Bremsen bei der Ermittlung der Reaktionskräfte zu berücksichtigen.

6.8.5 Drehmoment aus Generatorbetrieb

Das aus dem Generatorbetrieb resultierende Drehmoment beträgt

$$M_x = \frac{\max P_{el}}{\omega \cdot \eta} \quad (7)$$

Hierbei sind:

$\max P_{el}$ maximale elektrische Leistung

ω Kreisfrequenz der Rotordrehung

η Wirkungsgrad von Generator und Getriebe der Anlage

Falls keine Werte für die elektrische Leistung oder den Wirkungsgrad belegt werden können, ist von einer spezifischen Leistung von 500 W pro m^2 bestrichener Rotorfläche und einem Wirkungsgrad von $\eta = 0,7$ auszugehen.

6.8.6 Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten

Die durch unterschiedliche Verteilung der Massen entstehenden Massenexzentrizitäten des Rotors bewirken Trägheitskräfte, die bei der Ermittlung der Reaktionskräfte zu berücksichtigen sind. Sofern keine genaueren Werte belegt werden können, sind folgende Exzentrizitäten der Berechnung zugrunde zu legen

- ausgewichteter Rotor:
- nicht ausgewichteter Rotor:

$$e = 0,005 R$$

$$e = 0,05 R$$

Dabei ist R der Rotorradius.

Außerdem sind die zusätzlichen Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten infolge Eislasten für den Fall zu ermitteln, daß 1 Rotorblatt nicht vereist ist (siehe Abschn. 6.7).

6.9 Andere betriebsbedingte Einwirkungen

Andere zu berücksichtigende betriebsbedingte Einwirkungen sind z.B.

- *Lastabwurf: Plötzliches Wegfallen der Last*
- *Netzausfall: Ausfall des externen elektrischen Netzes und damit unter Umständen auch der Versorgung der Betriebsführungssysteme*
- *Verbraucher-einfluß: Plötzliche Frequenzschwankung, plötzliche Spannungsschwankung, plötzliche Phasenänderung, plötzliche Widerstandserhöhung durch eine mechanische Arbeitsmaschine*

6.10 Sonderlasten

Sonderlasten sind die aus Störfallzuständen (siehe Abschn. 5) resultierenden Beanspruchungen. Sie sind bei der Bemessung der Windkraftanlage zu berücksichtigen.

Für das im Falle des Generatorkurzschlusses auftretende Generatorkurzschlußmoment ist das 8-fache des Generatormomentes im normalen Betrieb anzunehmen, sofern keine genaueren Werte belegt werden können, z.B. durch eine Kurzschlußberechnung oder bei Anordnung einer Rutschkupplung.

Die im Falle einer Störung mögliche Überdrehzahl ist mindestens mit dem Wert $1,25 n_R$ zu berücksichtigen.

6.11 Erdbeben

Einwirkungen aus Erdbeben sind bei Windkraftanlagen mit Standorten in erdbebengefährdeten Gebieten zu berücksichtigen. Die maßgebende Erdbebenzone sowie die Einwirkungen aus Erdbeben sind nach DIN 4149 Teil 1 zu ermitteln. Dabei sind Windkraftanlagen der Bauwerksklasse 1 zuzuordnen.

7 Lastkombinationen

Lastkombinationen ergeben sich aus der Zuordnung verschiedener Einwirkungen zu verschiedenen Betriebszuständen unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens. Die Kombinationen sind in

Gruppen entsprechend Tabelle 3 zusammengefaßt. In den Fällen, in denen Windgeschwindigkeits- oder Windrichtungsbereiche angegeben sind, sind die jeweils ungünstigsten Einwirkungen innerhalb der genannten Bereiche zu ermitteln.

Betriebszustände	äußere Einwirkungen	
	normal	extrem
Normalzustand	N	E
Störfallzustand	S	-
Montagezustand	M	-

Tabelle 3: Gruppen der Lastkombinationen

Innerhalb der einzelnen Gruppen sind die folgenden Kombinationen zu untersuchen, wobei ständig vorhandene Einwirkungen immer zu berücksichtigen sind. Die Lastgruppen N, E und S sind jeweils gekennzeichnet durch einen Grundzustand (Betriebszustand unter definierten Einwirkungen) und dabei auftretende weitere Lastzustände.

Lastgruppe N 1

N 1.0 Grundzustand:

Produktionsbetrieb bei Betriebswindgeschwindigkeiten $v_{\text{ein}} \leq v_B \leq v_{\text{aus}}$

- N 1.1 zugehörige normale Betriebsböengeschwindigkeit (Abschn. 6.3.4) unter Berücksichtigung von normalen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.1))
- N 1.2 Grundzustand kombiniert mit Schräganströmung (Abschn. 6.3.5 a)) und Windnachführung (Abschn. 6.8.3)
- N 1.3 Grundzustand kombiniert mit Netzausfall und/oder Lastabwurf (Abschn. 6.9)
- N 1.4 Grundzustand kombiniert mit Wärmeeinwirkung (Abschn. 6.6)

Lastgruppe N 2

N 2.0 Grundzustand:

Startvorgang bei Betriebswindgeschwindigkeiten v_{ein} , v_{Nenn} oder v_{aus}

N 2.1 zugehörige normale Betriebsböengeschwindigkeit (Abschn. 6.3.4) unter Berücksichtigung von normalen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.1))

Lastgruppe N 3

N 3.0 Grundzustand:

Stoppvorgang bei Betriebswindgeschwindigkeiten v_{ein} , v_{Nenn} oder v_{aus}

N 3.1 zugehörige normale Betriebsböengeschwindigkeit (Abschn. 6.3.4) unter Berücksichtigung von normalen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.1))

Lastgruppe N 4

N 4.0 Grundzustand:

Betriebsbereiter Zustand (Stillstand, Leerlauf) bei der Jahreswindgeschwindigkeit

N 4.1 Jahresböengeschwindigkeit (Abschn. 6.3.2) unter Berücksichtigung von normalen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.1))

N 4.2 Grundzustand kombiniert mit Schräganströmung (Abschn. 6.3.5 a))

N 4.3 Grundzustand kombiniert mit Wärmeeinwirkung (Abschn. 6.6)

Lastgruppe E 1**E 1.0 Grundzustand:**

Produktionsbetrieb bei Betriebswindgeschwindigkeiten $v_{ein} \leq v_B \leq v_{aus}$

- E 1.1 zugehörige extreme Betriebsböengeschwindigkeit (Abschn. 6.3.4) unter Berücksichtigung von extremen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.2)) und Windnachführung (Abschn. 6.8.3).
- E 1.2 Grundzustand kombiniert mit maximalem Windgradient über die bestrichene Rotorfläche (Abschn. 6.3.6)
- E 1.3 Grundzustand kombiniert mit Verbrauchereinfluß (Abschn. 6.9)
- E 1.4 Grundzustand kombiniert mit Eislasten (Abschn. 6.7 und 6.3.8)

Lastgruppe E 2**E 2.0 Grundzustand:**

Betriebsbereiter Zustand (Stillstand, Leerlauf) bei der Grundwindgeschwindigkeit

- E 2.1 Nennböengeschwindigkeit unter Berücksichtigung von extremen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.2)) nach vorangegangenem Netzausfall (Abschn. 6.9). Hierbei darf die mittlere Windrichtung in Richtung der Rotorachse angenommen werden.
- E 2.2 Grundzustand kombiniert mit Eislasten (Abschn. 6.7 und 6.3.8) und unter Berücksichtigung von extremen Windrichtungsänderungen (Abschn. 6.3.5 b.2))

Lastgruppe S 1

S 1.0 Grundzustand:

Produktionsbetrieb bei Betriebswindgeschwindigkeiten $v_{\text{ein}} \leq v_B \leq v_{\text{aus}}$

- S 1.1** Grundzustand kombiniert mit Notabschaltung/Notbremsung (Abschn. 6.10)
- S 1.2** Grundzustand kombiniert mit Fehler im Starkstromteil (Generatorkurzschluß) (Abschn. 6.10)
- S 1.3** Grundzustand kombiniert mit Fehler im Betriebsführungssystem (Abschn. 6.10)
- S 1.4** Grundzustand kombiniert mit Fehler in einer der Komponenten des Sicherheitssystems (Abschn. 6.10)
- S 1.5** Grundzustand kombiniert mit Erdbeben (Abschn. 6.11)

Lastgruppe S 2

S 2.0 Grundzustand:

Zustand nach Auftreten eines Fehlers (Abschn. 6.10):

- S 2.1** Grundzustand kombiniert mit Jahresböengeschwindigkeit (Abschn. 6.3.2).
Beim Ausfall der Windnachführung ist der Wind mit der Jahresböengeschwindigkeit aus der ungünstigsten Richtung wirkend anzunehmen.

Lastgruppe M 1

Zustände während Transport, Montage oder Wartung (Abschn. 5):

- M 1.1** kombiniert mit reduzierten Windlasten (Abschn. 6.3.7)
- M 1.2** kombiniert mit wirblerregten Querschwingungen (Abschn. 6.3.9)

8 Beanspruchungskollektive zum Nachweis der Betriebsfestigkeit

8.1 Allgemeines

Der Nachweis der Betriebsfestigkeit ist auf der Grundlage eines Beanspruchungskollektivs zu führen (siehe Abschn. 12.4). Dieses kann auf rechnerischem Weg durch Simulation der für die Betriebsfestigkeit maßgebenden Einwirkungen nach Abschnitt 8.2 ermittelt werden. Anstelle dieser in der Regel sehr aufwendigen Berechnung eines Kollektivs darf für Horizontalachs anlagen das in Abschnitt 8.3 dargestellte vereinfachte Kollektiv dem Betriebsfestigkeitsnachweis zugrundegelegt werden.

Die Lebensdauer der Anlage ist mit mindestens 20 Jahren anzunehmen.

8.2 Maßgebende Einwirkungen

Folgende Einwirkungen sind bei der rechnerischen Ermittlung eines Beanspruchungskollektivs zu berücksichtigen:

- Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten (Abschn. 6.8.6)
- aerodynamische Unsymmetrie (Abschn. 6.3.9)
- Turmvorstau, Turmwindschatten (Abschn. 6.3.9) unter Berücksichtigung der statistischen Verteilung der Windgeschwindigkeiten (Abschn. 6.3.2)
- Ungleichförmige Verteilung der Betriebswindgeschwindigkeiten über die vom Rotor bestreichte Fläche (Abschn. 6.3.3)
- Schräganströmung aus einem Winkel von 10° zur Richtung der Rotorachse, sofern sich aus der Betriebsführung nicht höhere Werte ergeben
- Abweichung der Windrichtung von der Horizontalen um 10°
- ggf. Einfluß der Neigung der Rotorachse gegen die Horizontale
- Windnachführung während 10 % der Lebensdauer
- Start- und Stoppvorgänge unter Berücksichtigung der dynamischen Erhöhungen beim Durchfahren der Turmresonanz
 - 1000 Start- und 1000 Stoppvorgänge pro Jahr bei v_{ein}
 - 50 Start- und 50 Stoppvorgänge pro Jahr bei v_{aus}
- Windturbulenz
 - Turbulenzintensität in Höhe des Rotormittelpunktes: $I_u = 0,2$
- Änderungen der mittleren Windgeschwindigkeiten
- Eislasten (Abschn. 6.7), anzunehmen an 7 Tagen pro Jahr bei Nennleistung für den Fall, daß 1 Rotorblatt nicht vereist ist, die übrigen mit 50 % der Eismasse nach Bild 1 und Gleichung (5)

8.3

Darstellung eines vereinfachten Beanspruchungskollektivs

Ein vereinfachtes Kollektiv zum Nachweis der Betriebsfestigkeit für den Turm von Horizontalachsanlagen ist in Bild 2 dargestellt. Es erfaßt die aus dem maschinentechnischen Teil der Anlage auf den Turm einwirkenden Beanspruchungen.

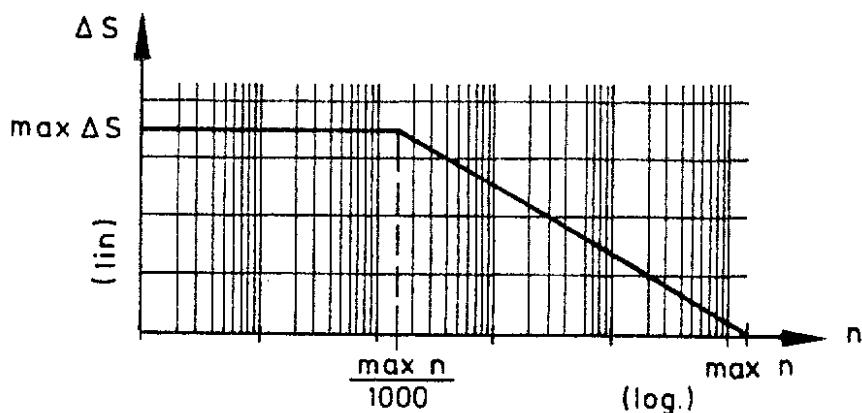


Bild 2: Vereinfachtes Beanspruchungskollektiv

Die maximale Beanspruchungsschwingbreite $\max \Delta S$ ist hierbei gleich der 1,5-fachen Beanspruchung infolge der im Produktionsbetrieb bei der Nennwindgeschwindigkeit v_{Nenn} und unter einem Winkel $\beta = 0$ zur Rotorachse auf den Rotor einwirkenden aerodynamischen Lasten (mittlerer aerodynamischer Turmschub).

Die maximale Lastspielzahl $\max n$ wird aus der Blattdurchgangsfrequenz bei Nenndrehzahl, die über die gesamte Lebensdauer konstant wirkend angenommen wird, wie folgt ermittelt:

$$\max n = m_R \cdot n_R \cdot T \quad (8)$$

Hierbei sind:

- m_R Anzahl der Rotorblätter
- n_R Nenndrehzahl des Rotors
- T Lebensdauer

9 Nachweiskonzept

9.1 Allgemeines

Die Nachweise sind für verschiedene Grenzzustände durch Verfahren mit Hilfe von Teilsicherheitsbeiwerten zu führen. Diese Grenzzustände, bei deren Überschreitung das Tragwerk die Entwurfsanforderungen nicht mehr erfüllt, sind

- Grenzzustand der Tragfähigkeit
- Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

Es ist jeweils nachzuweisen, daß die Bemessungswerte der Einwirkungen nicht größer als die Bemessungswerte der Widerstände sind.

Die Nachweise für Turm und Gründung sind nach den für die jeweilige Bauart maßgebenden Technischen Baubestimmungen zu führen. Hierzu zählen insbesondere folgende Grundnormen:

Stahlkonstruktionen

- DIN V ENV 1993 Teil 1-1
- DIN 18 800 Teil 1 bis Teil 4

Betonkonstruktionen

- DIN V ENV 1992 Teil 1-1
- DIN 1045³⁾

3) nur zum Nachweis des Fundamentes

Außerdem gelten die Regelungen folgender Fachnormen, soweit hier keine anderen Festlegungen getroffen sind:

- DIN 4131, DIN 4133 für Türme aus Stahl sowie für die Gründung
- DIN 4228 für Türme aus Stahlbeton oder Spannbeton

Für die Ermittlung der Beanspruchungen des Baugrunds oder der Beanspruchungen in Bauteilen, die nicht entsprechend dem Nachweiskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten bemessen werden, ist der Übergang auf das dafür jeweils zugrunde zu legende Bemessungskonzept (z.B. nach DIN 1045 oder DIN 1054) zu berücksichtigen. Für Nachweise auf dem Niveau von Gebrauchslasten sind die Schnittgrößen aus den charakteristischen Werten der Einwirkungen und einem einheitlichen Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_F = 1,0$ zu ermitteln.

Unterschiedliche Sicherheits- und Nachweiskonzepte dürfen nicht vermischt angewendet werden.

9.2 Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen

9.2.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit durch Multiplikation der charakteristischen Werte mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_F nach Tabelle 4 zu ermitteln.

Das Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte ist für Windkraftanlagen zur Ermittlung der aus dem maschinentechnischen Teil der Anlage auf den Turm einwirkenden Schnittgrößen nicht immer direkt anwendbar, weil sich der Betriebszustand der Windkraftanlage aus dem Gleichgewicht der Einwirkungen ergibt (siehe Abschn. 10). In diesen Fällen müssen die einzelnen Einflußgrößen (z.B. Drehzahl, Windlasten) so variiert werden, daß das durch die Teilsicherheitsbeiwerte definierte Sicherheitsniveau eingehalten wird.

Vereinfachend kann für ungünstig wirkende Einwirkungen der größte Teilsicherheitsbeiwert γ_F der Einwirkungen der jeweiligen Lastkombination verwendet werden.

Für die Nachweise der Betriebsfestigkeit dürfen die Bemessungswerte der Einwirkungen mit $\gamma_F = 1,0$ ermittelt werden.

Einwirkung	Gruppe der Lastkombinationen			
	N	E	S	M
Eigenlasten und Trägheitskräfte ungünstig	1,35*)	1,35*)	1,0	1,35*)
	günstig	1,0	1,0	1,0
Vorspannung **) ungünstig	1,2	1,2	1,0	1,0
	günstig	0,8		
Windlasten	1,2	1,5	1,0	1,5
Funktionskräfte	1,35	1,2	1,0	1,35
Wärmeeinwirkung	1,5	-	-	-
Erdbeben	-	-	1,0	-

*) bei genauem Nachweis der Eigengewichte (z.B. durch Wiegen) darf $\gamma_F = 1,1$ angenommen werden.
 **) im Falle der Vorspannkraft bei abgespannten Systemen darf in allen Gruppen mit $\gamma_F = 1,0$ gerechnet werden.

Tabelle 4: Teilsicherheitsbeiwerte γ_F der Einwirkungen für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

9.2.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_F der Einwirkungen für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit beträgt für alle Einwirkungen

$$\gamma_F = 1,0.$$

10

Schnittgrößen aus dem maschinentechnischen Teil der Windkraftanlage als Einwirkungen auf den Turm

Im allgemeinen dürfen die Schnittgrößen aus dem maschinentechnischen Teil der Windkraftanlage als Einwirkungen auf den Turm auf der Grundlage einer quasistatischen Berechnung ermittelt werden. Dabei genügt die Angabe der Bemessungsschnittgrößen unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_F an der Schnittstelle Gondel/Turm.

Es sind die Schnittgrößen für den bei der jeweiligen Lastkombination herrschenden Grundzustand (siehe Abschn. 7) und die jeweils maximalen Schnittgrößen für die zugehörigen Lastzustände anzugeben. Es können hierbei vereinfachend alle Lastkomponenten als gleichzeitig mit ihrem Maximalwert oder, falls günstig wirkend, mit ihrem Minimalwert wirkend angenommen werden.

Die Bemessungswerte der Schnittgrößen sind für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit entsprechend Tabelle 5 zusammenzustellen.

Grenzzustand:		Tragfähigkeit / Gebrauchstauglichkeit					
Lastkombinationen	v(h) [m/s]	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
N 1.0							
N 1.1							
N 1.2							
..							
..							
..							
..							
..							

Tabelle 5: Bemessungswerte der Schnittgrößen für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit
(Bezeichnung der Koordinatenachsen siehe Bild 3)

Außerdem sind für die Schnittstelle Gondel/Turm anzugeben:

- Bemessungswerte des Beanspruchungskollektivs nach Abschn. 8 zum Nachweis der Betriebsfestigkeit
- Massen und Massenträgheitsmomente des maschinentechnischen Teils der Anlage

Wird eine dynamische Berechnung durchgeführt, bei der im allgemeinen das dynamische Verhalten von Turm und Fundament mitberücksichtigt wird, so ergeben sich die Bemessungsschnittgrößen für den Turm, insbesondere an der Schnittstelle Gondel/Turm und an anderen Bemessungspunkten im Turm und Fundament als Zeitverläufe für alle Lastkombinationen.

Es ist zu beachten, daß Lastkomponenten für einige Nachweise auch günstig wirken können. Die einzelnen Komponenten der Schnittgrößen haben im allgemeinen keinen phasengleichen Verlauf, so daß hier je nach Nachweisart (Biegung, Schub) die ungünstigsten Zeitpunkte herauszugreifen sind.

Bei einer dynamischen Berechnung im Zeitbereich kann das Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte nicht angewendet werden. In diesem Falle ist entsprechend Abschnitt 9.2.1 zu verfahren.

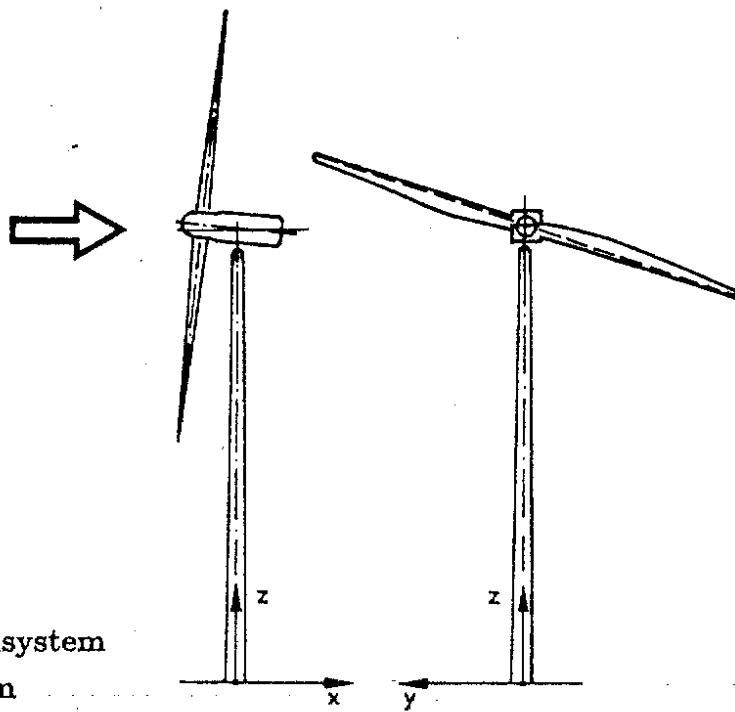


Bild 3: Koordinatensystem
für den Turm

11 Berücksichtigung des Schwingungsverhaltens des Turms

11.1 Ermittlung der Eigenfrequenzen

Die Eigenfrequenzen dürfen für das zu untersuchende Schwingungssystem unter der Annahme elastischen Werkstoffverhaltens ermittelt werden. Dabei ist auch der Einfluß der Gründung zu berücksichtigen. Die Anzahl der zu ermittelnden Eigenfrequenzen höherer Ordnung muß mindestens so groß gewählt werden, daß die höchste berechnete Eigenfrequenz um mindestens 20 % höher liegt als die Frequenz des Blattdurchgangs.

11.2 Durch Rotordrehung erregte Schwingungen des Turms

Es ist der Nachweis zu führen, daß die Eigenfrequenzen f_o des Turms einschließlich Fundament und Gründung einen ausreichenden Abstand zu den Erregerfrequenzen f_R des laufenden Rotors - dies sind insbesondere die einfache Drehzahl und die Blattdurchgangsfrequenz - haben. Um Unsicherheiten bei der Berechnung der Eigenfrequenzen zu berücksichtigen, sind diese bei den folgenden Betrachtungen um $\pm 5\%$ zu variieren.

Bei Anwendung des vereinfachten Beanspruchungskollektivs zum Nachweis der Betriebsfestigkeit darf wie folgt vorgegangen werden:

Es werden 3 Bereiche je nach Verhältnis von Erregerfrequenz f_R zu Eigenfrequenz f_o unterschieden.

Bereich A: $f_R/f_o \leq 0,3$ oder $f_R/f_o \geq 1,4$

Es braucht keine dynamische Vergrößerung berücksichtigt zu werden.

Bereich B: $0,3 < f_R/f_o < 0,95$ oder $1,05 < f_R/f_o < 1,4$

Die dynamische Vergrößerung der Schnittgrößen ist beim Nachweis der Betriebsfestigkeit zu berücksichtigen. Sofern keine dynamische Analyse durchgeführt wird, dürfen die in dem vereinfachten Beanspruchungskollektiv nach Abschn. 8.3 erfaßten Beanspruchungsschwingbreiten mit dem dynamischen Vergrößerungsfaktor χ nach Gleichung (9) unter Annahme einer Gesamtdämpfung (Strukturdämpfung und aerodynamische Dämpfung bei Anlage in Betrieb) mit einem logarithmischen Dämpfungsdekkrement $\delta = 0,6$ multipliziert werden. Eine dynamische Vergrößerung ist nicht erforderlich für den Fall, daß f_R gleich der Drehzahl des Rotors ist.

$$x = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{f_R}{f_o}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{\delta}{\pi} \cdot \frac{f_R}{f_o}\right)^2}} \quad (9)$$

Bereich C: $0,95 \leq f_R/f_o \leq 1,05$

Ein dauernder Betrieb in diesem Bereich ist ohne eine dynamische Analyse und eine betriebliche Schwingungsüberwachung unzulässig.

11.3 Durch Wind erregte Schwingungen des Turms

11.3.1 Böenerregte Schwingungen in Windrichtung (Böenreaktionsfaktor)

Die durch die Böigkeit des Windes hervorgerufene Schwingungswirkung in Windrichtung wird durch den Ansatz einer statischen Ersatzlast erfaßt. Hierzu ist die gesamte Windlast (Horizontalschub) infolge der mittleren Windgeschwindigkeit des jeweiligen Grundzustandes mit dem Böenreaktionsfaktor G zu vervielfachen. Ein Verfahren zur Ermittlung des Böenreaktionsfaktors ist in DIN V ENV 1991 Teil 2-1²⁾ angegeben. Vereinfacht darf dabei für das Verhältnis zwischen Bauwerksbreite b und Bauwerkshöhe h ein Wert $b/h = 0,1$ zugrunde gelegt werden.

Bei Türmen aus Stahl, Spannbeton oder Stahlbeton darf einheitlich ein logarithmisches Dämpfungsdecrement bei Böenbelastung von $\delta_B = 0,1$ angenommen werden.

Der Böenreaktionsfaktor ist nur bei den Lastzuständen N 4.1, E 2.1 und S 2.1 zu berücksichtigen.

11.3.2 Wirblerregte Querschwingungen

Die durch wirblerregte Schwingungen rechtwinklig zur Windrichtung hervorgerufenen Beanspruchungen bei Türmen mit kreisförmigen oder annähernd kreisförmigen Querschnitten sind nach den in DIN V ENV 1991 Teil 2-1¹⁾ sowie in DIN 4131/11.91 oder in DIN 4133/11.91 jeweils im Anhang A angegebenen Verfahren zu ermitteln.

Ein Nachweis der Querschwingungen bei Türmen aus Stahlbeton oder Spannbeton ist in der Regel nicht erforderlich.

1) liegt z.Z. noch nicht vor

2) bis zum Vorliegen dieser Norm gelten die Regelungen des Anhangs B

12 Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung

12.1 Allgemeines

Es gelten die Regelungen der im Abschn. 9.1 genannten Technischen Baubestimmungen, sofern im folgenden nichts anderes bestimmt wird.

12.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Beanspruchbarkeiten sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_M nach Tabelle 6 zu ermitteln. Bezüglich der Teilsicherheitsbeiwerte γ_F und γ_M beim Nachweis der Betriebsfestigkeit siehe Abschn. 12.4.

	γ_M
Stahl	1,1
Beton	1,5*)
Schleuderbeton	1,4*)
Betonstahl	1,15
*) Für Verformungsberechnungen (Theorie 2. Ordnung) darf $\gamma_M = 1,2$ angenommen werden.	

Tabelle 6: Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Beanspruchungen von Stahlkonstruktionen sind nach der Elastizitätstheorie zu ermitteln (Nachweisverfahren Elastisch-Elastisch oder Elastisch-Plastisch).

12.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit beträgt der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,0$.

Bei Türmen aus Beton dürfen unter Einwirkung des ungünstigsten Lastzustandes der Gruppe N keine Zugspannungen in den Querschnitten auftreten.

Bei Türmen aus Stahl darf unter Einwirkung des ungünstigsten Lastzustandes kein Fließen eintreten.

Geschraubte Stöße in Türmen aus Stahl sind so vorzuspannen, daß die Fuge unter Einwirkung des ungünstigsten Lastzustandes nicht klafft.

Die Fundamente sind so auszubilden, daß unter Einwirkung des ungünstigsten Grundzustandes der Gruppe N keine klaffende Fuge auftritt.

12.4 Betriebsfestigkeit

Dem Nachweis ist das Kollektiv aus Betriebsbeanspruchungen nach Abschn. 8 mit den nach Abschn. 10 anzugebenden Bemessungswerten der Beanspruchungsschwingbreiten und der maximalen Lastspielzahl zu grunde zu legen. Gegebenenfalls sind die dynamischen Einwirkungen der durch Rotordrehung erregten Schwingungen nach Abschn. 11.2 und der wirblerregten Querschwingungen (siehe Abschn. 11.3.2) zusätzlich zu berücksichtigen. Sofern Querschwingungen nachzuweisen sind, brauchen diese nicht mit den Schwingungen aus Betriebsbeanspruchungen (siehe Abschn. 8) überlagert zu werden, wenn in beiden Fällen die Windrichtung während der gesamten jeweiligen Einwirkungsdauer als konstant angenommen wird. Die maximale Lastspielzahl für die Einwirkungen aus Querschwingungen ist, sofern nicht anders nachgewiesen oder Gegenmaßnahmen getroffen werden, wie folgt zu ermitteln:

$$\max n = 2 \cdot 10^7 \cdot T \cdot f_o \cdot \left(\frac{v_{crit}}{v_o} \right)^2 \cdot e^{-\left(\frac{v_{crit}}{v_o} \right)^2} \quad (10)$$

Hierbei sind

f_o Eigenfrequenz des Turms in 1/s

v_{crit} kritische Windgeschwindigkeit für die Wirblerregung

v_o Bezugswerte der Rayleigh-Verteilung (siehe Tabelle 1) im Bereich der Wirblerregung

T Einwirkungsdauer in Jahren; wenn nicht anders bestimmt, dürfen hierfür folgende Werte angenommen werden:

- T = 0,5 Jahre für den Zustand der Montage, ohne Gondel und Maschine
- T = 1 Jahr für den Zustand des Stillstandes und der Wartung, mit Gondel und Maschine

Die Einwirkungen der beiden Zustände sind zu überlagern.

Für die Zeit des Betriebszustandes brauchen Querschwingungen im allgemeinen nicht berücksichtigt zu werden.

Die einwirkenden Schwingbreiten sind als Spannungsschwingbreiten im Gebrauchszustand mit $\gamma_F = 1,0$ zu ermitteln.

Soweit im folgenden nichts anderes bestimmt ist, sind die Nachweise nach den in den entsprechenden Grundnormen⁴⁾ angegebenen Verfahren zu führen.

Bei Turmkonstruktionen aus Stahl richtet sich der Nachweis nach DIN V ENV 1993 Teil 1-1. Abweichend hiervon sind die Ermüdungsfestigkeit (Wöhlerlinie) nach Bild 4 und der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,1$ ⁵⁾ anzunehmen. Der Bezugswert der Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_A$, definiert als Ermüdungsfestigkeit bei $N_A = 2 \cdot 10^6$ Lastwechseln mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 95 % bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95 %, kann entsprechend der vorliegenden Kerbfallklasse den Kerbfallkatalogen von DIN V ENV 1993 Teil 1-1 oder DIN 4133/11.91, Anhang B entnommen werden.

4) Bei Türmen aus Stahlbeton oder Spannbeton dürfen die Nachweise bis zum Vorliegen einer entsprechenden Norm nach dem im CEB-FIP Model Code 1990^{*)}, Abschnitt 6.7 angegebenen Verfahren geführt werden
*) zu beziehen durch EPS Lausanne, Postfach 88, CH-1015 Lausanne

5) Bei nicht zugänglichen für die Tragsicherheit relevanten Bauteilen ist mit einem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,25$ zu rechnen

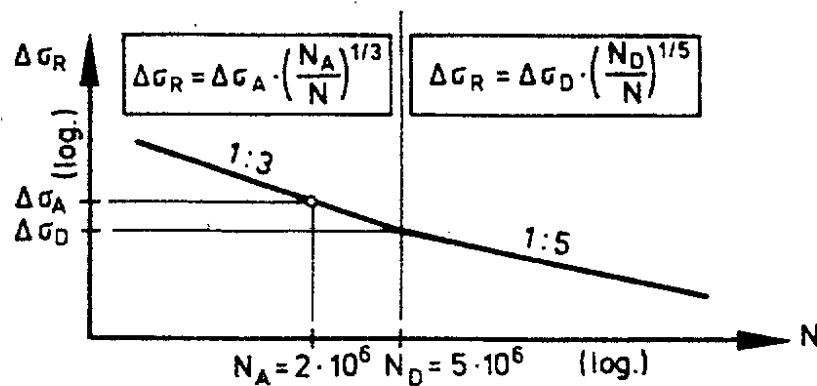


Bild 4: Wöhlerlinie für Stahl

Bei Türmen aus Stahlbeton oder Spannbeton darf der Nachweis für den Beton entfallen, wenn folgende Bedingung eingehalten ist:

$$\max \Delta\sigma \leq 0,65 f_{ck} - 1,12 \max \sigma_c \quad (11)$$

$$\text{mit } \max \sigma_c \leq 0,58 f_{ck}$$

Hierbei sind

$\max \Delta\sigma$ größte Spannungsschwingbreite in der Betondruckzone

f_{ck} charakteristische Betondruckfestigkeit

$\max \sigma_c$ größte Betondruckspannung in der äußersten Faser des Querschnitts

Die Spannungen sind unter Annahme elastischen Baustoffverhaltens mit einem Verhältniswert der Elastizitätsmoduln von Stahl und Beton von $E_s/E_c = 15$ zu ermitteln.

Zum Nachweis der Pfahlgründungen darf der Einfluß der dynamischen Betriebsbeanspruchungen vereinfacht wie folgt erfaßt werden: Den Beanspruchungen aus den im Produktionsbetrieb bei Nennwindgeschwindigkeit v_{Nenn} und unter einem Winkel $\beta = 0$ zur Rotorachse auf den Rotor einwirkenden aerodynamischen Lasten (mittlerer aerodynamischer Turmschub) ist eine Beanspruchungsschwingbreite gleicher Größe zu überlagern.

Anhang A: Vereinfachter Nachweis der Standsicherheit für kleine Windkraftanlagen

A.1 Geltungsbereich

Bei kleinen Windkraftanlagen, die den nachfolgend genannten Bedingungen genügen, darf der Nachweis der Standsicherheit für Turm und Gründung vereinfacht nach Abschn. A.2 geführt werden.

- Überstrichene Rotorfläche: $\leq 7,0 \text{ m}^2$
- Nennleistung: $\leq 1,0 \text{ kW}$
- Höhe des Rotormittelpunktes
über Gelände: $\leq 7,0 \text{ m}$

Alle Bedingungen müssen gleichzeitig erfüllt sein.

A.2 Nachweise

Turm und Gründung kleiner Windkraftanlagen dürfen mit vereinfachten Lastannahmen nachgewiesen werden, wobei neben den ständig vorhandenen Einwirkungen lediglich die im folgenden beschriebenen Windwirkungen zu berücksichtigen sind.

1. Betriebsbereiter Zustand (Stillstand, Leerlauf)

Windlasten entsprechend der Nennböengeschwindigkeit nach Abschn. 6.3.2 auf die vom Wind getroffenen Flächen.

Die durch die Böigkeit des Windes hervorgerufene Schwingungswirkung in Windrichtung darf vereinfacht durch eine Lasterhöhung mit dem Faktor 1,1 berücksichtigt werden.

2. Produktionsbetrieb

Windlasten entsprechend einem gleichmäßig verteilten Winddruck von 0,3 kN/m² auf die vom Rotor bestrichene Fläche.

Für Berechnungen maschinentechnischer Teile der Anlage darf bei Horizontalachsenanlagen die so ermittelte Windlast zu gleichen Teilen auf die Rotorblätter verteilt und als dreieckförmige Last mit dem Maximum an der Blattspitze angesetzt werden.

Durch Rotordrehung erregte Schwingungen des Turmes (siehe Abschn. 11.2) sind durch sorgfältiges Auswuchten der beweglichen Teile der Anlage weitgehend zu vermeiden.

Wirblerregte Querschwingungen sind gegebenenfalls durch konstruktive Maßnahmen (z.B. Störabspannungen, Schwingungsdämpfer) zu vermeiden.

Anhang B: Windlasten

Dieser Anhang B entfällt mit der Herausgabe von DIN V ENV 1991 Teil 2-1

B.1 Allgemeines

Die resultierende Windlast W_i im Abschnitt i der vom Wind getroffenen Fläche ermittelt sich zu

$$W_i = c_{fi} \cdot q_i \cdot A_i \quad (B.1)$$

Hierbei sind

c_{fi} auf den Abschnitt i bezogener aerodynamischer Kraftbeiwert,

q_i Staudruck in Höhe z_i über Gelände

A_i Bezugsfläche im Abschnitt i.

Der aerodynamische Kraftbeiwert c_{fi} und die zugehörige Bezugsfläche A_i sind DIN 1055 Teil 4 zu entnehmen. Für Bauteilformen, die in diesen Normen nicht enthalten sind, dürfen diese Werte dem anerkannten, auf Windkanalversuchen beruhenden Schrifttum entnommen oder durch Versuche im Windkanal ermittelt werden.

Der Staudruck $q(z)$ in der Höhe z über Gelände ergibt sich wie folgt aus der maßgebenden Windgeschwindigkeit

$$q(z) = \frac{\rho}{2} v^2(z) \quad (B.2)$$

Hierbei sind

- ρ Luftdichte; sie darf mit $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ angenommen werden
- v(z) Windgeschwindigkeit in der Höhe z über Gelände

Die Windgeschwindigkeit in der Höhe z über Gelände ist wie folgt zu ermitteln:

$$v(z) = v(10) \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{\alpha} \quad (\text{B.3})$$

Hierbei sind

- v(10) Bezugswert der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über Gelände
- α Rauigkeitsexponent
- z Höhe über Gelände in m

B.2 Meteorologische Daten der Windgeschwindigkeit

Die Bezugswerte der Grundwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe $v_m(10)$ für die vier Windzonen (Staudruckzonen) nach DIN 4131/11.91, Anhang A, sind in Tabelle B.1, Spalte 2 angegeben.

Der Rauigkeitsexponent ist hierfür mit $\alpha = 0,16$ anzunehmen.

Die Bezugswerte der Nennböengeschwindigkeit in 10 m Höhe $v_b(10)$ für die vier Windzonen (Staudruckzonen) nach DIN 4131/11.91, Anhang A, sind in Tabelle B.1, Spalte 3 angegeben.

Der Rauigkeitsexponent ist hierfür mit $\alpha = 0,11$ anzunehmen.

1	2	3
Zone	$v_m(10)$	$v_b(10)$
I	24,3	35,5
II	27,6	39,6
III	32,0	45,8
IV	36,8	51,2

Tabelle B.1: Bezugswerte $v_m(10)$ und $v_b(10)$ in m/s

Die Werte der Tabelle B.1 für Zone I gelten nur für Standorte mit Gelände-höhe bis zu 800 m über NN.

In exponierten Lagen, z.B. auf Erhebungen, kann sich die Windgeschwindigkeit erhöhen. Sofern keine genaueren Untersuchungen durchgeführt werden,

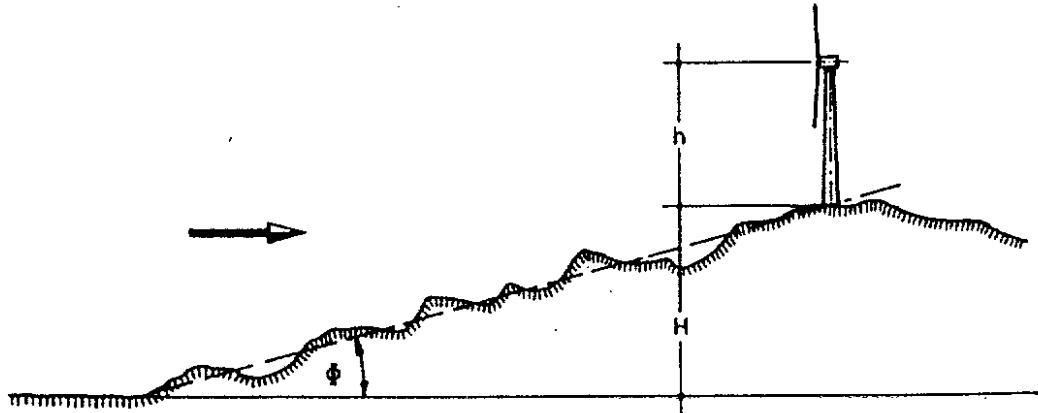
- darf eine Erhöhung der Windgeschwindigkeit unberücksichtigt bleiben, wenn

$$\tan \phi \leq 0,3 \quad \text{und} \quad h/H \geq 6$$

- ist die Windgeschwindigkeit in jeder Höhe über Gelände um 10 % zu erhöhen, wenn

$$\tan \phi \leq 0,3 \quad \text{und} \quad 6 \geq h/H \geq 2.$$

Bezeichnungen siehe Bild B.1.



h = Höhe des Rotormittelpunktes über Gelände

Bild B.1: Erläuterungen zum Einfluß exponierter Lagen auf die Windgeschwindigkeit

B.3 Böenreaktionsfaktor zur Berücksichtigung der Schwingungswirkung infolge Erregung durch Windböen

Das im folgenden angegebene Verfahren⁶⁾ zur Ermittlung des Böenreaktionsfaktors G gilt für vertikale Kragsysteme unter Berücksichtigung der Grundschwingung. Der Böenreaktionsfaktor ist auf die der mittleren Windgeschwindigkeit (10-Min-Mittelwert) zugehörige Windlast bezogen und kann nach Gleichung (B.4) berechnet werden:

$$G = 1 + r \cdot \sqrt{B + \frac{s \cdot F}{\delta_B}} \quad (B.4)$$

Hierbei sind

r Geländefaktor nach Bild B.2

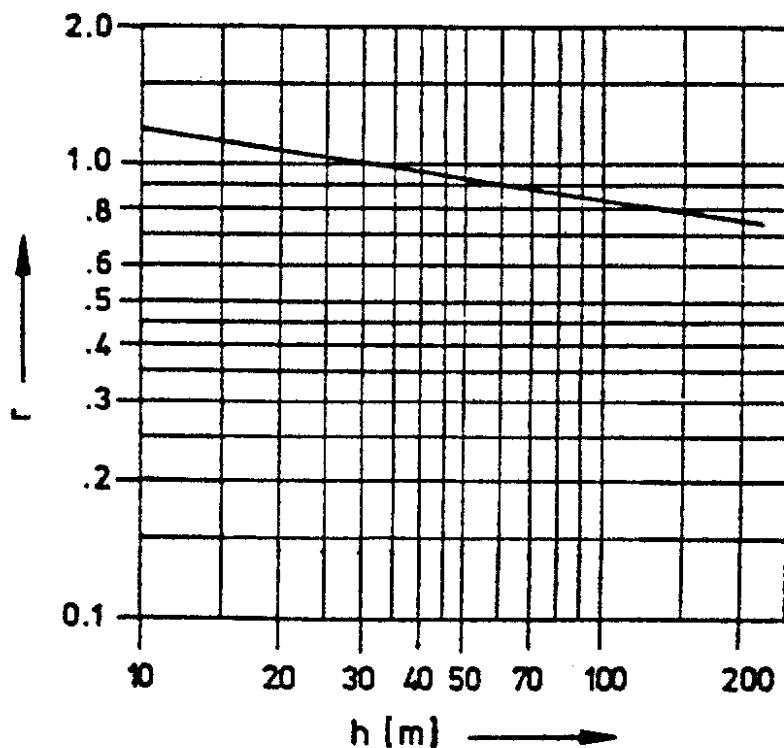
B Böengrundanteil nach Bild B.3

s Größenfaktor nach Bild B.4

F Böenenergiefaktor nach Bild B.5

δ_B logarithmisches Dämpfungsdekkrement bei Böenbelastung

6) wurde dem Manuskript für eine Vornorm des NABau-Arbeitsausschusses "Lastannahmen; Windlasten" im DIN e.V. entnommen.



$$r = 2g \cdot 2,45 \cdot \sqrt{0,005} \left(\frac{h}{10} \right)^{-0,16}$$

mit $g \approx 3,5$

$$r = 1,2 \left(\frac{h}{10} \right)^{-0,16}$$

Bild B.2: Geländefaktor r

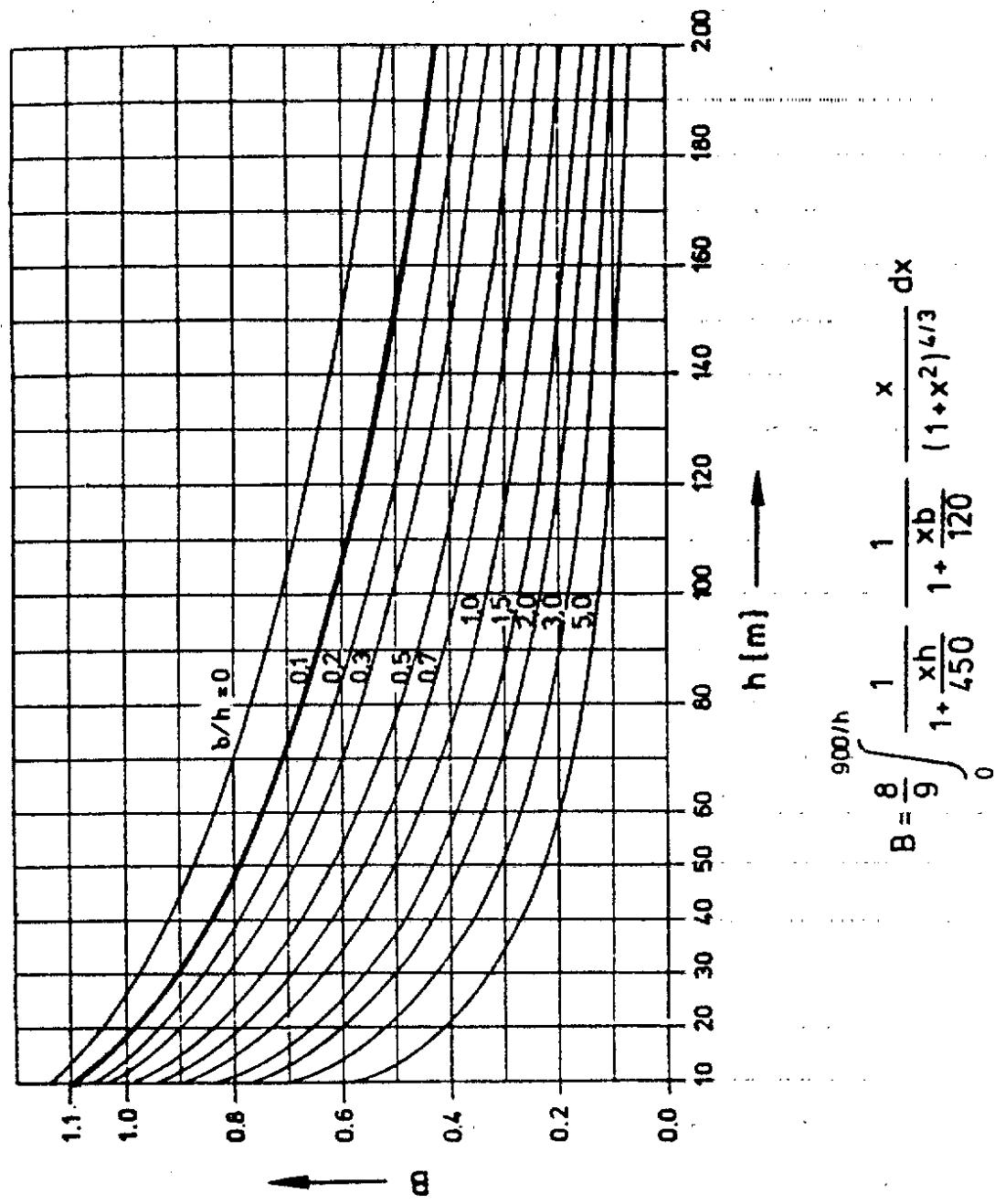
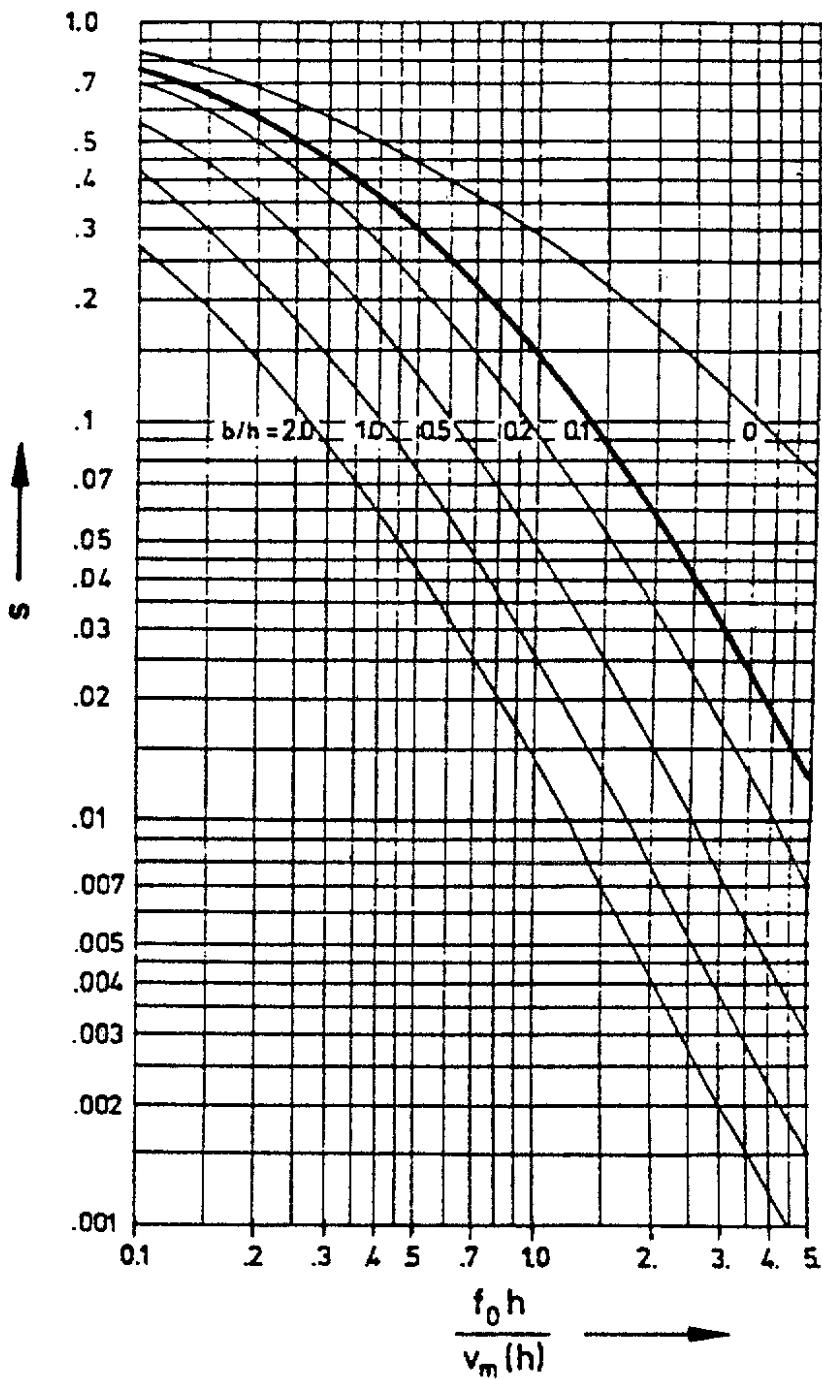


Bild B.3: Böengrundanteil B



$$s = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{8}{3} \frac{f_0 \cdot h}{v_m(h)}} \cdot \frac{1}{1 + 10 \frac{f_0 \cdot b}{v_m(h)}}$$

Bild B.4: Größenfaktor s

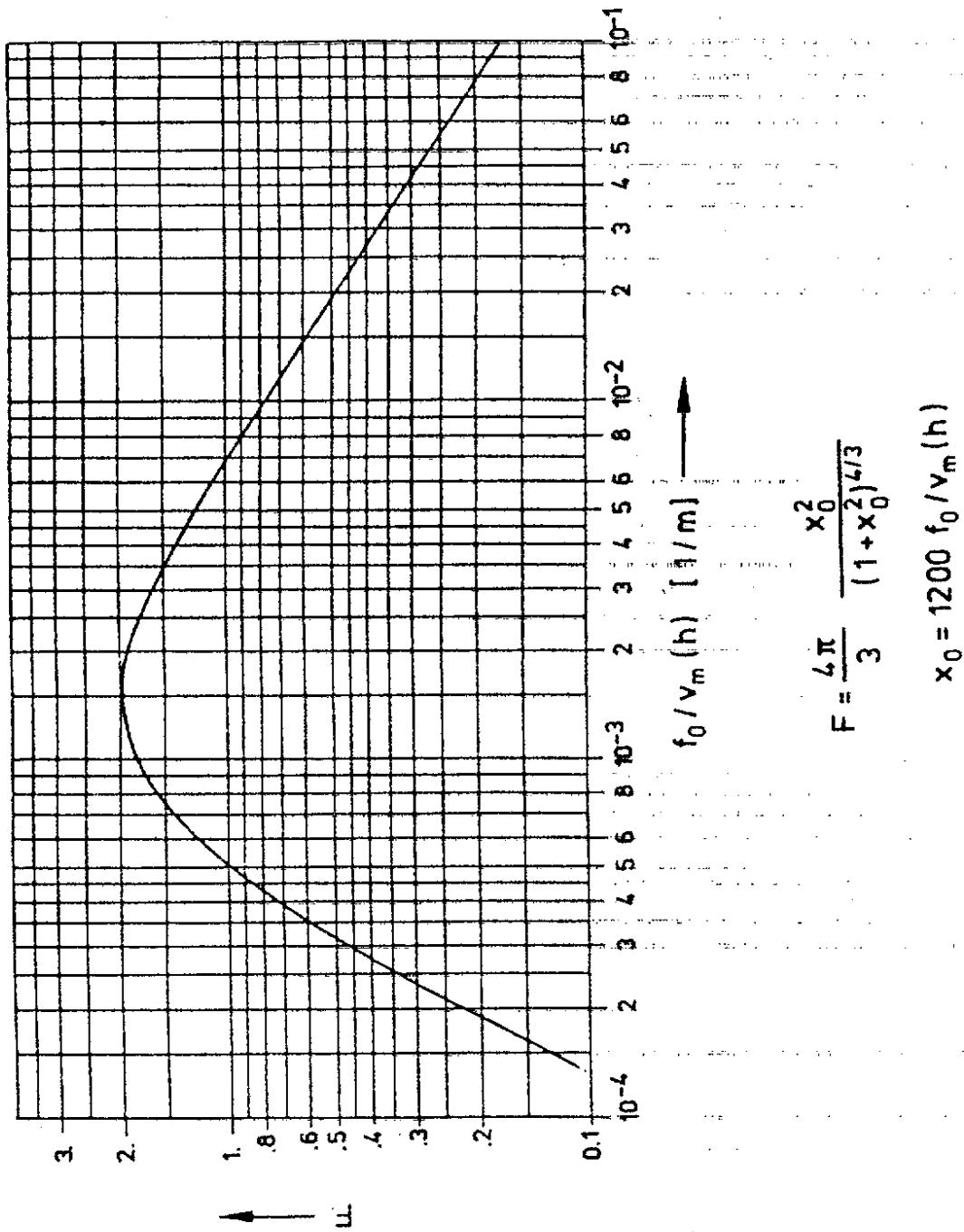


Bild B.5: Bönenenergiefaktor F

236

**Stundensätze
für Leistungen der Architektinnen/Architekten
und Ingenieurinnen/Ingenieure**

RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen
v. 24. 1. 1996 – III A 4 – B 1005 – 516

Für Leistungen von Architektinnen/Architekten und Ingenieurinnen/Ingenieuren bei der Durchführung von Bauaufgaben der Staatlichen Bauverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen, die nach dem Zeitaufwand berechnet werden, können bei künftig abzuschließenden Verträgen die nachstehend aufgeführten Stundensätze vereinbart werden:

- a) Freiberuflich Tätige und Partnerinnen/Partner
In der Regel 101,- DM
(Rahmensatz 75,- bis 160,- DM)
- b) Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter für technische oder wirtschaftliche Aufgaben (ausgenommen c), z. B. Diplomingenieurinnen/Diplomingenieure, Ingenieurinnen/Ingenieure (grad.), Bautechnikerinnen/Bautechniker
In der Regel 84,- DM
(Rahmensatz 70,- bis 115,- DM)
- c) Technische Zeichnerinnen/Zeichner, sonstige Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter, die einfache technische oder wirtschaftliche Aufgaben erfüllen
In der Regel 68,- DM
(Rahmensatz 60,- bis 85,- DM)

In diesen Stundensätzen ist die Umsatzsteuer nicht enthalten.

Für Leistungen, mit denen Architektinnen/Architekten oder Ingenieurinnen/Ingenieure bereits beauftragt sind, sind weiterhin die vereinbarten Stundensätze zu vergüten.

Der RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen v. 10. 9. 1992 (SMBI. NW. 236) wird aufgehoben.

– MBl. NW. 1996 S. 513.

8054
8055

Arbeitsschutz

RdErl. d. Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Soziales v. 27. 2. 1996 – III A 1 – 1400

Meine RdErl. v. 24. 5. und 23. 9. 1977, 14. 11. 1979, 8. 6. 1984 und 20. 9. 1990 (SMBI. NW. 8054) und mein RdErl. v. 28. 1. 1980 (SMBI. NW. 8055) werden aufgehoben.

– MBl. NW. 1996 S. 513.

II.

**Ministerium für Wirtschaft
und Mittelstand, Technologie und Verkehr**

Planfeststellung

Bek. d. Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr v. 12. 2. 1996
713-32-03/682

Mit Planfeststellungsbeschuß des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr vom 12. 2. 1996 – Az.: 713-32-03/682 – ist der Plan für den Neubau der Bundesautobahn 33 (A 33) zwischen der B 476 und der Landesgrenze NRW/NS von Bau-km 58,660 bis Bau-km 62,341 einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen an Verkehrswegen und Anlagen Dritter in den Gemarkungen Borgholzhausen und Bockhorst der Städte

Borgholzhausen und Versmold gem. § 17 des Bundesfernstraßengesetzes und des § 74 des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land NRW (VwVfG NW) festgestellt worden.

Dem Träger der Straßenbaulast wurden Auflagen erteilt.

In dem Planfeststellungsbeschuß ist über alle rechtzeitig vorgetragenen Einwendungen, Forderungen und Anregungen entschieden worden.

1 Rechtsbehelfsbelehrung

- 1.1 Gegen diesen Beschuß kann innerhalb eines Monats nach dessen Zustellung, die durch öffentliche Bekanntmachung gemäß § 74 Abs. 5 VwVfG NW ersetzt wird, Klage beim

Oberverwaltungsgericht
für das Land Nordrhein-Westfalen
Aegidiikirchplatz 5
48143 Münster

erhoben werden

Als Zeitpunkt der Zustellung gilt der letzte Tag der Auslegungsfrist. Dies gilt nicht für die Beteiligten, denen der Planfeststellungsbeschuß mittels Postzustellungsurkunde zugestellt wurde. Die Klage ist beim Gericht schriftlich zu erheben. Ihr sollen zwei Abschriften beigelegt werden.

Der Kläger hat innerhalb einer Frist von sechs Wochen nach Klageerhebung die zur Begründung dienenden Tatsachen und Beweismittel anzugeben. Erklärungen und Beweismittel, die nach Ablauf der vorgenannten Frist vorgebracht werden, kann das Gericht zurückweisen und ohne weitere Ermittlungen entscheiden, wenn ihre Zulassung die Erledigung des Rechtsstreits verzögern würde und der Kläger die Verspätung nicht genügend entschuldigt.

- 1.2 Die Anfechtungsklage hat keine aufschiebende Wirkung.

Der Antrag auf Anordnung der aufschiebenden Wirkung der Anfechtungsklage gegen diesen Beschuß nach § 80 Abs. 5 Satz 1 der Verwaltungsgerichtsordnung kann nur innerhalb eines Monats nach Zustellung des Beschlusses beim

Oberverwaltungsgericht
für das Land Nordrhein-Westfalen
Aegidiikirchplatz 5
48143 Münster

gestellt und begründet werden.

- 1.3 Falls die Fristen zu 1.1 und 1.2 durch das Verschulden eines Bevollmächtigten versäumt werden sollten, so würde dessen Verschulden dem Kläger bzw. dem Antragsteller zugerechnet werden.

Der Beschuß liegt mit einer Ausfertigung des festgestellten Planes

im Bau- und Planungsamt der Stadt Borgholzhausen,
Zimmer 19 und 21, Schulstraße 5 (Rathaus)
vom 23. 4. 1996 bis 6. 5. 1996 während der Dienststunden: **T.**

Montags bis Freitags 7.30 Uhr bis 13.00 Uhr

Montags, Dienstags und Donnerstags 14.00 Uhr bis 16.30 Uhr

Mittwochs 14.00 Uhr bis 18.00 Uhr

und

im Bauamt der Stadt Versmold,
Zimmer 202, Münster 16 (Rathaus)
vom 23. 4. 1996 bis 6. 5. 1996 während der Dienststunden: **T.**

Montags bis Mittwochs 7.45 Uhr bis 13.00 Uhr und
14.00 Uhr bis 16.30 Uhr

Donnerstags 7.45 Uhr bis 13.00 Uhr und
14.00 Uhr bis 18.30 Uhr

Freitags 7.30 Uhr bis 13.00 Uhr

zu jedermann's Einsicht aus.

Der Beschuß gilt mit dem Ende der Auslegungsfrist allen Betroffenen und denjenigen gegenüber, die Einwendungen erhoben haben, als zugestellt (§ 74 Abs. 5 Satz 3 VwVfG NW).

Bis zum Ablauf der Rechtsbehelfsfrist kann der Planfeststellungsbeschuß von den Betroffenen und von denjenigen, die Einwendungen rechtzeitig erhoben haben, bei dem

Straßenneubauamt Detmold
Drostenkamp 28.
32760 Detmold
schriftlich angefordert werden.

Düsseldorf, den 12. 2. 1996

Im Auftrag
Walter

- MBL. NW. 1996 S. 513.

Einzelpreis dieser Nummer 18,55 DM
zuzügl. Porto- und Versandkosten

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den A. Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für
Abonnementsbestellungen: Grafenberger Allee 100, Fax (0211) 9682/229, Tel. (0211) 9682/238 (8.00-12.30 Uhr), 40237 Düsseldorf
Bezugspreis halbjährlich 98,- DM (Kalenderhalbjahr). Jahresbezug 196,- DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahres-
bezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim A. Bagel Verlag vorliegen.
Reklamationen über nicht erfolgte Lieferungen aus dem Abonnement werden nur innerhalb einer Frist von drei Monaten nach Erscheinen anerkannt.

In den Bezugs- und Einzelpreisen ist keine Umsatzsteuer i. S. d. § 14 UStG enthalten.
Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 9682/241, 40237 Düsseldorf

Von Vorabeinsendungen des Rechnungsbetrages - in welcher Form auch immer - bitten wir abzusehen. Die Lieferungen erfolgen nur aufgrund schriftlicher Bestellung gegen Rechnung. Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim A. Bagel Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgeber: Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 40213 Düsseldorf
Herstellung und Vertrieb im Namen und für Rechnung des Herausgebers: A. Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 40237 Düsseldorf
Druck: TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Düsseldorf und Mönchengladbach

ISSN 0177-3569