

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

24. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 17. September 1971

Nummer 106

Inhalt

I.

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

Glied.- Nr.	Datum	Titel	Seite
23236	30. 6. 1971	RdErl. d. Innenministers VDE 0210 — Bestimmungen für den Bau von Starkstrom-Freileitungen über 1 kV	1488

II.

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

Datum	Hinweise	Seite
	Inhalt des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen	
	Nr. 35 v. 12. 8. 1971	1520
	Nr. 36 v. 19. 8. 1971	1520
	Nr. 37 v. 25. 8. 1971	1520
	Inhalt des Justizministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen	
	Nr. 16 v. 15. 8. 1971	1521
	Inhalt des Gemeinsamen Amtsblattes des Kultusministeriums und des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen	
	Nr. 8 v. August 1971	1522

I.

23236

**VDE 0210 — Bestimmungen
für den Bau von Starkstrom-Freileitungen über 1 kV**

 RdErl. d. Innenministers v. 30. 6. 1971
— V B 4 — 2.787 Nr. 410/71

1. Der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) hat die Bestimmungen

VDE 0210/5.69 — Bestimmungen für den Bau von Starkstrom-Freileitungen über 1 kV

in neu bearbeiteter Fassung herausgegeben.

Auf Grund des § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) in der Fassung der Bekanntmachung v. 27. Januar 1970 (GV. NW. S. 96/SGV. NW. 232) werden die §§ 9 (Maste), 10 (Gründungen) und 14 (Abstände) als Richtlinie eingeführt und bekanntgemacht.

Auf die anderen Abschnitte der Bestimmungen VDE 0210/5.69, soweit sie bautechnische Angaben enthalten, werden die Bauaufsichtsbehörden hingewiesen.

2. Bei Anwendung von VDE 0210 sind folgende zusätzliche Bestimmungen zu beachten:

2.1. Knicklänge von Diagonalstäben

- 2.1.1. Die nach § 9c Abschnitt 2.6, Satz 2 angegebene Knicklänge für Diagonalstäbe von $s_k = 0,9$ s gilt nur für die Diagonalstäbe, die eine ausreichende Einspannung in Knickrichtung besitzen.

Diese Einspannung kann als gegeben angesehen werden, wenn die Eckstiele und Diagonalstäbe aus Winkelprofilen hergestellt werden.

Mit einer Knicklänge von $s_k = 1,0$ s muß jedoch gerechnet werden, wenn die Diagonalstäbe aus Rundrohren mit flachen Diagonalenden und Anschlüssen an die Eckstiele durch je eine Schraube hergestellt werden.

- 2.1.2. Zu § 9c Abschnitt 2.6, Satz 3:

Kreuzen sich innerhalb eines symmetrisch zu seiner Mittellinie ausgebildeten Fachwerkabschnittes zwei Diagonalen auf dieser Mittellinie, so ist der Kreuzungspunkt als ein in der Trägerebene und senkrecht dazu festliegender Punkt zu betrachten, wenn die Zugkraft des einen Diagonalstabes mindestens so groß ist wie die gleichzeitig auftretende Druckkraft des anderen Diagonalstabes und die sich kreuzenden Stäbe ordnungsgemäß (siehe DIN 4114, Bl. 2 Ri 6.41) miteinander verbunden sind.

- 2.1.3. Zu § 9c Abschnitt 2.6, Satz 4:

Die Diagonalstäbe gelten nur dann als ausreichend durch Sekundärfachwerke ausgesteift, wenn sie mindestens in den Drittpunkten gehalten sind.

2.2. Schweißnähte

- 2.2.1. Zu § 9c, Abschnitt 2.3:

Bei zusammengesetzten Belastungen sind die Hauptspannungen nach den Formeln [1], [1a], [2] und [3] zu ermitteln.

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \frac{1}{2} (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4 \tau^2}) \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{\max M}{W_{\text{schw}}} + \sqrt{\left(\frac{\max M}{W_{\text{schw}}} \right)^2 + 4 \left(\frac{A}{\sum (a \cdot l)} \right)^2} \right] \\ &\leq \text{zul } \sigma_{\text{schw}}\end{aligned}\quad [1]$$

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \frac{1}{2} (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4 \tau^2}) \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{M}{W_{\text{schw}}} + \sqrt{\left(\frac{M}{W_{\text{schw}}} \right)^2 + 4 \left(\frac{\max A}{\sum (a \cdot l)} \right)^2} \right] \\ &\leq \text{zul } \sigma_{\text{schw}}\end{aligned}\quad [1a]$$

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \frac{1}{2} (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4 \tau^2}) \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{\max M \cdot c}{I} + \sqrt{\left(\frac{\max M \cdot c}{I} \right)^2 + 4 \left(\frac{Q \cdot S}{I \cdot \sum a} \right)^2} \right] \\ &\leq \text{zul } \sigma_{\text{schw}}\end{aligned}\quad [2]$$

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \frac{1}{2} (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4 \tau^2}) \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{\max M \cdot c}{I} + \sqrt{\left(\frac{\max M \cdot c}{I} \right)^2 + 4 \left(\frac{Q}{t \cdot h} \right)^2} \right] \\ &\leq \text{zul } \sigma_{\text{schw}}\end{aligned}\quad [3]$$

- 2.2.2. Für geschweißte Stahlbauteile von Starkstromfreileitungen sind abweichend von DIN 4100 Tabelle 2 (Ausgabe Dez. 1968) folgende Spannungen zulässig:

Anlage

Zulässige Spannungen in kp/cm^2 für geschweißte Verbindungen (zul σ_{schw} und zul τ_{schw})

1 Zeile	2 Nahtart und ggf. Bauteile	3 Art der Beanspruchung	4 Stahlsorte	
			St 37	St 52
1	Stumpfnah 100% durchstrahlt	Zug axial und bei Biegung	1600	2400
2		Druck axial und bei Biegung	1400	2100
3		Schub	900	1350
4	Stumpfnah 50% durchstrahlt	Zug, Druck axial und bei Biegung	1400	2100
5		Schub	900	1350
6	Stumpfnah nicht durchstrahlt	Zug axial und bei Biegung	1100	1700
7		Druck axial und bei Biegung	1400	2100
8		Schub	900	1350
9	Kehlnah	Zug, Druck, Schub	900	1350
10	Kehlnah am biegefesten Trägeranschluß	Hauptspannung (nach Gl. [1], [1a])	1100	1700
11		Schub	900	1350
12	Längsnähte (Kehl- und Stumpfnähte z. B. Halsnähte), Stegblechlängstoß, Verbindungsnahte zwischen Gurtpl.	Hauptspannung (nach Gl. [2])	1400	2100
13		Schub	900	1350
14	Stumpfnah am Stegblech- Querstoß 50% durchstrahlt	Hauptspannung (nach Gl. [3])	1400	2100
15		Schub	900	1350

2.2.3. Alle übrigen Bestimmungen von DIN 4100 — Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung, Berechnung und bauliche Durchbildung — sind sinngemäß auch für geschweißte Stahlbauteile von Starkstromfreileitungen anzuwenden.

2.3. Gründungen von Freileitungsmasten

2.3.1. Zu § 10a:

Vor Beginn von Leitungsneubauten sind entlang der Leitungsstrecke die Bodenverhältnisse durch Aufschlußbohrungen oder Schürfgruben zu untersuchen. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen sind die Fundamente zu bemessen.

2.3.2. Zu § 10b Abschnitt 3.2:

Bei der Gründung von Fachwerkmasten auf Einzel-fundamenten, die die Zugbelastung durch Ankerwirkung oder Pfahlwirkung (Mantelreibung) auf den umgebenden Boden übertragen, ist durch Probebelastungen an Versuchsfundamenten nachzuweisen, daß die vorgesehenen Fundamente geeignet sind, bei den angetroffenen (vorhandenen) Bodenverhältnissen die geforderte Standsicherheit zu gewährleisten. Hierbei sind die in VDE 0210 und die in Tabelle 8 der Norm DIN 1054 — Baugrund, zulässige Belastung des Baugrunds — Ausgabe November 1969 — geforderten Sicherheitswerte einzuhalten.

Auf diese Nachweise kann verzichtet werden, wenn für die vorgesehenen Fundamente bei entsprechenden Bodenverhältnissen vergleichbare Ergebnisse von Probebelastungen vorliegen.

2.4. Abstände

Bei der Errichtung von baulichen Anlagen unter oder in der Nähe von Hochspannungsleitungen ist bei der Genehmigung von Bauanträgen auf die Einhaltung der Sicherheitsabstände nach § 14 zu achten.

3. Weitere Stücke der VDE-Bestimmungen 0210 können beim VDE-Verlag GmbH, 1 Berlin 12, bestellt werden.

4. Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen, Anlage zum RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBl. NW. 2323), ist in Nummer 7 bei VDE 0210 zu ändern:

Spalte 2: Mai 1969

Spalte 3: Bestimmungen für den Bau von Starkstrom-Freileitungen über 1 kV

Spalte 5: 30. 6. 1971

Spalte 6: MBl. NW. S. 1488
SMBl. NW. 23236.

Bemerkungen: §§ 9, 10 und 14 als Richtlinie eingeführt. Auf die anderen Abschn., soweit sie bautechnische Angaben enthalten, wird hingewiesen.

5. Den RdErl. v. 12. 10. 1959 (SMBl. NW. 23236), mit dem die Vorschriften VDE 0210/2.58 bekanntgemacht und zum Teil bauaufsichtlich eingeführt worden sind, hebe ich auf.

Bestimmungen für den Bau von Starkstrom-Freileitungen über 1 kV

VDE
0210/5.69

Inhalt

I. Gültigkeit

- § 1 Geltungsbeginn
- § 2 Geltungsbereich

II. Begriffserklärungen

§ 3

III. Anforderungen

§ 4 Allgemeines

A. Bemessung, Ausführung und Prüfung der Bauteile der Freileitungen

- § 5 Leiter
- § 6 Leiter-Zubehörteile
- § 7 Isolatoren
- § 8 Isolatoren-Verbindungsteile
- § 9 Maste
- § 10 Gründungen
- § 11 Erdungen

B. Leitungsausführung

- § 12 Abstände am Gestänge
- § 13 Abstände im Gelände
- § 14 Abstände und zugehörige Bestimmungen für die Leitungsausführung im Bereich von baulichen Anlagen und Verkehrsräumen
- § 15 Zusammenstellung der besonderen Bestimmungen

IV. Anhang

Verzinkung von Masten und sonstigen Bauteilen

Erläuterungen

Hierzu gehören die jeweils neuesten Ausgaben der nachstehenden VDE-Bestimmungen und DIN-Normen. Zur Zeit der Veröffentlichung dieser Bestimmungen sind dies: (nicht abgedruckt).

I. Gültigkeit

§ 1

Geltungsbeginn

Diese Bestimmungen treten am 1. Mai 1969 in Kraft¹⁾.

Die bisher gültigen Vorschriften VDE 0210/5.62 treten am gleichen Tage außer Kraft, soweit sie sich auf Anlagen mit Nennspannungen über 1 kV beziehen.

§ 2

Geltungsbereich

- a) Diese Bestimmungen gelten für den Bau von Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV.

Außerdem gelten sie für den Bau von Fernmeldeleitungen an Gestängen von Starkstrom-Freileitungen. Soweit in VDE 0115 und 0168 auf VDE 0210 verwiesen wird, gelten sie auch für Fahrleitungen und Schleifleitungen, einschließlich der an Fahrleitungsgestängen geführten Freileitungen.

¹⁾ Fußnote zum Entwicklungsgang nicht abgedruckt.

II. Begriffserklärungen

§ 3

In diesen Bestimmungen werden die in den folgenden Begriffserklärungen behandelten Begriffe verwendet:

- a) Freileitung ist die Gesamtheit einer der Fortleitung von Starkstrom dienenden Anlage, bestehend aus Stützpunkten — Maste und deren Gründungen —, oberirdisch verlegten Leitern mit Zubehör, Isolatoren mit Verbindungsteilen und Erdungen.
- b) Leiter sind die zwischen den Stützpunkten einer Freileitung frei gespannten blanken, isolierten oder umhüllten Seile, unabhängig davon, ob sie unter Spannung stehen oder nicht.
Bündelleiter sind Anordnungen von zwei oder mehr an Stelle eines Einfachleiters verwendeten und auf ihrer ganzen Länge in annähernd gleichem Abstand gehaltenen Teilleitern.
- c) Nennquerschnitt ist die zur normmäßigen Bezeichnung der Leiter dienende Querschnittsangabe.
- d) Sollquerschnitt eines Leiters ist der sich aus dem Seilaufbau ergebende Metallquerschnitt ohne Fertigungstoleranzen.
- e) Bruchkraft eines Leiters ist das 0,95fache der rechnerischen Bruchkraft nach DIN 48 201 und 48 204.
- f) Dauerzugspannung ist jene größte konstant gehaltene Zugspannung, die der Leiter ein Jahr lang aushält, ohne zu reißen.
- g) Höchstzugspannung ist die größte Horizontalkomponente der Seilzugspannung, die entweder bei -5°C mit der der Berechnung zugrunde gelegten Zusatzlast oder bei -20°C ohne Zusatzlast oder bei $+5^{\circ}\text{C}$ mit Windlast auftritt.
- h) Höchstzug eines Leiters ist das Produkt aus Sollquerschnitt und Höchstzugspannung.
- i) Mittelzugspannung ist die Horizontalkomponente der Seilzugspannung, die bei der Jahresmitteltemperatur (in der Regel $+10^{\circ}\text{C}$) ohne Windlast auftritt.
- k) Zusatzlast eines Leiters ist die lotrecht wirkende und längs eines Leiters gleichmäßig verteilt angenommene Belastung infolge Ansatz von Eis, Rauheis oder Schnee.
- l) Durchhang eines Leiters ist der lotrechte Abstand zwischen der Verbindungslinie seiner beiden Aufhängepunkte und dem Leiter.
- m) Unter Leiter-Zubehörteilen werden solche Teile verstanden, die mit dem Leiter unmittelbar in Berührung stehen und zum Abspannen, Verbinden und Tragen desselben dienen.
- n) Isolatoren-Verbindungsteile dienen zur Befestigung der Isolatoren an den Stützpunkten, Leiterzubehörteilen und einzelner Isolatorenglieder miteinander.
- o) Nutzzug des Mastes ist die an der Mastspitze zulässige horizontale Gesamtzugkraft abzüglich der auf die Mastspitze bezogenen Windlast auf den Mast.
- p) Spannweite ist die waagerechte Entfernung zweier benachbarter Stützpunkte.
- q) Abspannabschnitt ist der zwischen zwei aufeinander folgenden Abspannstützpunkten liegende Teil der Freileitung.
- r) Kreuzungsfeld ist der zwischen zwei benachbarten Stützpunkten liegende Teil einer Freileitung über oder unter einer gekreuzten Anlage.

III. Anforderungen**§ 4****Allgemeines**

Die Bauteile der Freileitungen sind sachgemäß auszuwählen und instandzuhalten.

A. Bemessung, Ausführung und Prüfung der Bauteile der Freileitungen**§ 5****Leiter****a) Bemessung****1. Elektrische Bemessung**

Der Leiterquerschnitt ist so zu wählen, daß die Leiter durch den durchfließenden Strom nur so weit erwärmt werden, daß ihre mechanische Festigkeit nicht unzulässig vermindert wird. Angaben über Dauerstrombelastbarkeit sind in DIN 48201, DIN 48204 und DIN 48206 enthalten.

Bezüglich der mechanischen und thermischen Kurzschlußfestigkeit sind die Bestimmungen VDE 0103 zu beachten.

2. Mechanische Bemessung

Die zulässige Höchstzugspannung nach Tafel 1, Spalte 2, und die Mittelzugspannung nach Tafel 1, Spalten 4 bzw. 6, dürfen nicht überschritten werden.

Die Seilzugspannung an den Aufhängepunkten darf in keinem Fall den Wert der zulässigen Höchstzugspannung um mehr als 5% überschreiten.

Bei Spannweiten mit annähernd gleich hohen Aufhängepunkten erübrigt sich eine Nachprüfung, wenn der größte Durchhang nach § 5c) etwa 4% der Spannweite nicht überschreitet.

Die zweifache normale Zusatzlast darf die Leiter an den Aufhängepunkten höchstens bis zur Dauerzugspannung (siehe Tafel 1, Spalte 7) beanspruchen.

In Gegenden, in denen größere Zusatzlasten als die normale regelmäßig auftreten, sind die Höchstzugspannung und die Spannweiten so zu wählen, daß die zulässigen Werte nach Tafel 1, Spalte 2, nicht überschritten werden und das 2fache der größeren Zusatzlast den Leiter höchstens bis zur Dauerzugspannung beansprucht (siehe Tafel 1, Spalte 7).

Die Werte der Mittelzugspannung nach Tafel 1, Spalten 4 und 6, gelten für Leitungen ohne Schwingungsschutz-Einrichtungen; bei Bündelleitern dürfen diese Werte bis zu 10% erhöht werden.

Je nach Wirksamkeit der Schwingungsschutz-Einrichtungen dürfen die Werte der Mittelzugspannung nach Tafel 1 höchstens um 25% erhöht werden.

Für die nicht angegebenen Leiterdurchmesser braucht die Mittelzugspannung nicht berücksichtigt zu werden. Für diese Leiterdurchmesser gelten nur die Festlegungen über die Höchstzugspannung.

Die in Tafel 1 angegebenen Werte für die Mittelzugspannung gelten für 500 m Spannweite.

Für Spannweiten unter 500 m können die Werte für die Mittelzugspannung linear mit der Spannweitenverringerung bis 150 m bis 15% erhöht werden. Bei Spannweiten unter 150 m gelten die Werte der Tafel 1 zuzüglich 15%.

Für Spannweiten über 500 m sind die Werte für die Mittelzugspannung nach Tafel 1 linear mit der Spannweitenvergrößerung bis 700 m bis 10% zu verringern. Für Spannweiten über 700 m sind besondere Maßnahmen zu treffen.

Für Leitungen mit erhöhter Schwingungsgefährdung sind ebenfalls besondere Maßnahmen zu treffen.

Tafel 1

Zulässige Höchst- und Mittelzugspannungen sowie Festigkeitswerte für Seile nach DIN 48201, 48204 und 48206

Nr.	Art des Leiters	zulässige Höchstzugspannung kp/mm ²	zulässige Mittelzugspannung*) für 500 m Spannweite und bei				Dauerzugspannung kp/mm ²
			Leiterdurchmesser von... bis mm	Mittelzugspannung ohne Schwingungsschutz kp/mm ²	Leiterdurchmesser von... bis mm	Mittelzugspannung ohne Schwingungsschutz kp/mm ²	
1	Al/St 1,4	24,0	< 25	9,0	—	—	40,1
2	Al/St 1,7	22,0	< 25	8,4	—	—	36,8
3	Al/St 4,3	14,0	12...25	5,7	—	—	24,0
4	Al/St 6,0	12,0	12...25	5,2	> 25	5,6	20,8
5	Al/St 7,7	11,0	12...25	4,8	> 25	5,2	18,9
6	Al/St 11,3	9,5	12...25	4,0	> 25	4,4	16,5
7	Al	7,0	12...25	2,8	> 25	3,0	12,0
8	E-AlMgSi/St 1,4	27,0	< 25	10,4	—	—	46,4
9	E-AlMgSi/St 1,7	25,5	< 25	10,2	—	—	43,5
10	E-AlMgSi/St 4,3	19,0	12...25	6,9	—	—	32,8
11	E-AlMgSi/St 6,0	17,5	12...25	6,2	> 25	6,7	30,0
12	E-AlMgSi/St 7,7	16,5	12...25	5,8	> 25	6,3	28,4
13	E-AlMgSi/St 11,3	15,5	12...25	4,8	> 25	5,3	26,5
14	E-AlMgSi	14,0	12...25	4,0	> 25	4,4	24,0
15	Kupfer	17,5	9...25	7,5	> 25	8,5	30,0
16	Bronze I	23,5	9...25	9,0	> 25	10,0	40,0
17	Bronze II	29,5	9...25	9,0	> 25	10,0	50,0
18	Bronze III	36,5	9...25	9,0	> 25	10,0	62,0
19	Stahl I	16,0	9...25	—	—	—	32,0
20	Stahl II	28,0	9...25	12,0	—	—	56,0
21	Stahl III	45,0	9...25	13,0	—	—	90,0
22	Stahl IV	55,0	9...25	15,0	—	—	110,0

*) Die Werte für die Mittelzugspannung gelten für den Zustand der Seile nach 2 Jahren, d. h., nachdem die bleibende Dehnung praktisch zur Ruhe gekommen ist.

b) Ausführung der Leiter

1. Werkstoffe

Für genormte Leiter sind Werkstoffe zu verwenden, deren mechanische und elektrische Werte der Tafel 2 und den DIN-Normen entsprechen.

Soweit für nicht genormte Leiter Werkstoffe verwendet werden, deren mechanische und elektrische Werte der Tafel 2 und den DIN-Normen entsprechen, erübrigt sich ein besonderer Nachweis. Werden dafür jedoch Werkstoffe verwendet, deren mechanische und elektrische Werte von Tafel 2 und den DIN-Normen abweichen, ist nachzuweisen, daß ihre Eigenschaften die für die genormten Ausführungen geforderte Sicherheit bieten.

In jedem Fall ist bei der Auswahl der Leiterwerkstoffe auf Beständigkeit gegen chemische Einflüsse zu achten.

2. Beschaffenheit der Leiter, Mindestquerschnitte

2.1 Für die Beschaffenheit und Abmessung genormter Leiter sind die DIN-Normen DIN 48200, 48201, 48202, 48204 und 48206 maßgebend. Für nichtgenormte Leiter ist nachzuweisen, daß ihre Eigenschaften die für die genormten Ausführungen geforderte Sicherheit bieten.

2.2 Eindrähtige Leiter dürfen nicht verwendet werden.

2.3 Zulässiger Mindestquerschnitt.

Der zulässige Mindestquerschnitt beträgt

für Kupfer	25 mm ² ,
für Bronze	16 mm ² ,
für Stahl	25 mm ² ,
für Aluminium	50 mm ² ,
für E-AlMgSi (Aldrey)	35 mm ² ,
für Aluminium-Stahl nach DIN 48204	35/6 mm ² ,
für E-AlMgSi/St	25/4 mm ² .

Bei nicht genormten Leitern muß der Querschnitt so groß sein, daß die Bruchkraft mindestens 600 kp beträgt.

3. Prüfung

Für die Prüfung der Leiter gilt DIN 48202.

c) Durchhang

1. Als größter Durchhang gilt der größere der Werte, die sich bei -5°C mit Zusatzlast [siehe § 9a) 1.3] oder bei $+40^{\circ}\text{C}$ (Ausnahme siehe 2.) ohne Zusatzlast ergeben.
2. Bei Leitungen, die im Sommer sehr hohe spezifische Strombelastungen aufweisen, ist mit einer Leitertemperatur von $+60^{\circ}\text{C}$ zu rechnen.
3. Für die Durchhangsberechnung gelten die in Tafel 2 enthaltenen Kennwerte der Leiterwerkstoffe.

Tafel 2
Kennwerte der Leiterwerkstoffe

	1		2	3	4	5
Nr.	Werkstoff		Drahtzahl	Eigengewicht kp/mm ² · m	Wärme- dehnungszahl E_t 1/grad	Elastizitäts- maß E kp/mm ²
1	Aluminium-Stahlseile nach DIN 48204 und E-AlMgSi-Stahlseile nach DIN 48206	Al/St 1,4	14/7	$4,91 \cdot 10^{-3}$	$1,50 \cdot 10^{-5}$	11 000
2			14/19	$4,91 \cdot 10^{-3}$	$1,50 \cdot 10^{-5}$	11 000
3		Al/St 1,7	12/7	$4,66 \cdot 10^{-3}$	$1,53 \cdot 10^{-5}$	10 700
4		Al/St 4,3	30/7	$3,75 \cdot 10^{-3}$	$1,78 \cdot 10^{-5}$	8 200
5		Al/St 6	6/1	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$1,92 \cdot 10^{-5}$	8 100
6			26/7	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$1,89 \cdot 10^{-5}$	7 700
7		Al/St 7,7	24/7	$3,36 \cdot 10^{-3}$	$1,96 \cdot 10^{-5}$	7 400
8			54/7	$3,36 \cdot 10^{-3}$	$1,93 \cdot 10^{-5}$	7 000
9			54/19	$3,36 \cdot 10^{-3}$	$1,94 \cdot 10^{-5}$	6 800
10		Al/St 11,3	48/7	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$2,09 \cdot 10^{-5}$	6 200
11	Seile aus Aluminium nach DIN 48201, Blatt 5		7	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	6 000
12			19	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 700
13			37	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 700
14			61	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 500
15			91	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 500
16	Seile aus E-AlMgSi (Aldrey) nach DIN 48201, Blatt 6		7	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	6 000
17			19	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 700
18			37	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 700
19			61	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 500
20			91	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	5 500
21	Seile aus Kupfer nach DIN 48201, Blatt 1		7	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	11 300
22			19	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	10 500
23			37	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	10 500
24			61	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	10 000
25	Seile aus Bronze nach DIN 48201, Blatt 2		7	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	11 300
26			19	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	10 500
27			37	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	10 500
28			61	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	10 000
29	Seile aus Stahl I...IV nach DIN 48201, Blatt 3		7	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	18 000
30			19	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	17 500
31			37	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	17 500
32			61	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	17 500

4. Die Leiter unterliegen bleibenden Längungen, die zu Durchhangsvergrößerungen führen. Die in Tafel 1 angegebenen Werte für die Höchstzug- und die Mittelzugspannung gelten für die Annahme, daß bei der Seilmontage die Durchhänge so verringert werden, daß der Endzustand nach 2 Jahren erreicht wird.

§ 6

Leiter-Zubehörteile

a) Bemessung

1. Elektrische Bemessung

Leiter-Zubehörteile, die auch dem Stromübergang dienen, dürfen beim höchstzulässigen Dauerstrom keine höheren Temperaturen annehmen als der Leiter selbst und müssen den zu erwartenden Kurzschluß-Beanspruchungen standhalten.

2. Mechanische Bemessung

2.1 Befestigung der Leiter an Stützenisolatoren

- 2.1.1 Zubehörteile, die zur Befestigung der Leiter an den Isolatoren dienen, müssen so bemessen sein, daß sie die äußeren Lasten nach § 9a) 1 und 2.1 aufnehmen. Außerdem müssen sie die Leiter bei den im Betrieb zu erwartenden Differenzzügen zuverlässig halten. Dies gilt nicht für Zubehörteile, die funktionsbedingt ein Durchgleiten der Leiter ermöglichen sollen.

- 2.1.2 Wird das Hauptseil beiderseits mit einem an einem zweiten Isolator befestigten Hilfsseil verbunden, so braucht die Verbindung der Leiter nur dem Höchstzug zu entsprechen.

- 2.1.3 An Winkelpunkten sind die Leiter so zu legen, daß der Winkelzug direkt vom Isolator aufgenommen wird.

2.2 Befestigung der Leiter an Isolatorenketten

- 2.2.1 Unter Zug stehende Abspannklemmen müssen den 2,5fachen Höchstzug der Leiter oder 85% der Bruchkraft der Leiter aushalten. Maßgebend ist jeweils der niedrigere Wert.

- 2.2.2 Tragklemmen müssen in ihrer Bruchkraft so bemessen sein, daß sie die äußeren Lasten nach § 9a) 1 und 2.1 bei mindestens 2,5facher Sicherheit aufnehmen. Außerdem müssen sie die Leiter bei den im Betrieb zu erwartenden Differenzzügen zuverlässig halten. Dies gilt nicht für Zubehörteile, die funktionsbedingt ein Durchgleiten der Leiter ermöglichen sollen.

2.3 Leiterverbindungen

Unter Zug stehende Leiterverbindungen müssen den 2,5fachen Höchstzug der Leiter oder 85% der Bruchkraft der Leiter aushalten. Maßgebend ist jeweils der niedrigere Wert.

b) Werkstoffe und Ausführung

Werkstoffe und Ausführung der Leiter-Zubehörteile sind so zu wählen, daß elektrolytische Zerstörungen nicht zu erwarten sind (siehe auch DIN 48215).

Leiter-Zubehörteile aus nicht rostfreiem Stahl, Temper- oder Stahlguß sind zuverlässig gegen Rosten zu schützen. Genormte Leiter-Zubehörteile müssen bezüglich der Werkstoffe und der Ausführung den DIN-Normen entsprechen. Für nicht genormte Zubehörteile ist nachzuweisen, daß ihre Eigenschaften die für die genormten Ausführungen geforderte Sicherheit bieten.

c) Prüfung

Für die Prüfung der Leiter-Zubehörteile gilt VDE 0212.

§ 7

Isolatoren

a) Bemessung

1. Elektrische Bemessung

Für die elektrische Bemessung der Isolatoren sind die VDE-Bestimmungen 0111 maßgebend.

2. Mechanische Bemessung

Für die mechanische Zuordnung der Isolatoren gilt:

2.1 Stützenisolatoren

- 2.1.1 An Trag- und Winkelmasten muß der Mittelwert der Bruchkraft der Stützenisolatoren mindestens das 3fache der auf die Isolatoren wirkenden äußeren Kräfte nach § 9a) 1 und 2.1 betragen.

- 2.1.2 Stützenisolatoren dürfen für Abspannungen nicht verwendet werden.

2.2 Kappenisolatoren

- 2.2.1 Die elektromechanische Kraft der Kappenisolatoren muß mindestens das 3,3fache der auf die Isolatoren wirkenden äußeren Kräfte nach § 9a) 1 und 2 betragen.

2.3 Vollkernisolatoren

- 2.3.1 Die Stückprüfkraft der Vollkernisolatoren muß mindestens das 2,5fache der auf die Isolatoren wirkenden äußeren Kräfte nach § 9a) 1 und 2 betragen.

- 2.3.2 Die Stückprüfkraft darf 70% des Mittelwertes der Bruchkraft nicht überschreiten.

2.4 Mehrfach-Isolatorenketten

Die zulässige Belastung einer n -fachen Kette muß dem n -fachen Wert der zulässigen Belastung einer Einzelkette gleichgesetzt werden. Dabei ist Voraussetzung, daß die Gesamtbelastung sich sowohl im Normalzustand als auch bei Bruch einer Einzelkette gleichmäßig auf die Einzelketten verteilt.

2.5 Isolatoren anderer Bauart

Bei Isolatoren anderer Bauart gelten sinngemäß die gleichen Mindestanforderungen an die Sicherheit wie für die vorgenannten Isolatorarten.

b) Werkstoffe und Ausführung

1. Werkstoffe

Für genormte Isolatoren sind Werkstoffe zu verwenden, deren mechanische und elektrische Werte VDE 0446, VDE 0449 und den DIN-Normen entsprechen.

Soweit für nicht genormte Isolatoren Werkstoffe verwendet werden, deren mechanische und elektrische Werte VDE 0446, VDE 0449 und den vergleichbaren DIN-Normen entsprechen, erübrigt sich ein besonderer Nachweis. Werden dafür jedoch abweichende Werkstoffe verwendet, so ist nachzuweisen, daß ihre Eigenschaften die für die genormten Ausführungen geforderte Sicherheit bieten.

2. Ausführung

Für die Ausführung der Isolatoren sind VDE 0446 und VDE 0449 maßgebend.

Die Isolatoren müssen gegen den Einfluß der Witterung und gegen aggressive Verunreinigung der Luft widerstandsfähig sein.

c) Prüfung

Für die Prüfung der Isolatoren gelten VDE 0446 und VDE 0449.

§ 8

Isolatoren-Verbindungssteile

a) Bemessung

1. Elektrische Bemessung

Die Isolatoren-Verbindungssteile müssen den zu erwartenden Kurzschluß-Beanspruchungen standhalten.

2. Mechanische Bemessung

2.1 Verbindungssteile für Stützenisolatoren

Verbindungssteile, die zur Befestigung der Isolatoren an den Masten dienen, müssen so bemessen sein, daß sie die äußeren Lasten nach § 9a) 1 und 2.1 bei 2,5facher Sicherheit aufnehmen können.

Für genormte Isolatorenstützen sind die auf den Normblättern angegebenen Werte für die zulässigen Beanspruchungen zu beachten (siehe DIN 48044, 48045).

Werden an Winkelmasten aus Holz für die Befestigung von Stützenisolatoren gebogene Stützen verwendet, so ist hierfür eine Ausführung zum Durchstecken mit beiderseitigen Beilagscheiben zu wählen.

2.2 Verbindungsteile für Isolatorenketten

2.2.1 Die Verbindungsteile müssen so bemessen sein, daß sie die äußeren Lasten nach § 9a) 1 und 2 bei den unter 2.2.2 angegebenen Sicherheiten aufnehmen können.

2.2.2 Die Sicherheit der Verbindungsteile, bezogen auf ihre Bruchkraft, muß mindestens betragen:

für Verbindungsteile aus Stahl: das 3,3fache,

für Verbindungsteile aus Temperguß und Stahlguß: das 4fache,

für Verbindungsteile aus anderen Werkstoffen:

aus Gußlegierung: das 5fache,

aus Knetlegierung: das 3,3fache.

2.2.3 Für genormte Verbindungsteile gelten die in den DIN-Normen festgelegten Mindestbruchkräfte, für nicht genormte Teile ist nachzuweisen, daß ihre Eigenschaften die für die genormten Ausführungen geforderte Sicherheit bieten.

2.2.4 Bei Mehrfach-Isolatorenketten dürfen bei Bruch einer Einzelkette die verbleibenden zugbeanspruchten Verbindungsteile bis zu 50% ihrer Bruchkraft beansprucht werden.

2.2.5 Verbindungsteile, die zum Zusammenbau von Mehrfach-Isolatorenketten dienen, sind so auszuführen, daß eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Belastung auf die einzelnen Isolatorenketten gewährleistet ist. Diese Forderung muß auch bei Bruch einer Einzelkette noch eingehalten werden.

b) Werkstoffe und Ausführung

1. Genormte Verbindungsteile müssen bezüglich des Werkstoffes und der Ausführung den DIN-Normen entsprechen. Für nicht genormte Verbindungsteile ist nachzuweisen, daß ihre Eigenschaften die für die genormten Ausführungen geforderte Sicherheit bieten.

2. Verbindungsteile aus nicht rostfreiem Stahl, Temper- oder Stahlguß sind zuverlässig gegen Rosten zu schützen.

c) Prüfung

Für die Prüfung der Verbindungsteile für Isolatorenketten gilt VDE 0212.

§ 9

Maste

a) Äußere Kräfte (Lastannahmen)

Maste, Querträger und Mastgründungen sind nach ihrem Verwendungszweck für die höchsten gleichzeitig zu erwartenden äußeren Kräfte zu bemessen.

1. Lotrechte Kräfte (Lasten)

1.1 Eigengewichte

Als solche gelten die Gewichte der Maste und Querträger.

1.2 Ständige Lasten

Als solche gelten die Gewichte der Ausrüstung und der Leiter der anteiligen Spannfeldlängen. Hoch- und Tiefzüge sind zu berücksichtigen.

1.3 Zusatzlasten

Für die Leiter ist die Zusatzlast mit dem Wert $(0,5 + 0,01 d)$ in kp/m Leiter- bzw. Teilleiterlänge anzunehmen. Hierin ist d der Leiterdurchmesser in Millimetern.

Für Isolatoren ist die Zusatzlast mit 2,5 kp für 1 m Kettenlänge zu berücksichtigen.

Für Maste und Querträger ist keine Zusatzlast anzunehmen.

In Gegenden, in denen größere Zusatzlasten als die normale regelmäßig auftreten, sind diese zu berücksichtigen.

1.4 Als Montagelasten der Querträger sind zusätzlich für Trag- und Winkeltragmaste mindestens 100 kp , für alle übrigen Maste mindestens 300 kp anzunehmen, und zwar bei Gitterkonstruktionen an dem jeweils ungünstigsten Untergurt-Knotenpunkt einer Querträgerwand, sonst in Querträgerachse am Befestigungspunkt eines Leiters. Zusatzlast ist nicht gleichzeitig zu berücksichtigen.

Für begehbare Horizontalstäbe ist eine Montagelast von 100 kp in Stabmitte wirkend, jedoch ohne sonstige Lasten, anzunehmen.

Dabei gelten die für Ausnahmebelastung zulässigen Beanspruchungen.

2. Waagerechte Kräfte (Lasten)

2.1 Windlast

Die Windrichtung ist waagerecht, die Windlast rechtwinklig zu der vom Wind getroffenen Fläche wirkend ohne Berücksichtigung einer gleichzeitigen Vereisung anzunehmen.

Die Windlast ist: $W = c q F$ in kp .

Für Leiter bzw. Teilleiter ergibt sich die Windlast

für Spannweiten bis 200 m: $W = c q d L$,

für Spannweiten über 200 m: $W = c q d (80 + 0,6 L)$ in kp .

Hierin bedeuten:

c einen Staudruckbeiwert, der von der Gestalt, Ausdehnung und Oberflächenbeschaffenheit des vom Wind getroffenen Körpers abhängig ist (siehe Tafel 4),

$q = \frac{v^2}{16}$ den Staudruck in kp/m^2 (siehe Tafel 3),

F die vom Wind getroffene Fläche in m^2 ,

v die Windgeschwindigkeit in m/s ,

L das arithmetische Mittel der benachbarten Spannfelder,

d den Leiter- bzw. Teilleiterdurchmesser in m .

Die Windlast auf die Leiter ist für die Höhe ihrer Aufhängepunkte zu ermitteln.

Bei Freileitungen bis zu 20 m Höhe über Gelände darf der Staudruck abweichend von Tafel 3 bei Bauteilen, die bis zu 15 m über Gelände liegen, auf 55 kp/m^2 , bei Leitern auf 44 kp/m^2 ermäßigt werden. Bei Bauteilen und Leitern dieser Freileitungen, die zwischen 15 und 20 m über Gelände liegen, ist mit dem Staudruck nach Tafel 3 zu rechnen.

Tafel 3
Staudruck

1	2	3
Höhe über Gelände m	Staudruck q kp/m^2	
	Maste, Querträger, Isolatoren	Leiter
0 bis 40	70	53
über 40 bis 100	90	68
über 100 bis 150	115	86
über 150 bis 200	125	95

Bei quadratischen oder rechteckigen Fachwerkmasten ist nur die Fläche der dem Wind zugekehrten Fachwerkwand zu berücksichtigen. Der Winddruck auf Fachwerkverbände, deren Ebenen in der Windrichtung liegen, darf vernachlässigt werden.

2.1.1 Bei über 60 m hohen Masten (Masthöhe bis Oberkante oberster Querträger in waagerechter oder geneigter Anordnung) ist der Wind auf Maste über Eck zu berücksichtigen. Dabei ist die Windlast über Eck bei quadratischen und rechteckigen Mastkonstruktionen für einen Windeinfallswinkel von 45° zu einer Mastwand anzunehmen. Diese Windlast ist so zu ermitteln, daß der Staudruck in seine Komponenten rechtwinklig und gleichlaufend zu den

Flächen der Seitenwände zerlegt wird. Als Windangriffsflächen sind dabei die den jeweiligen Komponenten zugekehrten Flächen dieser beiden Mastwände einzusetzen. Die gesamte Windlast auf den Mast ist $k \cdot W$; für vierstielige Maste aus Stahl ist $k = 1,1$. Dazu sind rechtwinklig zum Seil 80% der maximalen Windlast auf den Leiter anzunehmen.

Bei allen im vorstehenden nicht erfaßten, schräg angeströmten Flächen ist für die Ermittlung der Windlast in Windrichtung die in dieser Richtung gesehene Ansichtsfläche einzusetzen.

- 2.1.2 In besonders windgefährdeten Gegenden ist mit einer den örtlichen Verhältnissen entsprechend höheren Windlast zu rechnen.

2.2 Belastung durch Leiterzüge

Die Leiterzüge sind je nach Belastungsfall [siehe b) 2.] anzunehmen.

b) Verwendungszweck der Maste, Lastfälle

1. Einteilung der Maste nach dem Verwendungszweck (siehe Tafel 5, Spalte 1).

Tafel 4
Staudruckbeiwerte*)

Nr.	1	2
	Bauteil	Staudruckbeiwert c
1	Ebene Fachwerkwände aus Profilen	1,6
2	Quadratische oder rechteckige Fachwerkmaste aus Profilen	2,8
3	Ebene Fachwerkwände aus Rohren	1,2
4	Quadratische oder rechteckige Fachwerkmaste aus Rohren	2,1
5	Holzmaste, Stahlrohrmaste, Stahlbetonmaste mit kreisförmigem Querschnitt	0,7
6	Doppelmaste aus Holz**), Stahlrohren, Stahlbeton mit kreisförmigem Querschnitt	
	a) in der Mastebene	
	der dem Wind zugekehrte Mastteil	0,7
	der im Windschatten liegende Mastteil	—
	für $a < 2 d_m$	
	für $a = 2 d_m$ bis $a = 6 d_m$	0,35
	für $a > 6 d_m$	0,7
	b) rechtwinklig zur Mastebene, wobei Achsabstand $a < 2 d_m$	0,8
7	Stahlrohr- und Stahlbetonmaste mit sechs- und achteckigem Querschnitt	1,0
8	Leiter bis 12,5 mm Durchmesser	1,2
9	Leiter über 12,5 mm Durchmesser	1,1
10	Leiter über 15,8 mm Durchmesser	1,0

*) Für alle hier nicht aufgeführten Bauformen gelten sinngemäß die Staudruckbeiwerte nach DIN 1055, Blatt 4, Tabelle 2.

**) d_m mittlerer Durchmesser
Bei A-Masten ist a in halber Höhe des Mastes über Gelände zu messen.

Tafel 5
Verwendungszweck der Masten, Lastfälle
(Mastschäfte, Erdseilstützen und Fundamente)

Nr.	1 Mastart	2 Normalbelastung nach b) 2.1.1	3 Ausnahmebelastung nach b) 2.1.2
1.	Tragmaste	<p>α) Windlast senkrecht zur Leitungsrichtung auf Mast, Kopfausrüstung (Querträger, Isolatoren) und auf die halbe Länge der Leiter der beiden Spannungsfelder. Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlast.</p> <p>β) Windlast in der Leitungsrichtung auf Mast und Kopfausrüstung (Querträger, Isolatoren). Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlast.</p> <p>γ) Kräfte, die in Mastmitte, in der Höhe und in der Richtung der Leiter angenommen werden und gleich einem Viertel der Windlast senkrecht zur Leitungsrichtung auf die halbe Länge der Leiter der beiden Spannungsfelder zu setzen sind. Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlast.</p> <p>Dieser Lastfall braucht nur bei Masten von mehr als 10 m Länge berücksichtigt zu werden.</p> <p>δ) Windlast nach a) 2.1.1 auf Mast, Kopfausrüstung und -Leiter. Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlast.</p> <p>Dieser Lastfall braucht nur bei Masten mit Höhen über Gelände von mehr als 60 m berücksichtigt zu werden.</p> <p>ε) Lotrechte Kräfte mit Zusatzlast.</p>	<p>Die Normalbelastungen nach Fall α), β), γ) und δ) bleiben unberücksichtigt. Nur die Belastung nach b) 2.1.2 kommt in Betracht. Keine Windlast; lotrechte Kräfte mit Zusatzlast.</p>
2.	Winkeltragmaste und Winkelmaste	<p>α) Die Mittelkräfte der Höchstzüge der Leiter, gleichzeitig Windlast auf Mast und Kopfausrüstung in Richtung der Gesamtmittelkraft oder in entgegengesetzter Richtung. Gleichzeitig lotrechte Kräfte mit Zusatzlast.</p> <p>β) Die Mittelkräfte der unter Windlast erhöhten Leiterzüge bei $\pm 5^\circ\text{C}$ und gleichzeitig Windlast in Richtung der Halbierenden des Leitungswinkels auf Mast, Kopfausrüstung und auf die halbe projizierte Länge der Leiter der beiderseitigen Spannungsfelder. Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlast.</p> <p>γ) Die Mittelkräfte der Leiterzüge bei $\pm 5^\circ\text{C}$ und gleichzeitig Windlast senkrecht zur Halbierenden des Leitungswinkels auf Mast, Kopfausrüstung und die halbe projizierte Länge der Leiter der beiderseitigen Spannungsfelder. Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlast.</p> <p>δ) Windlast nach a) 2.1.1 auf Mast, Kopfausrüstung und Leiter und die Mittelkräfte der unter Windlast erhöhten Leiterkräfte bei $\pm 5^\circ\text{C}$. Gleichzeitig lotrechte Kräfte ohne Zusatzlasten.</p> <p>Dieser Lastfall braucht nur bei Masten mit Höhen über Gelände von mehr als 60 m berücksichtigt zu werden.</p>	<p>Die Normalbelastung nach α) und die Belastung nach b) 2.1.2 sind gleichzeitig anzunehmen.</p> <p>Dabei ist die Normalbelastung ohne Wind und unter Berücksichtigung der Verminderung eines Leiterzuges nach b) 2.1.2 anzusetzen. Lotrechte Kräfte mit Zusatzlast.</p>
3.	Abspannmaste	<p>α) wie 1 α) bzw. 2 α)</p> <p>β) wie 2 β)</p> <p>γ) wie 2 δ)</p> <p>δ) Zwei Drittel der größeren einseitigen Höchstzüge der Leiter in Mastmitte wirkend und gleichzeitig Windlast auf Mast und Kopfausrüstung in Richtung der Querträger. Gleichzeitig lotrechte Kräfte mit Zusatzlasten</p>	<p>Die Normalbelastung nach α) und die Belastung nach b) 2.1.2 sind gleichzeitig anzunehmen.</p> <p>Dabei ist die Normalbelastung ohne Wind und unter Berücksichtigung der Verminderung eines Leiterzuges anzusetzen. Lotrechte Kräfte mit Zusatzlasten.</p> <p>Die Normalbelastungen nach β) und γ) sind nicht gleichzeitig mit der Belastung nach b) 2.1.2 anzunehmen.</p>

Nr.	1	2	3
	Mastart	Normalbelastung nach b) 2.1.1	Ausnahmebelastung nach b) 2.1.2
4.	Endmaste	<p>α) Die gesamten einseitigen Höchstzüge der Leiter und gleichzeitig die in Querträgerichtung auf Mast und Kopfausrüstung wirkende Windlast. Gleichzeitig lotrechte Kräfte mit Zusatzlasten.</p> <p>β) wie 2 δ)</p>	<p>Die Normalbelastung und die Belastung nach b) 2.1.2 sind gleichzeitig anzunehmen.</p> <p>Dabei ist die Normalbelastung ohne Wind und unter Berücksichtigung der Verminderung eines Leiterzuges anzusetzen. Lotrechte Kräfte mit Zusatzlasten.</p>
5.	Abzweig- und Verteilungsmaste	<p>α) Die größte Mittelkraft aus den Kräften bei Normalbelastung, die sich aus dem Verwendungszweck des Mastes für die einzelnen Leitungen ergeben und gleichzeitig Windlast auf Mast und Kopfausrüstung in Richtung der jeweils ungünstigst beanspruchten Mastachse. Gleichzeitig lotrechte Kräfte mit Zusatzlasten.</p> <p>β) wie 2 δ)</p>	<p>Die Normalbelastung und die Belastung nach b) 2.1.2 sind gleichzeitig anzunehmen.</p> <p>Dabei ist die Normalbelastung ohne Wind und unter Berücksichtigung der Verminderung eines Leiterzuges anzusetzen. Lotrechte Kräfte mit Zusatzlasten.</p>
6.	Als Stützpunkte verwendete Bauwerke	Die Bauwerke müssen die durch den Höchstzug der Leiter hervorgerufenen Spannungen aufnehmen können.	

2. Lastfälle (siehe Tafel 5, Spalten 2 und 3)

Soweit nicht außergewöhnliche Verhältnisse eine besondere Regelung erfordern, sind für Windlast, Leiterzug, Eigengewicht, ständige Lasten, Zusatzlasten und Montagelasten die nachstehend aufgeführten äußeren Lasten als wirksam anzunehmen. Für die Berechnung der einzelnen Mastarten gelten die in Tafel 5 zusammengestellten Annahmen.

2.1 Lastfälle für Mastschaft

2.1.1 Normalbelastung

Hierfür gelten die in Tafel 5, Spalte 2, angeführten Lastfälle. Diese sind jedoch nicht gleichzeitig anzunehmen, sondern es sind die Fälle auszuwählen, bei denen in den einzelnen Bauteilen die größten Spannungen auftreten.

Bei Abspannmasten, die ständigen Differenzzügen ausgesetzt sind, sind diese zu berücksichtigen.

Bei Masten, die vorläufig nur teilweise belegt werden, muß dieses bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Bei Masten, die einer Verdrehungsbelastung unterworfen sind, ist gleichzeitig das Drehmoment zu berücksichtigen.

2.1.2 Ausnahmebelastung

Alle Maste, ausgenommen Einfach-, Doppel- und A-Maste aus Holz, sind außerdem unter der Annahme zu berechnen, daß durch ungewollte Verminderung eines Leiterzuges eine Verdrehungsbelastung hervorgerufen wird.

Im einzelnen gelten hierfür folgende Berechnungsgrundlagen:

2.1.2.1 Bei Tragmasten und Winkeltragmasten ist diese Verminderung eines Leiterzuges dadurch zu berücksichtigen, daß einer der Leiterzüge einseitig um die Hälfte vermindert angenommen wird. In Gegenden, in denen nachweislich größere Zusatzlasten als die normale regelmäßig auftreten, ist bei Tragmasten und Winkeltragmasten mit der Verminderung um einen vollen Höchstzug eines Leiters zu rechnen.

2.1.2.2 Wenn Bündelleiter verlegt werden, ist bei Tragmasten und Winkeltragmasten diese Verminderung eines Leiterzuges so zu berücksichtigen, daß

einer der Leiterzüge einseitig um ein Viertel des vollen Höchstzuges des Bündelleiters vermindert angenommen wird. In Gegenden, in denen nachweislich größere Zusatzlasten als die normale regelmäßig auftreten, ist diese Verminderung eines Leiterzuges dadurch zu berücksichtigen, daß ein einseitiger Leiterzug um die Hälfte des vollen Höchstzuges des Leiters vermindert angenommen wird.

2.1.2.3 Bei Tragmasten und Winkeltragmasten für Freileitungen bis 30 kV mit Querträgerausladung bis 2,5 m, bei denen der Nutzzug mindestens 30% des Höchstzuges eines Leiters ist, gilt für Tragmaste und Winkeltragmaste die gleiche Lastannahme wie unter Abs. 2.1.2.2.

2.1.2.4 Bei allen anderen Masten ist mit der Verminderung um einen vollen Höchstzug eines Leiters zu rechnen.

2.1.2.5 Wenn Maste mehr als 2 Stromkreise tragen (Mehrfachleitungsmaste), so ist für den 3. und 4. bzw. 5. und 6. Stromkreis jeweils die Hälfte der nach 2.1.2.1, 2.1.2.2 und 2.1.2.4 anzunehmenden Belastung zusätzlich zu berücksichtigen. Die einseitigen, in gleicher Richtung wirkenden Leiterzüge und die Reihenfolge der Stromkreise sind dabei so anzusetzen, daß sich in den einzelnen Bauteilen die ungünstigsten Beanspruchungen ergeben.

Unabhängig von der Anordnung der Stromkreise ist je Querträgerhälfte nur die Verminderung um einen vollen Höchstzug eines Leiters zu berücksichtigen.

2.1.2.6 Wird durch besondere Maßnahmen (Entlastungsklemmen, bewegliche Ausleger, Spannseile oder dgl.) die Verdrehungsbelastung der Maste verhindert oder vermindert, so darf dies bei der Berechnung in dem Maße berücksichtigt werden, wie es durch die besonderen, die Verdrehungsbelastung vermindern Maßnahmen selbst erreicht wird. Verminderung durch das Ausschwingen der Isolatorenketten gilt z. B. nicht als eine solche Maßnahme.

2.1.2.7 Die Leiterzüge für die Ausnahmebelastung sind an den Stellen anzusetzen, für die sich in den einzelnen Bauteilen die größten Spannungen ergeben. Windlast ist nicht zu berücksichtigen.

2.2 Lastfälle für Querträger

2.2.1 Normalbelastung

Querträger der Tragmaste müssen die Belastung nach a), die Querträger der Winkeltragmaste und Winkelmaste die Belastung nach a) sowie die Mittelkräfte der Höchstzüge aufnehmen können.

Querträger der Abspannmaste müssen die Belastung nach a) sowie den einseitigen Höchstzug eines Leiters an der ungünstigsten Stelle und zwei Drittel der einseitigen Höchstzüge der übrigen an ihm befestigten Leiter aufnehmen können.

Querträger der Endmaste und der Abzweig- und Verteilungsmaste müssen entsprechend dem Verwendungszweck der Querträger die Belastung nach a) sowie die einseitigen Höchstzüge der Leiter aufnehmen können.

2.2.2 Ausnahmebelastung

2.2.2.1 Querträger für die nach 2.1.2 zu berechnenden Tragmaste, Winkeltragmaste und Winkelmaste sind mit den nach 2.1.2 im jeweiligen Fall anzusetzenden Leiterzügen zu berechnen, für die sich in den einzelnen Bauteilen der Querträger die größten Spannungen ergeben. Lotrechte Kräfte infolge Eigengewicht, ständige Last und Zusatzlast oder Montagelast sind gleichzeitig anzunehmen. Bei Winkeltragmasten und Winkelmasten sind außerdem die Mittelkräfte der Höchstzüge zu berücksichtigen.

Querträger für die nach 2.1.2 zu berechnenden Abspannmaste, Endmaste sowie Abzweig- und Verteilungsmaste sind mit den nach 2.2.1 im jeweiligen Fall anzusetzenden Leiterzügen sowie mit den lotrechten Kräften infolge Eigengewicht, ständige Lasten und Montagelast ohne Zusatzlast zu berechnen.

2.2.2.2 Werden für die Befestigung der Leiter am Querträger Mehrfachketten verwendet, so ist für die Bemessung der Querträger und seiner Bauteile unter Berücksichtigung der Lasten nach 2.2.1 und 2.2.2.1 auch der Fall des Risses einer Einzelkette in der ungünstigsten Lage zu berücksichtigen.

c) Ausführung der Maste

1. Holzmaste

1.1 Allgemeine Bestimmungen

1.1.1 Holzmaste müssen DIN 48350 entsprechen.

1.1.2 Holzmaste, die länger als 3 Jahre verwendet werden, müssen in ihrer ganzen Länge wirksam gegen Fäulnis geschützt sein. Alle Schnitt- und Bohrflächen sind entsprechend zu schützen.

1.1.3 A-Maste müssen DIN 48351 entsprechen.

1.1.4 Doppelmaste müssen sachgemäß miteinander verbunden werden. Zu verdübelnde Doppelmaste sind auf ihrer ganzen Länge mit 4 bis 6 Dübeln zu versehen und zu verschrauben.

1.2. Festigkeitsberechnung und zulässige Spannungen

1.2.1 Festigkeitsberechnung

Die Werte des zulässigen Nutzzuges für Einfach-Holzmaste sind Spalte 5 der Holzmasttafeln von DIN 48350 zu entnehmen.

Berechnung von A-Masten erfolgt nach DIN 48351. Bei verdübelten Doppelmasten in der Ausführung entsprechend 1.1.4 darf das 3fache Widerstandsmoment des einfachen Mastes eingesetzt werden, wenn die Krafrichtung in der durch die beiden Mastachsen gehenden Ebene liegt. Alle übrigen Doppelmaste sind nur als zweifache Einfachmaste anzusehen.

1.2.2 Zulässige Spannungen

Holzmaste und Schwellen sind so zu bemessen, daß die nachstehenden Spannungen nicht überschritten werden:

	Nadelhölzer kp/cm ²	Harthölzer kp/cm ²
Zug oder Biegung	145	190
Druck in Faserrichtung	110	120
Druck quer zur Faserrichtung	35	50
Abscheren in Faserrichtung	18	20
Abscheren senkrecht zur Faserrichtung	30	40

Hierbei ist bei Rundholz eine Biegefestigkeit von 500 kp/cm² für Nadelholz und 800 kp/cm² für Hartholz angenommen.

Für geschnittene Hölzer, mit Ausnahme von Schwellen, sind die zulässigen Spannungen nach DIN 1052 einzusetzen.

2. Stahlmaste

Berechnung und zulässige Spannungen

2.1 Bei Gittermasten ist die Mittelkraft aus Leiterzügen und die Windlast in zu den Mastwänden parallele Kräfte zu zerlegen. Dafür sind die in diesen Mastwänden wirkenden Kräfte zu ermitteln. In den Eckstielen treffen die Stabkräfte aus je zwei Mastwänden zusammen.

2.2 Für die näherungsweise Berechnung der Gittermaste nach b) 2.1.2 können folgende Formeln angewendet werden:

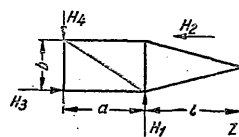


Bild 1

$$M_d = Z \left(1 + \frac{a}{2} \right)$$

$$H_1 = \frac{M_d}{2a} + \frac{Z}{2}$$

$$H_2 = H_3 = \frac{M_d}{2b}$$

$$H_4 = \frac{M_d}{2a} - \frac{Z}{2}$$

Tafel 6

Maßgebende Werte der Stahlquerschnitte für verschiedene Beanspruchungsarten

Nr.	a Art der Beanspruchung	b Spannungsart	c Anmerkungen	d Maßgebender Querschnittswert
1	Bauteile auf Längskraft	Druck		F
2				$F - \Delta F$
3		Zug	Winkel, nur an einem Schenkel mit mindestens 2 Nieten oder Schrauben angeschlossen	$0,8 (F - \Delta F)$
4			Winkel, insgesamt nur mit 1 Niet oder 1 Schraube angeschlossen	$F_1 - \Delta F$
5	Bauteile auf Querkraft	Schub		F_{Steg}
6	Bauteile auf Biegung	Druck		$W_d = \frac{I}{e_d}$
7		Zug		$W_z = \frac{I - \Delta I}{e_z}$
8	Niete und Paßschrauben auf Abscheren	Abscheren		$F_s = \frac{\pi}{4} d_s^2$
9		Lochleibungsdruck		$F_L = d_B t$
10	Rohe Schrauben auf Abscheren	Abscheren		$F_s = \frac{\pi}{4} d_s^2$
11		Lochleibungsdruck		$F_L = d_s t$
12	Paßschrauben und rohe Schrauben auf Zug	Zug		$F_K = \frac{\pi}{4} d_K^2$

Erläuterungen zu Tafel 6

In Tafel 6 bedeuten:

F	den Vollquerschnitt des Stabes
ΔF	die Summe der Flächen aller in die ungünstigste Reißlinie fallenden Löcher
F_1	den Querschnitt des angeschlossenen Schenkels
F_{Steg}	den maßgebenden Querschnitt des Steges; anliegende Gurtwinkelschenkel bleiben unberücksichtigt. Die Summe der Flächen aller in die ungünstigste Reißlinie des Stegquerschnitts fallenden Löcher ist abzuziehen.
I	Das Trägheitsmoment des ungelochten Querschnitts (= maßgebendes Trägheitsmoment des Stabes für die Druckrandspannung bei Biegung)
ΔI	die Summe der Trägheitsmomente aller in die ungünstigste Reißlinie fallenden Löcher der Zuggurtflächen, bezogen auf die Schwerachse des unverschwächten Querschnitts. Zu den Gurtflächen gehören nur die abstehenden Querschnittsteile, wie Gurtplatten, Schenkel von Gurtwinkeln oder die Flansche von Walzträgern.
e_d, e_z	den Abstand der Randfaser am Druck- bzw. Zugrand von der Schwerachse des unverschwächten Querschnitts
W_d	das maßgebende Widerstandsmoment des Stabes für die Druckrandspannung bei Biegung
W_z	das maßgebende Widerstandsmoment des Stabes für die Zugrandspannung bei Biegung
F_s	den Scherquerschnitt des Nietes bzw. der Schraube
F_L	die Lochleibungsfläche
F_K	den Kernquerschnitt der Schraube
d_B	den Durchmesser der Bohrung
d_s	den Durchmesser des Schraubenschaftes
d_K	den Kerndurchmesser der Schraube
t	die ungünstigste Dicke der zu verbindenden Bauteile

Bei Anwendung dieses Verfahrens darf das Verhältnis a/b nicht größer als 1,5 sein, die Form des Mastes muß prismatisch sein oder einem Pyramidenstumpf entsprechen, und in allen Querträgerebenen müssen waagerechte Verbände angeordnet sein, deren Festigkeit nachzuweisen ist.

- 2.3 Andere als in Tafel 7 angegebene Stahlsorten dürfen verwendet werden, wenn ihre mechanischen Gütewerte vollständig aus der für sie geltenden Gütevorschrift oder Werknorm hervorgehen und mindestens denjenigen von St 37 gleichwertig sind.

In Tafel 6 sind die maßgebenden Querschnittswerte und in Tafel 7 die zulässigen Spannungen für St 37, St 52 und für die zugehörigen Schrauben und Niete angegeben.

Für einen anderen zugelassenen Stahl darf die zulässige Zug- oder Biegespannung aus der in Tafel 7,

Zeile 1 für St 37 angegebenen Spannung durch Multiplizieren mit dem Faktor $\beta_s/2400$ kp/cm² ermittelt werden, wobei β_s die in seiner Gütevorschrift garantierte Streckgrenze des betreffenden Stahles in kp/cm² bedeutet.

Tafel 7

Zulässige Spannungen für Bauteile aus Stahl

Nr.	Art der Beanspruchung und Werkstoff	1	2	3
			Normalbelastung (Tafel 5, Spalte 2) kp/cm ²	Ausnahmebelastung (Tafel 5, Spalte 3) kp/cm ²
1	Zug- und Biegespannung	St37 St52	1600 2400	2200 3300
2	Scherspannung der Niete und der Paßschrauben (DIN 7968)	St36 bzw. 3.6 ¹⁾ St44 bzw. 5.6 ¹⁾	1600 2400	2200 3300
3	Lochleibungsdruck bei Verwendung von Nieten oder Paßschrauben	Bauteile Niete oder Paßschrauben St37 St36 bzw. 3.6 ¹⁾ St52 St44 bzw. 5.6 ¹⁾	4000 4800	5500 6600
4	Scherspannung der rohen Schrauben (DIN 7990)	3.6 ¹⁾ 5.6 ¹⁾	1120 1500	1540 2060
5	Lochleibungsdruck der rohen Schrauben	Bauteile Schrauben St37 3.6 ¹⁾ St37 5.6 ¹⁾ St52 5.6 ¹⁾	2500 2860 3340	3400 3930 4600
6	Zugspannung der rohen Schrauben und der Paßschrauben	3.6 ¹⁾ 5.6 ¹⁾	1120 1500	1540 2060

¹⁾ nach DIN 267

Für Schweißnähte nach 2.12 gelten bei Normalbelastung die nach DIN 4100 (Ausgabe Dezember 1956) Tabelle 1 Zeile 6 bis 15 für den Lastfall H zulässigen Spannungen*); für die Ausnahmelastung sind die 1,375fachen Spannungen zulässig.

- 2.4 Als gerade, mittig gedrückte Stäbe gelten nur die, die nach dem Bauentwurf als solche angegeben werden. Bei den auf Druck beanspruchten Eckstielen der Gittermaste mit gemittelter Schwerachse darf die Außermittigkeit des Kraftangriffes unberücksichtigt bleiben.

Bei gedrückten, aus einem einzelnen Winkelstahl gebildeten Füllstäben der Gittermaste, die mit einem der beiden Winkelschenkel an den Eckstiel oder ein Knotenblech angeschlossen sind, darf die Außermittigkeit des Kraftangriffes unberücksichtigt bleiben.

- 2.5 Die Stabkraft S eines Druckstabes ist mit der Knickzahl ω zu multiplizieren; im übrigen ist der Stab hinsichtlich der zulässigen Spannung wie ein Zugstab, jedoch mit unverschwächter Querschnittsfläche zu berechnen.

Daher muß sein:

$$\frac{\omega S}{F} \leq \sigma_{zul}.$$

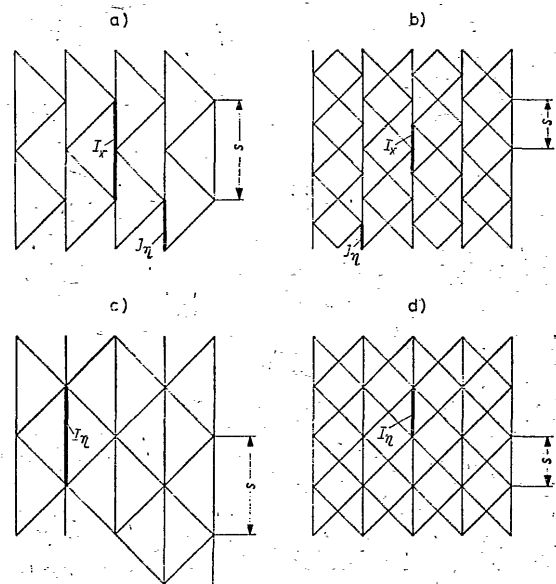
Für die verschiedenen Schlankheitsgrade λ von Stäben aus Flußstahl St 37 ist ω aus Tafel 8 zu entnehmen (Werte für St 52 siehe DIN 4114).

Der Schlankheitsgrad bei Stäben von Gittermasten ist nicht begrenzt.

- 2.6 Wenn die Stabenden von Druckstäben gegen seitliches Ausweichen gesichert sind, gilt als Knicklänge s_k bei den Eckstielen der Gittermaste die Länge der Netzlinie s des Stabes.

Für die Bemessung von Diagonalstäben, deren Enden unverschieblich festgehalten sind und deren Quer-

schnitt kleiner ist als der der Eckstiele, gilt bei einfachen und gekreuzten Diagonalzügen (Bild 2a bis d) die in DIN 4114 Blatt 2 Ri 6.48 angegebene Knicklänge $s_k = 0,9 s$. Bei zwei sich kreuzenden Diagonalstäben, von denen der eine Druck und der andere Zug erhält, ist der Kreuzungspunkt als ein in der Trägerebene und senkrecht dazu festliegender Punkt zu betrachten, wenn die sich kreuzenden Stäbe ordnungsgemäß miteinander verbunden sind. Diese verringerte



Knicklänge $s_k = 0,9 s$ darf für das Ausknicken rechtwinklig zur Wandebene bei Diagonalen angenommen werden, die in der Wandebene durch Sekundärfachwerk gegen Ausknicken ausgesteift sind und in ihrem Kreuzungspunkt durch einen aussteifenden, nicht in

*) Fußnote nicht abgedruckt.

Tafel 8

Knickzahl ω abhängig vom Schlankheitsgrad λ

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250

Zwischenwerte brauchen nicht eingeschaltet zu werden.

In Tafel 8 bedeuten:

$$\lambda = \frac{s_k}{i}, \text{ wobei } i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

I das für die Berechnung in Frage kommende Trägheitsmoment des unverschwächten Stabes in cm^4

$$\omega = \frac{\text{zulässige Zug- und Biegespannung}}{\text{zulässige Druckspannung}} = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d,zul}}$$

$\sigma_{zul} = 1600 \text{ kp/cm}^2$ bzw. 2200 kp/cm^2 .

$\sigma_{d,zul} = 1400 \text{ kp/cm}^2$.

der Wandebene liegenden Verband unverschieblich gehalten werden.

Bei K-Fachwerk kann $s_k = 0,9 s$ nur dann angesetzt werden, wenn am Schnittpunkt der Diagonalen ein aussteifender Verband vorhanden ist.

In allen anderen Fällen ist $s_k = s$ zu setzen.

- 2.7 Ist das Ausknicken eines Stabes durch Anschlüsse innerhalb der Knicklänge an eine bestimmte Richtung gebunden, so ist das Trägheitsmoment auf die zu dieser Richtung senkrecht stehende Achse zu beziehen.

Bestehen bei einem Gittermast die Eckstiele aus gleichschenkligen Winkelstählen und sind die Diagonalen nach Bild 2a oder 2b angeordnet, so ist bei der Berechnung der Eckstiele das Trägheitsmoment I_x einzusetzen.

Bei der Anordnung der Diagonalen nach Bild 2c oder 2d ist das kleinste Trägheitsmoment I_y einzusetzen.

Die Knicklänge der Eckstiele (Bild 2a und 2b) kann $s_k = s$ gesetzt werden, wenn der Schlankheitsgrad

$$\lambda_k = \frac{s_k}{i_x} \leq 80 \text{ ist.}$$

Bei $\lambda_k > 80$ darf dann $s_k = s$ gesetzt werden, wenn die Stabkräfte von oben nach unten zunehmen und die Stablängen im oberen Teil des Mastes bzw. Mastschusses nicht größer sind als im unteren. Ist dies nicht der Fall, so muß $s_k = 1,1 s$ gesetzt werden.

- 2.8 Bei Stäben mit gleichbleibendem Querschnitt, die planmäßig außermittig durch eine Druckkraft S , deren Kraftangriffspunkt auf einer der beiden Hauptachsen liegt, oder die neben einer Druckkraft S planmäßig von einem von S abhängigen oder unabhängigen in einer Hauptebene wirkenden Biegemoment M beansprucht werden, darf für das Knicken in der Momentenebene bei Stabquerschnitten, deren Schwerpunkt vom Biegezug- und Biegedruckrand den gleichen Abstand hat, oder deren Schwerpunkt dem Biegezugrand näher liegt, die aus der Gleichung

$$\sigma = \frac{\omega S}{F} + 0,9 \frac{M}{W_d}$$

errechnete (gedachte) Randspannung die für Zug und Biegung nach Tafel 7 zulässige Spannung σ_{zul} nicht überschreiten.

Die Momente M und das Widerstandsmoment W_d sind dabei auf eine Querschnittshauptachse des ungeschwächten Querschnitts zu beziehen. Bei Stabquerschnitten, deren Schwerpunkt dem Biegedruckrand näher als dem Biegezugrand liegt, müssen die beiden Bedingungen

$$\frac{\omega S}{F} - 0,9 \frac{M}{W_d} \leq \sigma_{zul}$$

$$\frac{\omega S}{F} - \frac{300 + 2 \lambda}{1000} \frac{M}{W_z} \leq \sigma_{zul}$$

erfüllt sein. W_d und W_z sind die auf den Biegedruck- bzw. Biegezugrand bezogenen Widerstandsmomente des ungeschwächten Stabquerschnitts in cm^3 .

Bezüglich Außermittigkeit von angeschlossenen Füllstäben von Gittermasten siehe 2.4.

- 2.9 Bei mehrteiligen Druckstäben darf der Schlankheitsgrad jedes Einzelstabes nicht größer als 50 sein. Bei Anordnung von Bindeblechen sind diese mindestens in den Drittelpunkten der Gesamtknicklänge und an den Stäben vorzusehen. Werden zweiteilige Stäbe aus Winkelstahl an ein gemeinsames Knotenblech angeschlossen, so sind besondere Bindebleche an den Stäben nicht erforderlich.

Jedes Bindeblech ist an jedem Einzelstab mit mindestens zwei Nieten oder einer nach den jeweiligen Vorschriften gleichwertigen Schweißnaht anzuschließen, an den Stäben ist bei jedem dieser Anschlüsse ein Niet mehr anzuordnen. Mehrteilige Druckstäbe mit Vergitterung müssen an den Stäben ebenfalls Bindebleche erhalten.

- 2.10 Werden bei 2teiligen aus Winkelstahl bestehenden Druckstäben die Bindebleche mit rohen Schrauben

an Stelle von Nieten, Paßschrauben oder Schweißnähten angeschlossen, so ist die nach 2.6 ermittelte Knicklänge um den Faktor 1,1 zu vergrößern, wobei für den Schlankheitsgrad des Einzelstabes

$$\lambda_1 = \frac{s_1}{l_1}$$

unverändert gilt. Beim Anschluß eines mehrteiligen Druckstabes an einen Eckstiel oder ein Knotenblech kann das Endbindeblech entfallen, wenn es sich um eine Schweißverbindung oder um einen Anschluß durch Nieten oder Paßschrauben handelt. Beim Anschluß mit rohen Schrauben kann das Endbindeblech entfallen, wenn der Abstand vom Anschluß zum ersten Bindeblech nicht mehr als das 0,75fache der Bindeblechabstände beträgt.

- 2.11 Entspricht die bauliche Ausbildung mehrteiliger Druckstäbe den Bedingungen unter 2.9 und 2.10, so dürfen die Stäbe nach den folgenden Regeln berechnet werden:

- 2.11.1 Mehrteilige Druckstäbe, die aus m Einzelstäben bestehen und deren Querschnitt eine Stoffachse $x-x$ hat, sind für das Ausknicken quer zu dieser Stoffachse wie einteilige Druckstäbe zu berechnen. Für das Ausknicken quer zur stofffreien Querschnittshauptachse $y-y$ ist der Stab wie ein einteiliger Druckstab mit der ideellen Schlankheit

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_1^2}$$

zu berechnen. λ_1 ist der Schlankheitsgrad des Einzelstabes. Als Knicklänge s_{ki} ist bei Vergitterung die Netzlänge, bei Bindeblechen ihr Mittenabstand zu nehmen. Für I_1 ist der kleinste Trägheitsradius des Einzelstabes einzusetzen.

- 2.11.2 Wird der Eckstiel eines Gittermastes aus 2 oder 4 nebeneinanderliegenden Winkelstählen gebildet und liegen die Winkelschenkel parallel zu den Fachwerksebenen, so ist er auf Knickung in jeder der beiden Fachwerksebenen zu untersuchen. Für den Schlankheitsgrad ist jeweils der größere der Werte λ_x bzw. λ_{xi} oder λ_{yi} einzuführen.

- 2.11.3 Druckstäbe, die aus zwei über Eck gestellten Winkelstählen bestehen und bei denen das Ausknicken nicht durch Anschlüsse innerhalb der Knicklänge an eine bestimmte Richtung gebunden ist, brauchen nur auf Knickung quer zur Stoffachse $x-x$ berechnet zu werden.

- 2.11.4 Bei mehrteiligen Druckstäben mit 2 stofffreien Querschnittsachsen ist der größere der beiden Schlankheitsgrade λ_{yi} maßgebend.

- 2.11.5 Alle Bindebleche und Ausfachungen sowie die Anschlüsse derselben sind so zu bemessen, daß bei Einwirkung der ideellen Stabquerkraft

$$Q_i = \frac{\omega_{yi} S}{80}$$

die dem untersuchten Belastungsfall entsprechenden zulässigen Spannungen nicht überschritten werden. Hierbei ist ω_{yi} die dem ideellen Schlankheitsgrad zugeordnete Knickzahl.

- 2.11.6 Bei Berechnung der Bindebleche und Flachstahl-Futterstücke der Stäbe nach 2.11.2 und 2.11.3 genügt der Nachweis, daß ihr Anschluß zur Übertragung der Schubkraft T ausreicht. Bei Stäben nach 2.10.3 können die Bindebleche im rechten Winkel versetzt oder gleichlaufend angeordnet werden. Beim Nachweis der Bindeblechanschlüsse dieser Stäbe ist auch das durch den Abstand des Anschlusses von der Achse des Gesamtstabes entstehende Moment zu berücksichtigen.

- 2.12 Bei geschweißten Masten sind die Bedingungen von DIN 4100, der „Vorläufigen Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten“ und ggf. auch von DIN 4115 einzuhalten.

- 2.13 Für die Bemessung eingegrabener Konstruktions-teile ist § 10b) 3.3 zu beachten.

Konstruktion

2.14 Die Materialdicke darf 4 mm nicht unterschreiten. Sofern ein einwandfreier Korrosionsschutz nach den Bestimmungen von DIN 4115 innen und außen gewährleistet ist, darf die Wanddicke bei geschlossenen Profilquerschnitten der vorgenannten Maste auf 3 mm verringert werden.

2.15 Die Außermittigkeiten der Strebenanschlüsse in den Knotenpunkten sind möglichst klein zu halten.

2.16 Werden die folgenden Bedingungen für das Verhältnis Schenkelbreite b zu Schenkeldicke t nicht eingehalten, so ist die Beulsicherheit des Profils besonders nachzuweisen:

$$\text{für } \lambda \leq 75: b/t \leq 15,$$

$$\text{für } \lambda > 75: b/t \leq 0,2 \cdot \lambda, \text{ höchstens } 20.$$

Der Wert λ ist dabei der für die Bemessung des Stabes maßgebende Schlankheitsgrad.

2.17 Für sämtliche Bauteile sind Anschlußniete unter 13 mm Durchmesser des geschlagenen Nietes, außerdem Schenkelbreiten unter 35 mm und Flachstähle unter 30 mm Breite unzulässig, sofern sie durch ein Loch geschwächt sind.

2.18 Die größtzulässigen Durchmesser der geschlagenen Niete und die größtzulässigen Gewindestärken mechanisch beanspruchter Schrauben sowie die Lochdurchmesser sind durch die Schenkelbreiten bestimmt und der folgenden Aufstellung zu entnehmen:

Mindestschenkelbreiten (mm) 35 40 50 60 70 75 80

Schrauben-Gewindedurchmesser (mm) 12 14 16 20 24 27 30

Nietdurchmesser (mm) 13 15 17 21 25 28 31

Endabstände in 20 23 25 30 40 45 50

Kraftrichtung (mm) 25 30 35 40 50 55 65

Bei den hier angegebenen Endabständen in Kraftrichtung sollen die kleineren Werte in keinem Falle und die größeren Werte bei auf Zug beanspruchten Teilen von Vertikalfachwerken der Querträger sowie in Eckstielstößen nicht unterschritten werden.

Die Mindestabstände der Lochmitten betragen 2,5 d . Die Randabstände senkrecht zur Kraftrichtung betragen mindestens 1,2 d . Dabei bedeutet d den Durchmesser der Bohrung.

Mindestgüte für Schrauben M 12 ist 5.6 nach DIN 267.

Kleinere Gewindedurchmesser als 12 mm sind für mechanisch beanspruchte Schrauben unzulässig. Schraubenmutter sollen gegen Lockern gesichert werden.

2.19 Bei Stahlmasten dürfen Niet- und Schraubenlöcher in Profilen und Blechen bis zu 8 mm Dicke gestanzt werden. Dabei ist durch laufende Überwachung der Fertigung darauf zu achten, daß scharfe Stempel und passende Matrizen verwendet werden. Dauernd auf Zug beanspruchte Teile von Querträgern dürfen nicht gestanzt werden. Bei St 52 ist die stärkere Aufhärtung am Lochrand zu berücksichtigen.

3. Stahlbetonmaste

Stahlbetonmaste und -querträger sind nach den jeweils gültigen DIN-Normen zu berechnen und auszuführen.

4. Andere Maste

Für Maste aus anderen zugelassenen Werkstoffen gelten sinngemäß die gleichen Mindestforderungen an die Sicherheit wie für die vorgenannten Mastarten.

Maste aus Aluminium-Legierung sind nach DIN 4113 unter Berücksichtigung der Belastungsmaßnahmen nach b) 2. zu berechnen und auszuführen. Bei Normalbelastung sind die zulässigen Spannungen für den Lastfall H (Hauptkräfte), bei Ausnahmelastung die 1,375fachen Werte dieser Spannungen zulässig.

5. Abgespannte Maste

5.1 Als Abspannseile müssen feuerverzinkte Stahlseile ohne Fasereinlage verwendet werden.

5.2 Die rechnerische Bruchsicherheit stählerner Abspannseile darf für die Normalbelastung 2,5 und für Ausnahmelastung 2,0 nicht unterschreiten.

5.3 Die effektive Bruch- bzw. Rutschlast von Endverankerungen darf die 2,25fache Seilkraft bei Normalbelastung bzw. die 1,8fache Seilkraft bei Ausnahmelastung nicht unterschreiten.

Die Bruch- bzw. Rutschlast muß durch Versuche an mindestens drei Prüfstücken nachgewiesen werden, wenn die Ausführung nicht einem DIN-Blatt entspricht und die Bruch- bzw. Rutschlast dort angegeben ist, oder wenn nicht schon ein Nachweis für gleiche Ausführung und Abmessung erbracht ist.

5.4 Seilabspannungen sind mit Vorrichtungen zum Nachspannen auszurüsten.

5.5 Die Verbindungsarmatur der Abspannseile auf die Ankerkonstruktion muß zugänglich sein.

Die Verbindungselemente an den Übergangsstellen sind gegen Lösen zu sichern.

Abspannungen von Holzmasten und Masten aus Werkstoffen mit isolierenden Eigenschaften sind außerhalb des Handbereiches mit einem mechanisch und elektrisch ausreichend bemessenen Isolator zu versehen. Bei allen übrigen Masten sind die Abspannungen mit in die Erdung des Stützpunktes einzu beziehen.

§ 10

Gründungen

a) Allgemeines

1. Für die Berechnung und Ausführung von Gründungen gelten die Normblätter DIN 1054, DIN 4014 und DIN 4026, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist. Bei allen nach § 9b) 2 anzunehmenden Belastungen und dem gegebenen Baugrund muß die Standsicherheit der Maste gewährleistet sein. Diese wird erreicht durch die Berechnung und Ausführung von Gründungen nach b) und c).

2. Ein zusätzlicher Gründungskörper für die Maste ist nicht erforderlich, wenn die nach a) 1 geforderte Standsicherheit ohnedies erreicht wird. Gittermaste sind nach § 10c) 1 bzw. § 10c) 2 zu gründen.

3. In betonschädlichen Wässern und Böden ist DIN 4030 zu beachten.

4. Die in der Erde liegenden Teile aus Stahl und anderen Werkstoffen müssen ausreichend gegen Korrosion oder Fäulnis geschützt werden.

5. Für die Gründung von Holzmasten gilt folgendes:

5.1 Die Eingrabetiefe von Einfach- und Doppelmasten muß bei tragfähigem Baugrund mindestens ein Sechstel ihrer Gesamtlänge, darf jedoch nicht weniger als 1,6 m betragen.

Das unmittelbare Einbetonieren von Holzmasten ist nicht zulässig.

5.2 Für die Gründung der A-Maste gilt DIN 48351.

b) Berechnung der Gründungen

1. Allgemeines

1.1 Bei der Berechnung der Gründung sind die für die Baugrundverhältnisse geltenden Kennwerte des Bodens nach Tafel 9a zu berücksichtigen, falls sich aus besonderen Untersuchungen keine anderen Werte ergeben. Dafür ist eine einwandfreie Verfüllung und Verdichtung vorausgesetzt. Gegebenenfalls ist die mögliche Verschlechterung der Konsistenz bindiger Böden und damit die Verminderung der Tragfähigkeit zu berücksichtigen.

Ist Grundwasser vorhanden, so muß die Verminderung der Tragkraft der Gründung unter Beachtung des un-

günstigsten Grundwasserstandes in der Berechnung berücksichtigt werden.

- 1.2 Bei der Berechnung ist das Gewicht des unbewehrten Betons mit höchstens 2200 kp/m³ und das des bewehrten Betons mit höchstens 2400 kp/m³ einzusetzen.

2. Einblockgründung

Bei der Berechnung von Einblockgründungen sind die aus den äußeren Kräften resultierenden Belastungen [siehe § 9a)] sowie Eigengewicht der Gründung selbst einschließlich der lotrechten Erdauflast über Fundamentsohle zu berücksichtigen. Außerdem darf zusätzlich das Gewicht eines Erdkörpers, dessen Begrenzungsflächen allseitig an den Fundamentunterkanten beginnen und unter einem Winkel β' gegen die Lotrechte nach außen geneigt sind, angenommen werden. Die Größe des Winkels β' ist vor allem von dem Wert des Winkels der inneren Reibung sowie der Konsistenz bei bindigen Böden, der Lagerungsdichte des Bodens und dem Grad der Haftung und Verbindung des Gründungkörpers mit dem Erdreich abhängig (Richtwerte siehe Tafel 9a).

Der seitliche Erdwiderstand darf bei der Bemessung von Einblockgründungen der Lagerungsdichte und den Bodenkennwerten entsprechend in Rechnung gestellt werden.

Die Standfestigkeit der Schwellengründungen ist sinngemäß zu ermitteln.

Die Standsicherheit muß mindestens 1,5fach sein und die zulässige Schrägstellung des Gründungkörpers darf 1% nicht überschreiten.

3. Mehrblock- und sonstige Gründungen

- 3.1 Bei der Berechnung gelten für die auf Druck beanspruchten Einzelgründungen sinngemäß die Abschnitte 1.1 und 1.2. Als Erdauflast ist das Gewicht des lotrecht über der Fundamentsohle liegenden Erdreiches zu berücksichtigen.

- 3.2 Bei den auf Zug beanspruchten Einzelgründungen darf außer dem der Zugkraft entgegenwirkenden Eigengewicht der Gründung einschließlich einer Erdauflast lotrecht über der Fundamentsohle ein Widerstand gegen Herausziehen in Rechnung gestellt werden, der nach bisherigen Versuchen und Erfahrungen eine genügende Standsicherheit gewährleistet. Es ist zu beachten, daß die Mastkonstruktionen durch Bewegungen der Gründungen nicht unzulässig beeinflusst werden dürfen.

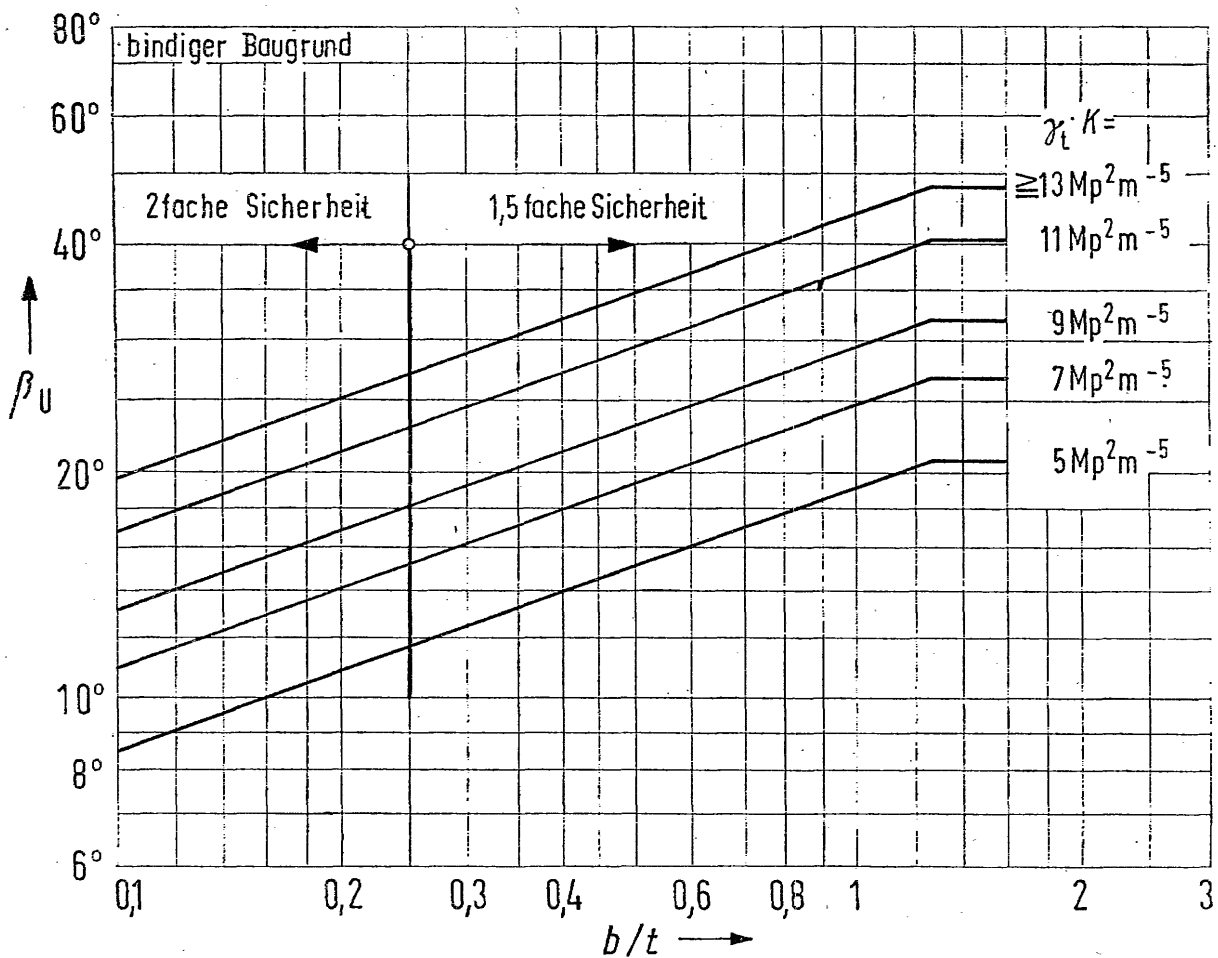
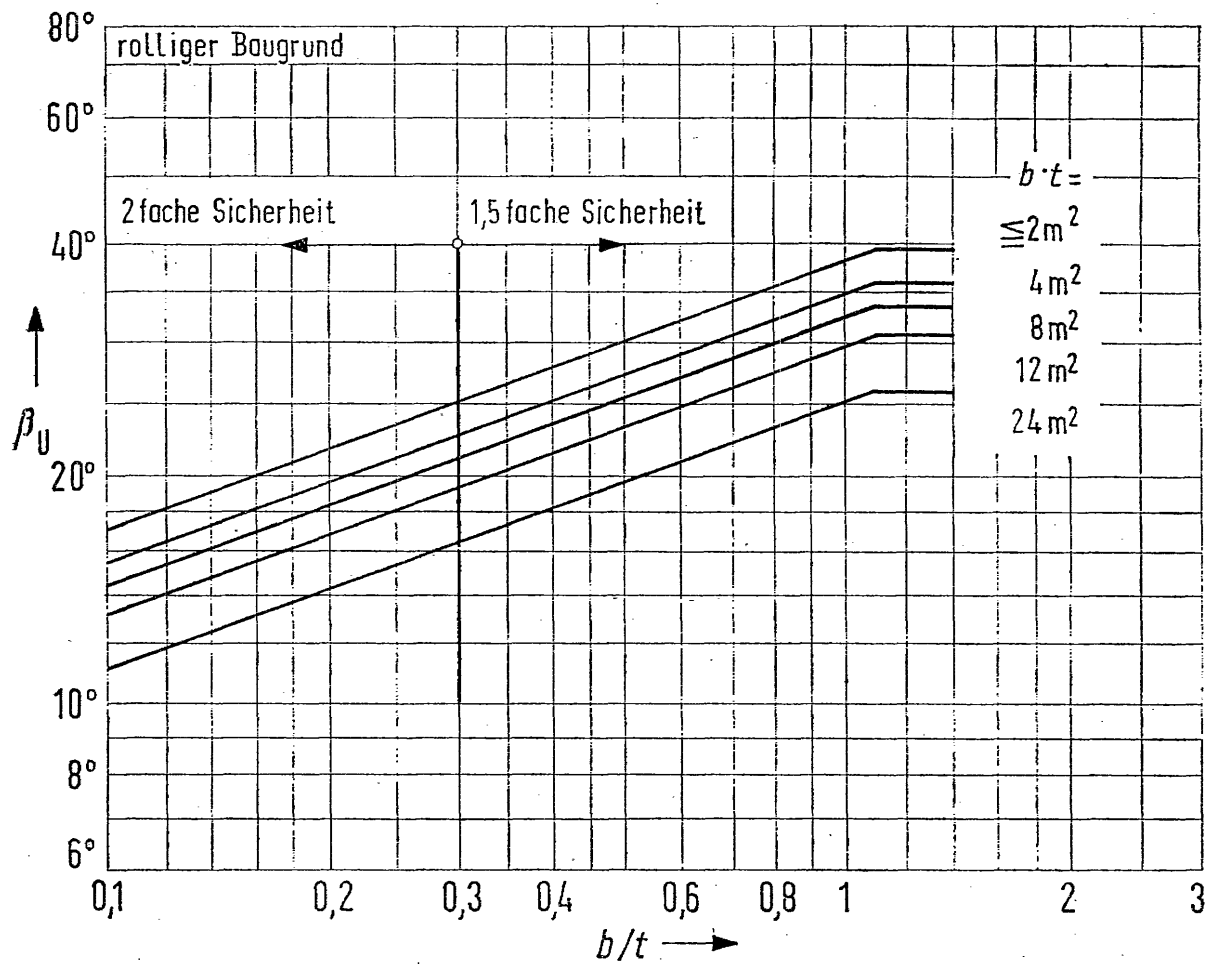
Zur Vereinfachung der Rechnung kann der Widerstand gegen Herausziehen der Gründungen mit mindestens 0,2 m Überstand der Sohlenplatte durch das Gewicht eines Erdkörpers ersetzt werden, dessen seitliche Begrenzungsfläche nach Tafel 9b unter einem Erdauflastwinkel β gegen die Lotrechte nach außen geneigt angenommen werden kann. Die Tragkraft der auf Zug beanspruchten Gründungen ist wesentlich durch die Dichte und Konsistenz des umgebenden Erdreichs beeinflusst. Bei intensiver künstlicher Verdichtung des Baugrundes (Rütteldruckverfahren oder ähnliche Verfahren) kann diese besonders berücksichtigt werden.

- 3.3 Die Standfestigkeit der Schwellengründungen ist sinngemäß zu ermitteln.

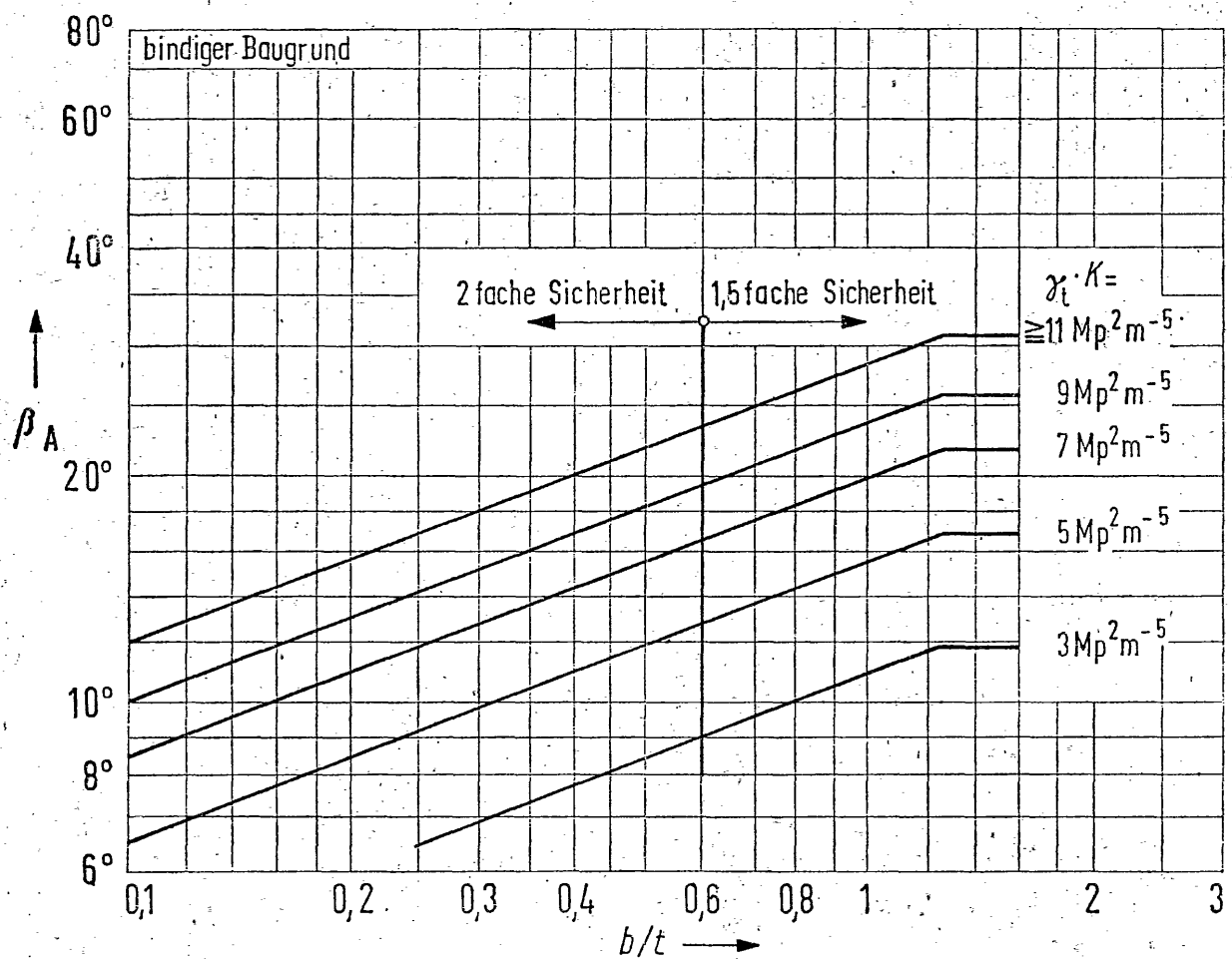
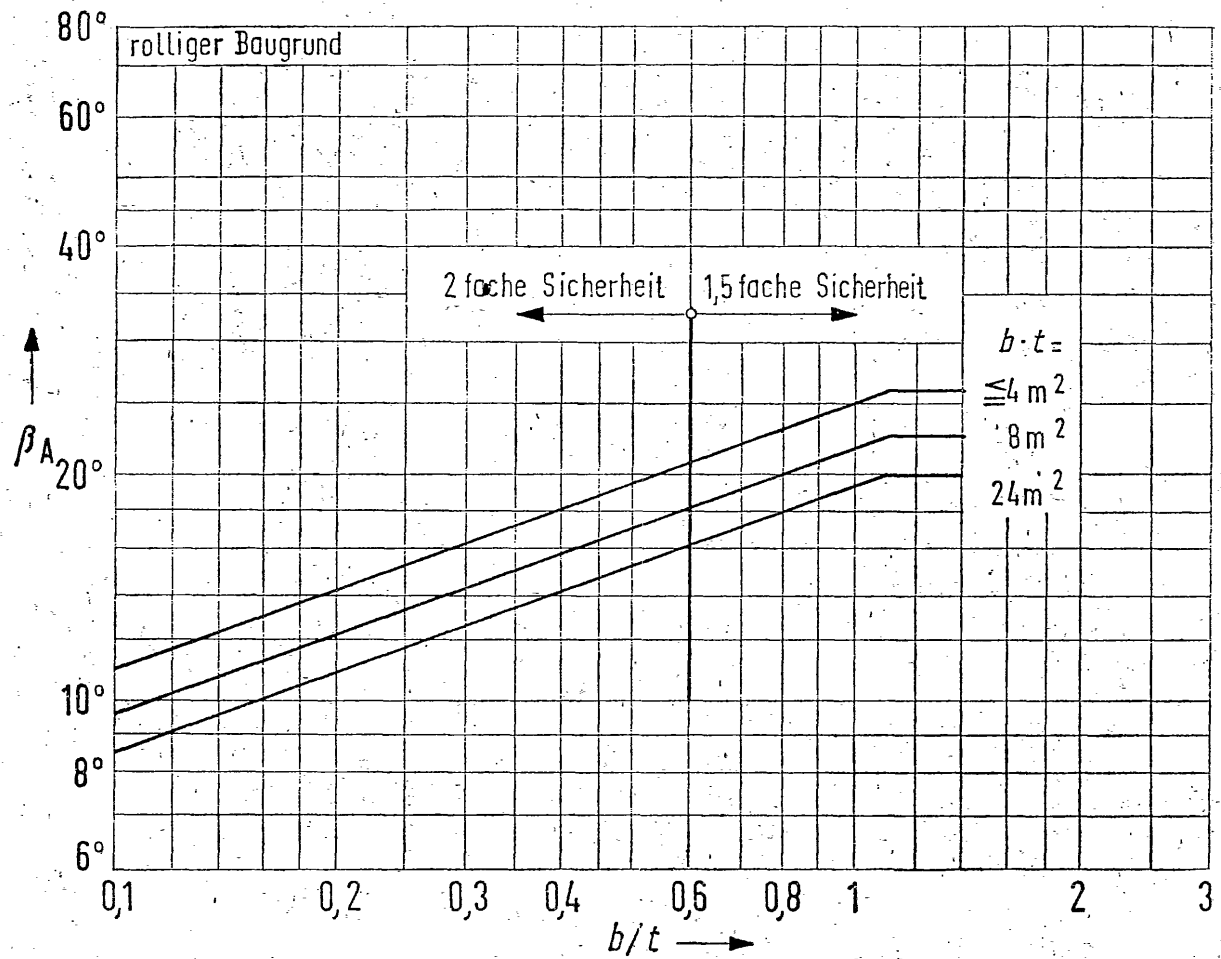
Tafel 9a

[illegible]

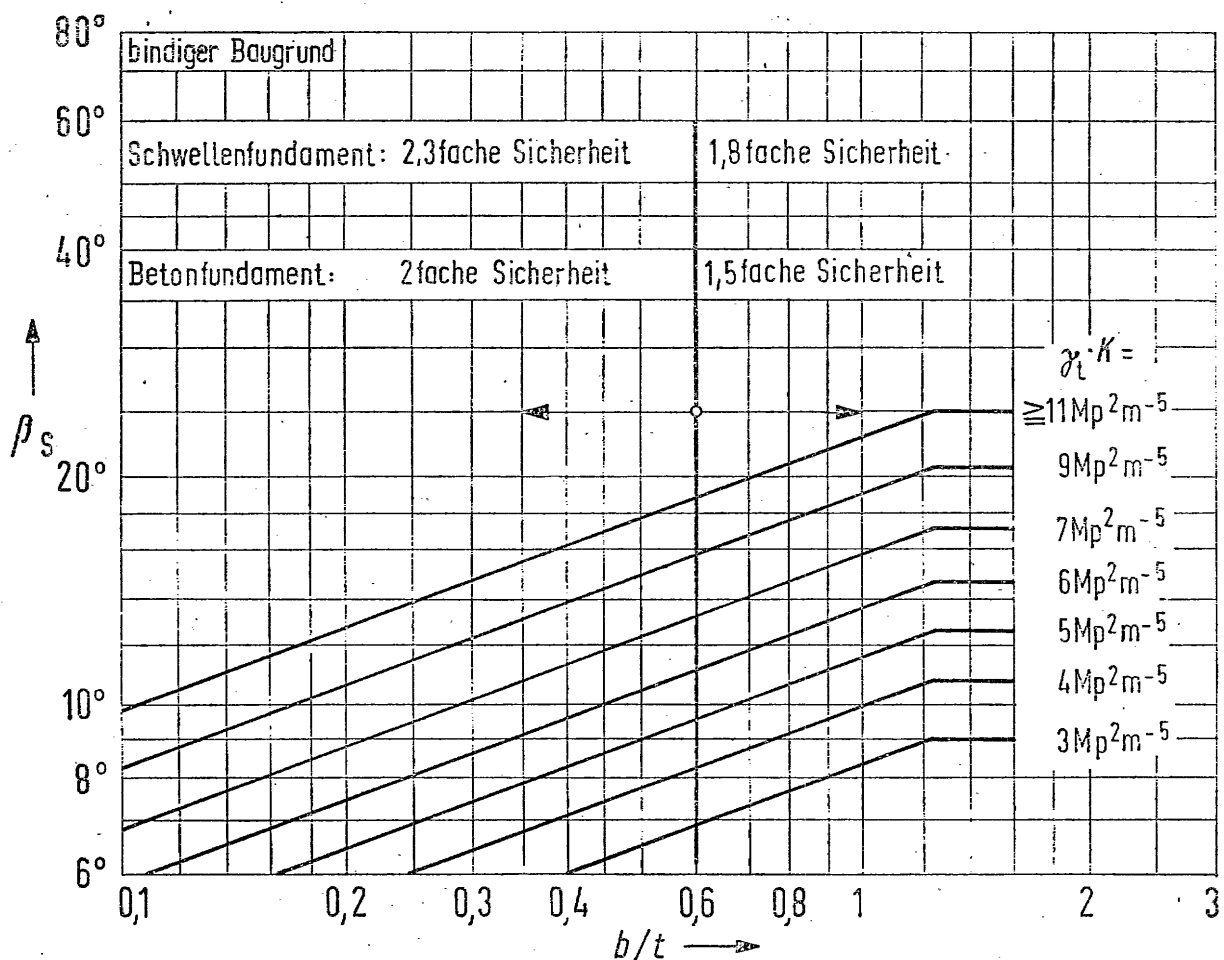
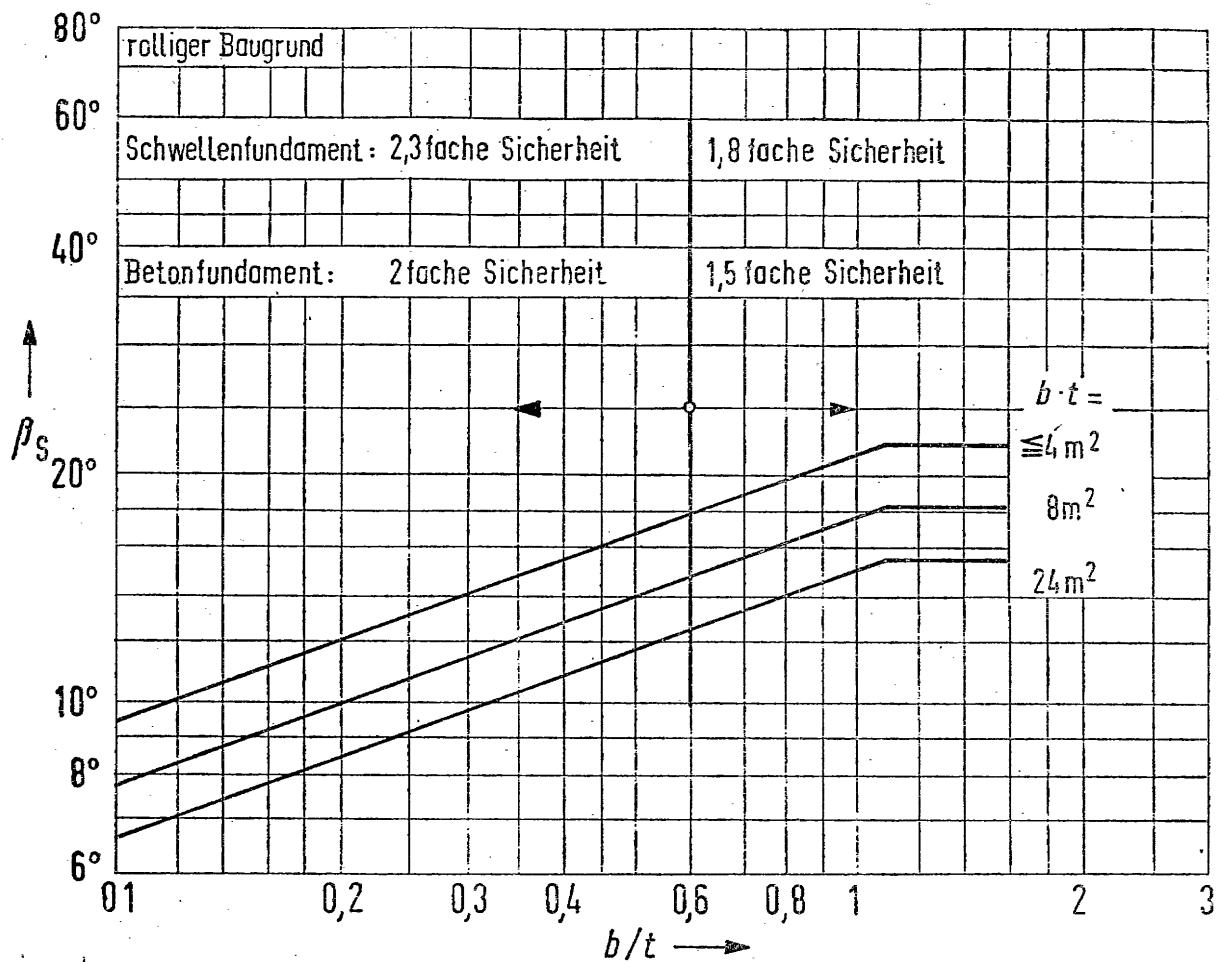
Tafel 9b



Gilt für Fundamentfuß unterstochen (siehe Abbildung U)

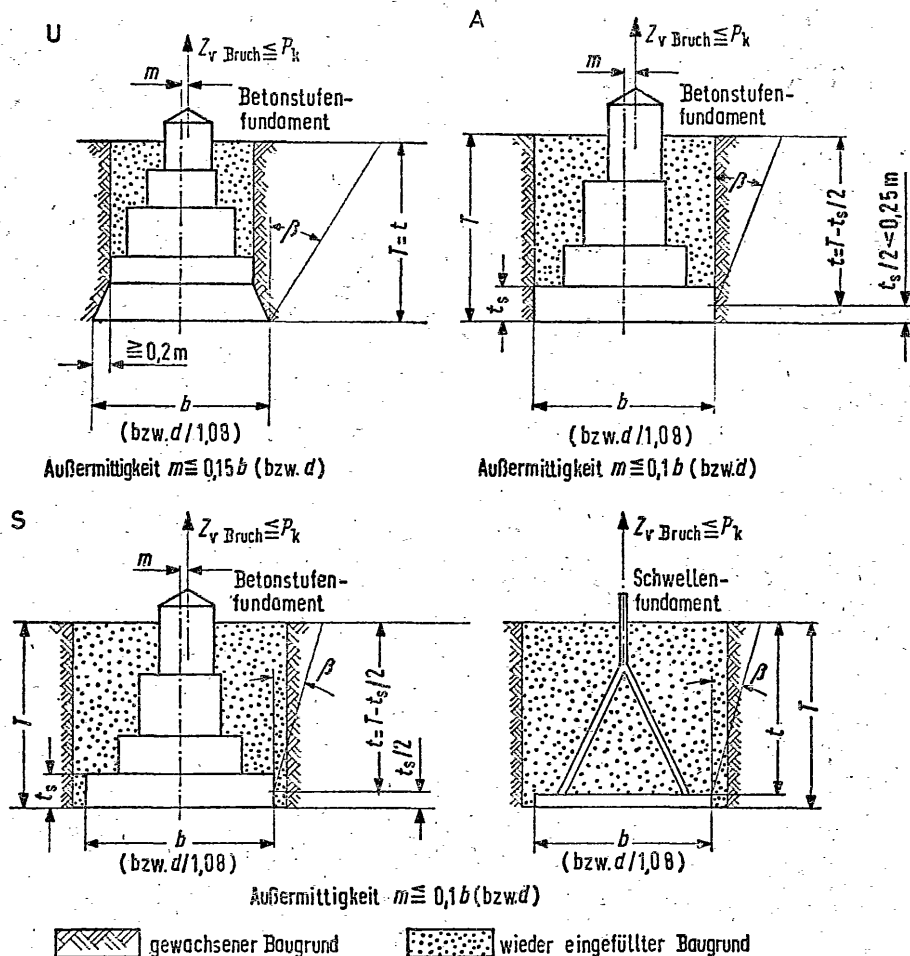


Gilt für Fundamentfuß an den gewachsenen Boden anbetoniert (siehe Abbildung A)



Gilt für Fundamentfuß an die Grubenschalung anbetoniert (siehe Abbildung S)

Erddrucklast-Verfahren
zur Berechnung der maximalen Widerstandskräfte von Zugfundamenten im
rolligen und bindigen Baugrund



Pyramidenstumpfformel:

$$P_k = \frac{1 \cdot \gamma_n}{3} (b^2 + ab + a^2) + B_0 \cdot \gamma_B + B_E \cdot \gamma_B - B_E' \cdot \gamma_n$$

Hierin ist:

$$a = b + 2t \tan \beta$$

P_k Maximale Widerstandskraft des Fundaments in Mp

t Wirktiefe des Fundaments in m

b Wirkbreite des quadratischen Fundaments in m

d Durchmesser kreisförmiger Fundamente in m

γ_n Feuchtraumgewicht des Baugrundes über der Fundamentsohle in t/m^3

γ_t Trockenraumgewicht des Baugrundes über der Fundamentsohle in t/m^3

γ_B Raumgewicht des Betons in t/m^3

U Fundamentfuß unterstochen

A Fundamentfuß an den gewachsenen Boden anbetoniert

S Fundamentfuß an die Grubenschalung anbetoniert

K Kohäsion des gewachsenen bindigen Baugrundes in t/m^2

B_0 Betonvolumen über der Erdoberfläche in m^3

B_E Betonvolumen unter der Erdoberfläche in m^3

B_E' Betonvolumen unter der Erdoberfläche bis zur Tiefe t in m^3

Ferner ist:

$$b = \frac{d}{1,08} \text{ für kreisförmige Fundamente}$$

$$b = \sqrt{l_1 \cdot l_2} \text{ für rechteckige Fundamente, wenn } l_1 \text{ und } l_2 \text{ die Seitenlängen sind (gilt bis } \frac{l_1}{l_2} \leq 1,4)$$

$Z_v \text{ Bruch}$ senkrechte Komponente der Bruchkraft

Stäbe, die mehr als 15° gegen die Lotrechte geneigt sind, sind in jedem Fall durch das darüberliegende Erdreich zusätzlich belastet anzunehmen. Diese angenommene Zusatzlast hat mindestens dem Gewicht eines prismatischen Erdkörpers von 3facher Stabbreite mit lotrechten Seitenflächen über dem Stab zu entsprechen.

Die Verdichtung des Füllmaterials muß besonders sorgfältig durchgeführt werden.

3.4 Bei Verwendung von Mastankern zur Verankerung der Abspannselle abgespannter Maste sind besondere Gründungskörper erforderlich. Ihre Bemessung hat nach einem geeigneten Bemessungsverfahren zu erfolgen.

3.5 Für die Standsicherheit der Maste mit aufgeteilten Gründungen gelten die Werte der Tafel 9b.

Da bei Pfahlgründungen mit Streuungen in den Werten der Mantelreibung zu rechnen ist, ist eine 2fache Sicherheit notwendig, sofern nicht die Tragkraft durch Versuche nachgewiesen ist. Werden Pfähle durch Zugversuche geprüft, so genügt der Nachweis einer 1,5fachen Sicherheit. Dann genügt eine Belastung bis zur 1,2fachen Nutzlast. Der Nachweis der 1,5fachen Sicherheit gilt als erbracht, wenn die Hebung beim Be- und Entlasten in Grenzen verläuft, die aus Erfahrungen ähnlicher Versuche zulässig sind.

Wenn die Zugbeanspruchungen der Gründungen im normalen Betrieb gegenüber der max. Beanspruchung eine hohe Dauerlast darstellen, sind die oben angegebenen Sicherheiten, jedoch ausgehend von 1,3fachen Eckstielzügen, einzuhalten (Beispiel Winkelmast unter 140° und Endmaste).

c) Ausführung der Gründungen

1. Beton Gründungen

1.1 Der Beton für unbewehrte Gründungen muß mindestens der Güteklasse B 120 entsprechen und einen Zementgehalt von mindestens 180 kg je Kubikmeter fertiger Beton haben; im übrigen gilt DIN 1047. Für bewehrte Gründungen muß DIN 1045 beachtet werden.

Verdichten des Betons mit Innenrüttlern wird empfohlen.

1.2 Das Verhältnis der Höhe der Stufen unbewehrter Beton Gründungen zu der Auskragung muß, gemessen in der Ansatzstelle, mindestens 1,4 betragen, wenn nicht durch Rechnung nachgewiesen wird, daß die Beanspruchung ein größeres Maß der Auskragung zuläßt.

1.3 Bemessung der Gründungen nach b) 3.

1.3.1 Wenn die Eckstieflüße bis zur Sohle durchgeführt werden und im unteren Teil durch Haftwinkel, Ankerplatten oder dgl. die gesamte Zug- oder Druckkraft aufgenommen wird, gilt für die Betonspannungen DIN 1047, § 13.1 und § 13.2 letzter Absatz (Biegung ohne Längskraft). Für die Verankerung ist ein besonderer Nachweis für die zulässige Flächenpressung mit $\frac{\beta_{w25}}{2}$ und außerdem die Scherspannung im Beton nach DIN 1045, Tafel V, Zeile 26 nachzuweisen.

1.3.2 Wenn die Eckstieflüße nicht entsprechend 1.3.1 verankert werden, gilt für die Betonspannungen DIN 1047, § 13.1 und § 13.2 erster Absatz (Biegung mit Längskraft). Bei Berücksichtigung der Verankerung der Eckstieflüße nur durch Haftung kann diese mit 80% der in DIN 1045 festgelegten Werte eingesetzt werden. Dabei muß gewährleistet sein, daß die Eckstieflüße in ihrer gesamten Länge eine satte Umhüllung in Beton aufweisen. Für den Umfang ist für Winkel- und L-förmige Profile der Umriß zugrunde zu legen, z. B. bei einfachen Winkelprofilen die Katheten plus Hypotenuse. Zur Erhöhung der Verankerung sind an den Eckstieflüßen zusätzlich Haftwinkel oder andere Haftzulagen im Bereich der Sohlenplatte anzuschließen, die bei der Berechnung unberücksichtigt bleiben.

1.4 Bei Verwendung von Gründungen mit Fertigbauteilen aus Stahlbeton gilt DIN 4225.

1.5 Die zulässigen Spannungen für Betonstahl und Beton sind bei Ausnahmabelastungen das 1,375fache der für Normalbelastung zulässigen Spannungen.

2. Platten-, Schwellen- und Pfahlgründungen
Für Holzschwellen gilt § 9c) 1.2.2, für Pfähle DIN 1054, DIN 4014, DIN 4026 und für die Beanspruchungen der Stahlpfähle gilt § 9c) 2. Bei Ausnahmabelastung nach § 9d) 2.1.2 gilt 1.5 sinngemäß.

§ 11

Erdungen

Für die Erdung von Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 1 kV ist zwischen Schutzerdungen, Betriebserdungen und Erdungen gegen Blitzeinwirkung zu unterscheiden. Dafür gilt VDE 0141 und DIN 48210.

B. Leitungsausführung

§ 12

Abstände am Gestänge

a) Die unter Spannung stehenden Leiter müssen voneinander und von anderen Leitern desselben Spannungsfeldes,

z. B. von Erdseilen, einen solchen Abstand erhalten, daß ein Zusammenschlagen oder eine Annäherung bis zum Überschlag unwahrscheinlich ist.

1. Bei Leitern, die gleiche Querschnitte, Werkstoffe und Durchhänge aufweisen, muß der gegenseitige Abstand in Metern in Spannungsfeldmitte mindestens betragen:

$$a = k \sqrt{l - l_k} + \frac{U_N}{150}$$

jedoch nicht kleiner als k in Metern.

Hierin bedeuten:

l den Durchhang der Leiter bei -40°C in Metern,

l_k die Länge der senkrecht zur Leitungsrichtung ausschlagenden Hängekette in Metern,

U_N die Nennspannung in Kilovolt,

k ein Faktor aus Tafel 10.

2. Bei Leitern, die verschiedene Querschnitte, Werkstoffe oder Durchhänge aufweisen, ist bei der Ermittlung der Mindestabstände nach 1. der entsprechend größere Faktor k aus Tafel 10 zugrunde zu legen, bei ungleichen Durchhängen gilt der für den größeren Durchhang ermittelte Mindestabstand in Spannungsfeldmitte. Die so ermittelten Abstände sind daraufhin zu untersuchen, ob sie beim Ausschlagen der Leiter in gleicher Richtung bei bis zu 20% unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten noch ausreichen. In diesem Fall muß ein Abstand von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,2 m eingehalten werden.

3. Die Mindestabstände nach 2 gelten für den Abstand der Leiter am Gestänge.

b) Die unter Spannung stehenden Bauteile müssen von geerdeten Bauteilen sowohl ruhend als auch beim Ausschlagen einen Abstand von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,15 m einhalten. Für die Ermittlung dieser Abstände ist der 0,8fache Wert des Kettenausschlagwinkels zu berücksichtigen, der sich aus dem Verhältniswert der unverminderten Windlast nach § 9 in kp/m zu dem Eigengewicht der Leiter ohne Zusatzlast in kp/m ergibt. Dabei sind eventuelle Kettenentlastungen zu berücksichtigen.

§ 13

Abstände im Gelände

Die folgenden Abstände zwischen den Leitern und der Erdoberfläche bzw. Bäumen dürfen nicht unterschritten werden. Geringe Unebenheiten des Geländes können dabei unberücksichtigt bleiben:

a) Freies Gelände

1. Vom Gelände 6 m

2. Von Steilhängen, die weder dem Verkehr noch dem Sport zugänglich sind 3 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

für 1 und 2:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 9a) 2.1 Ausschlagen der Leiter,

§ 15f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

b) Gelände mit Wald oder einzelnen Bäumen

1. Von Bäumen unter der Freileitung 2,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Tafel 10
Werte für den Faktor k

Nr.	1	2	3	4	5
	Nennquerschnitt mm ²				
1	Kupfer, Bronze, Stahl	16*)	25 35*)	50 70 95*)	> 95
2	Aluminium und seine Legierungen	35 50 70 95 120*) 150*)	> 150	—	—
3	Aluminium-Stahl nach DIN 48 204	35/6 50/8*) 70/12*)	95/15 120/20 150/25*) 125/30*) 50/30 44/32	185/30 450/40 210/35 490/65 240/40 560/50 265/35 300/50 170/40 340/30 210/50 380/50 95/55 435/55 120/70 385/35 105/75	550/70 680/85
Faktor k					
4	Leiter übereinander beliebig angeordnet	0,95 (0,85)	0,85 (0,75)	0,75 (0,70)	0,70
5	Leiter im gleichseitigen Dreieck angeordnet, davon 2 in gleicher Höhe	0,75 (0,70)	0,70 (0,65)	0,65 (0,62)	0,62
6	Leiter in gleicher Höhe nebeneinander angeordnet	0,70 (0,65)	0,65 (0,62)	0,62 (0,60)	0,60
*) Bei diesen Querschnitten gilt für Nennspannungen bis 30 kV und Höhen der Leitungen bis 20 m über Gelände der in Klammern gesetzte k -Faktor.					

2. Von Bäumen seitlich der Freileitung:

Unbeschadet der Abstände nach a) gilt folgendes:

2.1 Bäume, die zur Ausführung von Arbeiten bestiegen werden:

bei nicht ausgeschwungenen Leitern 2,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15 f) $U_N > 110$ kV.

bei ausgeschwungenen Leitern $\frac{U_N}{150}$ in Metern.

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 9a) 2.1 Ausschwingen der Leiter.

2.2 Bäume, bei denen mit einem Besteigen zur Ausführung von Arbeiten

nicht zu rechnen ist $\frac{U_N}{150}$ in Metern.

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

Durchhang bei -40°C unter Berücksichtigung der nach den örtlichen Verhältnissen zu erwartenden Ausschwingung.

3. Bei Freileitungen mit Nennspannungen von 110 kV und darüber ist außerdem bei Führung durch Wald der Abstand nach 2.2 entsprechend zu vergrößern, wenn eine erhöhte Gefahr für Leiter und Stützpunkte durch Umbruch von Bäumen gegeben ist.

§ 14

Abstände und zugehörige Bestimmungen für die Leitungsausführung im Bereich von baulichen Anlagen und Verkehrsräumen

In allen Fällen, in denen Freileitungen sich anderen Objekten nähern oder diese kreuzen, sind die im folgenden angegebenen Mindestabstände einzuhalten und die für die Leitungsausführung angegebenen Anforderungen zu erfüllen. Der Bereich der Kreuzung oder Näherung erstreckt sich auf das Kreuzungsfeld oder auf die Näherungsfelder und auf die dazugehörigen Stützpunkte.

Für im folgenden nicht aufgeführte Einzelobjekte sind die Abstände und die Leitungsausführung sinngemäß so zu wählen, daß mindestens die gleiche Sicherheit erreicht wird.

a) Wohngebäude sowie Bauwerke gewerblicher oder industrieller Anlagen

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand vom nächsten Bauwerksteil

mit harter Bedachung nach DIN 4102 3 m

mit weicher Bedachung nach DIN 4102 12 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,

§ 15 f) $U_N > 110$ kV.

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15b) 2 Mehrfachketten,
- § 15b) 3 Erdseile,
- § 15d) 2 Rutschklemmen,
- § 15e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Seitlicher Abstand vom nächsten Bauwerksteil 3 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5c) größter Durchhang,
- § 9a) 2.1 Ausschwingen der Leiter,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

3. Ist es zur Durchführung von Rettungs- und Löschmaßnahmen erforderlich, so sind unter Berücksichtigung der Grundsätze von VDE 0132 die Abstände zu vergrößern.

4. Antennenanlagen gelten nicht als Bauwerksteile.

Abstand vom nächsten Antennenteil 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5c) größter Durchhang,
- § 9a) 2.1 Ausschwingen der Leiter,
- § 15d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

5. Bei Bauwerken, die zur gleichen Betriebsanlage wie die Freileitung gehören, sind kleinere als die oben genannten Abstände zulässig.

b) Autobahnen und Straßen

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand von der Fahrbahn 7 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

Bei ungleicher Zusatzlast der Felder 5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15a) 2 Verbinder,
- § 15b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15b) 2 Mehrfachketten,
- § 15b) 3 Erdseile,
- § 15c) 5 Maststationen,
- § 15d) 2 Rutschklemmen,
- § 15e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Für Freileitungen, die im Mittelstreifen einer Autobahn oder einer Straße geführt werden, gelten die Bestimmungen für Kreuzungen sinngemäß.

Wenn der Abstand der Lotrechte am ausgeschwungenen Leiter zum äußeren Rand der Fahrbahn kleiner als 1,5 m ist, so gelten für die Freileitung im Bereich dieser Näherung

- § 5c) größter Durchhang,
- § 15b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15b) 2 Mehrfachketten,
- § 15b) 3 Erdseile,
- § 15d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

Trifft die Lotrechte am ausgeschwungenen Leiter den Bereich der Fahrbahn, so gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzung

Es sind Schutzmaßnahmen zu treffen, durch die eine Berührung der Leiter oder eine unzulässige Annäherung an sie vermieden wird.

c) Ortsverbindungs- und Fahrwege

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand von der Fahrbahn 7 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

2. Näherung und Parallelführung

Trifft die Lotrechte am ausgeschwungenen Leiter den Bereich der Fahrbahn, so gelten die Bestimmungen nach 1.

d) Wasserstraßen

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand von dem vereinbarten lichten Profil 2,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

Bei ungleicher Zusatzlast der Felder 1 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

Falls wasserpoleilich bestimmte Abstände über höchstem schiffbaren Wasserstand vorgeschrieben sind, gelten diese.

1.2 Leitungsausführung

Bei Wasserstraßen gemäß Anlage 2 der W. K. V. gelten zusätzlich

- § 15a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15a) 2 Verbinder,
- § 15a) 3 Abzweigklemmen,
- § 15b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15b) 2 Mehrfachketten,
- § 15b) 3 Erdseile,
- § 15c) 5 Maststationen,
- § 15d) 2 Rutschklemmen,
- § 15e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Wenn der Abstand der Lotrechte am ausgeschwungenen Leiter zum Rand der Wasserstraße kleiner als 1,5 m ist, so gelten für die Freileitung im Bereich der Näherung an Wasserstraßen gemäß Anlage 2 der W. K. V.

- § 5c) größter Durchhang,
- § 15b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15b) 2 Mehrfachketten,
- § 15b) 3 Erdseile,
- § 15d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 f) $U_N > 110$ kV.

Trifft die Lotrechte am ausgeschwungenen Leiter den Bereich einer Wasserstraße, so gelten die Bestimmungen nach 1.1.; bei Wasserstraßen gemäß Anlage 2 der W. K. V. gelten zusätzlich die Bestimmungen nach 1.2.

e) Freileitungen mit Nennspannungen bis 1000 V

Die Freileitung mit Nennspannungen über 1 kV muß oben liegen.

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand zwischen den sich kreuzenden Freileitungen 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15 a) 2 Verbinder,
- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

2.1 Gemeinsames Gestänge

2.1.1 Abstände

Der Abstand zwischen den Leitern zweier übereinander liegender Stromkreise muß § 12 entsprechen, mindestens jedoch betragen 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei ungleicher Zusatzlast der Felder nur an der obenliegenden Freileitung 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

2.1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen.

2.2 Getrennte Gestänge

2.2.1 Maste annähernd im Gleichschritt:

Es gilt § 12.

2.2.2 Maste nicht im Gleichschritt:

Es gilt Ausschwingen der Leiter.

Dabei müssen die Leiter der Freileitung mit Nennspannungen über 1 kV gegen Bauteile der Freileitung mit Nennspannungen bis 1000 V einen Abstand von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,5 m einhalten.

f) Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand zwischen den sich kreuzenden Freileitungen 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Für die unterkreuzende Freileitung ist außerdem ein Ausschwingen der Leiter bei $+40^\circ\text{C}$ durch Windlast anzunehmen. In diesem Fall muß ein

lotrechter Abstand von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,5 m,

eingehalten werden.

Bei ungleicher Zusatzlast der Felder

nur an der obenliegenden Freileitung $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,5 m.

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder.

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

2.1 Gemeinsames Gestänge

Es gilt § 12.

2.2 Getrennte Gestänge

2.2.1 Maste annähernd im Gleichschritt:

Es gilt § 12.

2.2.2 Maste nicht im Gleichschritt:

Es gilt Ausschwingen der Leiter.

Dabei müssen die Leiter gegen die Bauteile der anderen Freileitung einen Abstand von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,2 m einhalten.

g) Betriebsfernmelde-Freileitungen*) einschließlich -Luftkabel

Blanke Leiter der Betriebsfernmelde-Freileitungen müssen unterhalb der Freileitungen geführt werden. Dies gilt nicht für Luftkabel; diese gelten als Leiter.

1. Für die Leitungsausführung der Betriebsfernmelde-Freileitungen*) gilt VDE 0211.

2. Abweichend von § 5 sind bei Spannweiten bis 120 m als blanke Leiter der Betriebsfernmelde-Freileitung ein-drähtige Leiter aus Bronze, Stahl und Stahl-Kupfer, deren Bruchkraft mindestens 380 kp beträgt, mit geringeren Querschnitten zulässig.

3. Für die Abstände zwischen den Leitern der Freileitung und der Betriebsfernmelde-Freileitung gilt § 12, sofern an der Betriebsfernmeldeleitung Vorrichtungen angebracht sind, die beim Übertritt von Spannungen über 1 kV eine Gefährdung des Bedienungspersonals ausschließen.

In allen anderen Fällen gilt für die Abstände zwischen den Leitern der Freileitung und der Betriebsfernmelde-Freileitung und für die Leitungsausführung der Freileitung § 14 h) 1.3.

h) Fernmeldeleitungen, außer Betriebsfernmeldeleitungen

1. Fernmelde-Freileitungen einschließlich Luftkabel

1.1 Kreuzungen

1.1.1 Abstände

Lotrechter Abstand zwischen Bauteilen der Freileitung und Bauteilen der Fernmelde-Freileitungen

a) für unter Spannung stehende Bauteile der Freileitung 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei Durchhangsvergrößerungen durch ungleiche Zusatzlast der Felder oder bei Bruch eines Isolators einer Mehrfachabspannkette 1,5 m

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

*) Als Betriebsfernmelde-Freileitungen gelten Fernmeldeleitungen, die dem nichtöffentlichen Betrieb des Netzes dienen, in dem die Freileitung verlegt ist.

- b) für geerdete Bauteile der Freileitung . . . 1,5 m
Lichter waagerechter Abstand der Maste
von Bauteilen der Fernmelde-Freileitungen . . . 1,25 m

Dieser Abstand darf entfallen, wenn an Stelle einer Kreuzung im Feld ein Stützpunkt der Freileitung als Stützpunkt für die Fernmelde-Freileitung mitverwendet wird und entsprechende Maßnahmen an den Fernmeldeleitungen getroffen werden.

1.1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15 a) 2 Verbinder,
- § 15 a) 3 Abzweigklemmen,
- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 c) 1 Einfach- oder Doppelholzmaste,
- § 15 c) 2 A-Maste bei 180 bis 160 °,
- § 15 c) 5 Maststationen,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 d) 3 ungleiche Zusatzlast der Leiter,
- § 15 d) 4 Leiterabstand bei Isolatorbruch,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

1.2 Näherungen an Fernmelde-Freileitungen

- a) Waagerechter Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter von Bauteilen der Fernmelde-Freileitungen kleiner als 2 m
Es gelten die Bestimmungen nach 1.1.

- b) Ist bei Holzmasten der waagerechte Abstand kleiner als ihre Höhe über Boden, so gilt
§ 15 c) 3 Einfach- oder Doppel-Holzmaste im Näherungsbereich.

1.3 Gemeinsames Gestänge für die Freileitung und für die Fernmeldeleitungen

Die Fernmeldeleitungen müssen unterhalb der Freileitung geführt werden.

1.3.1 Lotrechter Abstand wie bei Kreuzungen (unter 1.1).

1.3.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15 c) 1 Einfach- oder Doppelholzmaste,
- § 15 c) 5 Maststationen,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

Voraussetzung hierfür sind entsprechende Maßnahmen an den Fernmeldeleitungen.

2. Fernmeldekabelanlagen bzw. Fernmeldeerde

Für die Abstände gilt die Technische Empfehlung Nr. 3 „Richtlinien über Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen der Deutschen Bundespost“.

Freileitungsmaste einschließlich ihrer Fundamente und der Zwischenräume einzelner Fundamente der Eckstiele dürfen nicht über Fernmeldekabelanlagen bzw. Fernmeldeerdungsanlagen errichtet werden.

Bei Freileitungen mit Holzmasten ohne Erdung muß der Abstand in allen Richtungen mindestens 0,8 m betragen.

Ausnahmefälle sind im gegenseitigen Einvernehmen bei Anwendung besonderer Maßnahmen an den sich nähernden Anlagen zulässig.

3. Wird die Fernmeldeanlage verkabelt, so ist bei der Bemessung der Länge der Verkabelung das seitliche Ausschlagen der Leiter der Freileitung zu berücksichtigen. Bei ausgeschwungenen Leitern mit dem Durchhang bei -40°C durch Windlast ist ein waagerechter Abstand von 2 m für den Kabelaufführungsmast einzuhalten.

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 c) 3 Einfach- oder Doppel-Holzmaste im Näherungsbereich,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

4. Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen.

Es gelten VDE 0228 und die Technischen Empfehlungen der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen.

i) Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs ohne Fahrleitung einschließlich Standseilbahnen

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand von Schienenoberkante für unter Spannung stehende Leiter 7 m

Für nicht unter Spannung stehende Leiter 6 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand der Maste von Mitte des nächsten Gleises 5 m

Bei Fernmeldeleitungen am Gestänge von Freileitungen, die so eingerichtet sind, daß in ihnen keine Spannungen (über 65 V) auftreten können, gilt der Abstand wie für nicht unter Spannung stehende Leiter.

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15 a) 2 Verbinder,
- § 15 a) 3 Abzweigklemmen,
- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 c) 1 Einfach- oder Doppelholzmaste,
- § 15 c) 2 A-Maste bei 180 bis 160 °,
- § 15 c) 5 Maststationen,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 d) 3 ungleiche Zusatzlast der Leiter,
- § 15 d) 4 Leiterabstand bei Isolatorbruch,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Lichter waagerechter Abstand der Maste von Mitte des nächsten Gleises 5 m

Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter zum Lichtraumprofil 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei geringeren Abständen gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzungen

Es sind Schutzmaßnahmen zu treffen, durch die eine Berührung der Leiter oder eine unzulässige Annäherung an sie vermieden wird.

4. Eisenbahnen, für die ein Umstellen auf Fahrleitungsbetrieb in Aussicht genommen ist:

4.1 Abstände

Lotrechter Abstand der Leiter von der Schienenoberkante 12,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand der Maste von Mitte des nächsten Gleises auf freier Strecke ein- und zweigleisiger Bahnen, soweit nicht besondere Vereinbarungen getroffen werden . . . 15 m

Bei drei- und mehrgleisigen Strecken und auf Bahnhöfen sind die Abstände im Einvernehmen mit der zuständigen Bundesbahndirektion entsprechend § 14 k) zu bestimmen.

4.2 Leitungsausführung nach k) 1.2.

k) Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs mit Fahrleitung

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand der Leiter der Freileitung von Bauteilen der Fahrleitung 3 m

Lichter waagerechter Abstand der Leiter der Freileitung von Bauteilen der Fahrleitung . . . 1,5 m

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

Für die überkreuzenden Leiter:

§ 5 c) größter Durchhang,

für die gekreuzten Leiter der Fahrleitung:

Durchhang bei -5°C ohne Zusatzlast.

Für die überkreuzenden Leiter ist außerdem ein Ausschlagen der Leiter bei $+40^{\circ}\text{C}$ durch Windlast anzunehmen.

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei Durchhangsvergrößerungen durch ungleiche Zusatzlast der Felder:

Lotrechter Abstand der Leiter von Bauteilen der Fahrleitung 2 m

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand geerdeter Bauteile der Freileitung von Bauteilen der Fahrleitung 1,25 m

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15 a) 1 3fache Zusatzlast,

§ 15 a) 2 Verbinder,

§ 15 a) 3 Abzweigmastklemmen,

§ 15 b) 1 Stützenisolatoren,

§ 15 b) 2 Mehrfachketten,

§ 15 b) 3 Erdseile,

§ 15 c) 4 Keine Holzmaste,

§ 15 c) 5 Maststationen,

§ 15 d) 2 Rutschklemmen,

§ 15 d) 3 Ungleiche Zusatzlast der Leiter,

§ 15 d) 4 Leiterabstand bei Isolatorbruch,

§ 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter zu Bauteilen der Fahrleitung und zum Lichttraumprofil einschließlich Stromabnehmer 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5 c) größter Durchhang,

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei geringeren Abständen gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzungen

Es sind Schutzmaßnahmen zu treffen, durch die eine Berührung der Leiter oder eine unzulässige Annäherung an sie vermieden wird.

l) Industriebahnen und Industrieanschlußgleise ohne Fahrleitung

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand von Schienenoberkante

für unter Spannung stehende Leiter 7 m

für nicht unter Spannung stehende Leiter 6 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5 c) größter Durchhang,

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei Durchhangsvergrößerungen durch ungleiche Zusatzlast der Felder:

Lotrechter Abstand von Schienenoberkante 6 m

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand der Maste von Mitte des nächsten Gleises 3 m

Bei Fernmeldeleitungen am Gestänge von Freileitungen, die so eingerichtet sind, daß in ihnen keine Spannungen (über 65 V) auftreten können, gilt der Abstand wie für nicht unter Spannung stehende Leiter.

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15 a) 1 3fache Zusatzlast,

§ 15 a) 2 Verbinder,

§ 15 b) 1 Stützenisolatoren,

§ 15 b) 2 Mehrfachketten,

§ 15 b) 3 Erdseile,

§ 15 c) 5 Maststationen,

§ 15 d) 2 Rutschklemmen,

§ 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter zum Lichttraumprofil 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5 c) größter Durchhang,

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Bei geringeren Abständen gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzungen

Es sind Schutzmaßnahmen zu treffen, durch die eine Berührung der Leiter oder eine unzulässige Annäherung an sie vermieden wird.

4. Für die obengenannten Bahnen, für die eine Umstellung auf Fahrleitungsbetrieb in Aussicht genommen ist:

4.1 Abstände

Lotrechter Abstand der Leiter von Schienenoberkante 12,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5 c) größter Durchhang,

§ 15 f) $U_N > 110 \text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand der Maste der Freileitung von Mitte des nächsten Gleises, soweit nicht besondere Vereinbarungen getroffen werden 10 m

4.2 Leitungsausführung nach m) 1.2.

m) Industriebahnen und Industrieanschlußgleise mit Fahrleitung

Bestimmungen siehe n)

n) Straßenbahnen und Obuslinien

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand der Leiter der Freileitung
von Bauteilen der Fahrleitung 3 m

Lichter waagerechter Abstand der Leiter der
Freileitung von Bauteilen der Fahrleitung . . . 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

Für die überkreuzenden Leiter:

§ 5c) größter Durchhang,

für die gekreuzten Leiter der Fahrleitung:

Durchhang bei -5°C ohne Zusatzlast.

Für die überkreuzenden Leiter ist außerdem ein Ausschwingen der Leiter bei -40°C durch Windlast anzunehmen.

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Bei Durchhangsvergrößerungen durch ungleiche Zusatzlast der Felder:

Lotrechter Abstand der Leiter von Bauteilen der Fahrleitung 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand geerdeter Bauteile der Freileitung von Bauteilen der Fahrleitung 1,25 m

1.2 Leitungsausführung

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15a) 1 3fache Zusatzlast,

§ 15a) 2 Verbinder,

§ 15b) 1 Stützenisolatoren,

§ 15b) 2 Mehrfachketten,

§ 15b) 3 Erdseile,

§ 15c) 5 Maststationen,

§ 15d) 2 Rutschklemmen,

§ 15e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter zu Bauteilen der Fahrleitung und zum Lichttraumprofil einschließlich Stromabnehmer 1,5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Bei geringeren Abständen gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzungen

Es sind Schutzmaßnahmen zu treffen, durch die eine Berührung der Leiter oder eine unzulässige Annäherung an sie vermieden wird.

o) Seilschwebebahnen für den Gütertransport und Schlepliftanlagen

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand der Leiter der Freileitung von Bauteilen der

a) Seilschwebebahnen 2 m

b) Schlepliftanlagen 3 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Außerdem gilt für die gekreuzte Seilbahn der betriebsmäßig höchste Punkt, der unter Zugrundelegung einer um 25% vergrößerten Höchstzugspannung der Seile der Seilbahnanlage ermittelt wird.

Lichter waagerechter Abstand der Leiter der Freileitung von festen Bauteilen der Seilbahnanlage 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

Ausschwingen der Leiter bei -40°C durch Windlast

und § 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand geerdeter Bauteile der Freileitung von Bauteilen der

a) Seilschwebebahnen 1,25 m

b) Schlepliftanlagen 3 m

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:

Ausschwingen der Seile der Seilbahnanlage mit einem Ausschwingwinkel von 45° .

1.2 Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 15b) 1 Stützenisolatoren,

§ 15b) 2 Mehrfachketten,

§ 15b) 3 Erdseile,

§ 15d) 2 Rutschklemmen,

§ 15e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter zu Bauteilen der

a) Seilschwebebahnen 2 m

b) Schlepliftanlagen 5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Dabei ist gleichzeitig anzunehmen, daß die Trag- und Zugseile der Seilbahnanlage unter 45° in Richtung zur Freileitung ausschwingen.

Bei geringeren Abständen gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzungen

Lotrechter Abstand der Leiter von Bauteilen der Seilbahnanlage 5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

Für die Freileitung

Durchhang

bei -20°C ohne Zusatzlast und

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$

und für die Seile der Seilbahnanlage der betriebsmäßig größte Durchhang.

p) Seilschwebebahnen für den öffentlichen Personenverkehr und Sessellifte

1. Kreuzung

1.1 Abstände

Lotrechter Abstand der Leiter der Freileitung von Bauteilen der Seilbahnanlage 3 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

§ 5c) größter Durchhang,

§ 15d) 1 ungleiche Zusatzlast der Felder,

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Außerdem gilt für die gekreuzte Seilbahn der betriebsmäßig höchste Punkt, der unter Zugrundelegung einer um 25% vergrößerten Höchstzugspannung der Seile der Seilbahnanlage ermittelt wird.

Lichter waagerechter Abstand der Leiter der Freileitung von festen Bauteilen der Seilbahnanlage 2 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:
Ausschwingen der Leiter bei $+40^{\circ}\text{C}$ durch Windlast,

§ 15f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Lichter waagerechter Abstand geerdeter Bauteile der Freileitung von Bauteilen der Seilbahnanlage 5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:
Ausschwingen der Seile der Seilbahnanlage mit einem Ausschwingwinkel von 45° .

1.2 Leitungsausführung:

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 1 3fache Zusatzlast,
- § 15 a) 2 Verbinder,
- § 15 a) 3 Abzweigklemmen,
- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 c) 5 Maststationen,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

2. Näherung und Parallelführung

Abstand der Lotrechten am ausgeschwungenen Leiter zu Bauteilen der Seilbahnanlage 5 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110\text{ kV}$.

Dabei ist gleichzeitig anzunehmen, daß die Trag- und Zugseile der Seilbahnanlage unter 45° in Richtung zur Freileitung ausschwingen.

Bei geringeren Abständen gelten die Bestimmungen nach 1.

3. Unterkreuzungen

Lotrechter Abstand der Leiter von Bauteilen der Seilbahnanlage 5 m

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen:
Für die Freileitung

- Durchhang bei -20°C ohne Zusatzlast,
- § 15 f) $U_N > 110\text{ kV}$

und für die Seile der Seilbahnanlage der betriebsmäßig größte Durchhang.

q) Sportplätze

Kreuzung

1. Abstände

Lotrechter Abstand

1.1 zwischen Leiter und Spielfeld 12 m

1.2 zwischen Leiter und angrenzenden Sportanlagen 7 m

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 5 c) größter Durchhang,
- § 15 f) $U_N > 110\text{ kV}$.

2. Leitungsausführung

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- § 15 a) 2 Verbinder,
- § 15 b) 1 Stützenisolatoren,
- § 15 b) 2 Mehrfachketten,
- § 15 b) 3 Erdseile,
- § 15 c) 5 Maststationen,
- § 15 d) 2 Rutschklemmen,
- § 15 e) Mehrfach-Überkreuzungen.

§ 15

Zusammenstellung der besonderen Bestimmungen

In den §§ 13 und 14 wird angegeben, welche der nachfolgenden besonderen Bestimmungen im jeweiligen Einzelfall zu beachten sind.

a) Leiter

1. Die Leiter dürfen an Stelle der in § 5 festgelegten 2fachen Zusatzlast durch die 3fache Zusatzlast höchstens bis zur Dauerzugspannung beansprucht werden.
2. Die Leiter dürfen höchstens einen dauernd unter Zug stehenden Verbinder erhalten. Ausnahmen sind nur vorübergehend im Zuge von Störungsbehebungen gestattet.
3. Abzweigklemmen dürfen an den unter Zug stehenden Leitern nicht vorhanden sein.

b) Befestigung der Leiter

1. an Stützenisolatoren
 - 1.1 Befestigung der Leiter mit einem Hilfsseil gleicher elektrischer und mechanischer Sicherheit an einem zweiten quer zur Leitungsrichtung angeordneten Isolator gleicher Sicherheit wie allgemein auf der Strecke [siehe auch § 6a) 2.1.2].
 - 1.2 Bei Holzmasten auf geraden Strecken mit Isolatorenträgern, die nicht geerdet sind:
Befestigung der Leiter an einem Isolator in Verbindung mit einem Hilfsseil jeweils gleicher Sicherheit wie allgemein auf der Strecke.
2. an Kettenisolatoren
Aufhängung oder Abspannung der Leiter an Mehrfachketten, wobei die Zahl der nebeneinander liegenden Ketten und die Sicherheit der einzelnen Kette mindestens ebenso groß sein muß wie allgemein auf der Strecke.
3. Erdseile brauchen nicht doppelt befestigt zu werden.

c) Maste

1. Die Verwendung von Einfach- oder Doppel-Holzmasten am Kreuzungsfeld ist nur in einem Abspannabschnitt zulässig, der höchstens durch 3 Tragmaste unterteilt ist. Dabei ist der gesamte Abspannabschnitt als der Bereich der Kreuzung anzusehen.
2. Für Holzmaste am Kreuzungsfeld sind Leitungswinkel von 180° bis 160° zulässig. Dabei sind nur A-Maste nach DIN 48351 zu verwenden. Leitungswinkel von 180° bis 175° brauchen bei der Berechnung nicht berücksichtigt zu werden.
3. Bei Verwendung von Einfach- oder Doppel-Holzmasten im Näherungsbereich sind, sofern c) 1. nicht erfüllt ist, Streben oder Anker anzubringen.
4. Bei Kreuzungen von Eisenbahnen nach § 14k) dürfen Holzmaste nicht verwendet werden.
5. Schalter und Transformatoren dürfen an Stützpunkten des Kreuzungsfeldes nur dann angebracht werden, wenn diese als Abspannmaste ausgebildet sind.

d) Vergrößerung des Durchhangs

1. Für die Ermittlung des Durchhangs ist anzunehmen, daß bei -5°C die Leiter im Kreuzungsfeld mit der Hälfte der Zusatzlast belastet sind, während die Leiter in allen übrigen Feldern unbelastet sind (ungleiche Zusatzlast der Felder).
2. Schwenkquerträger dürfen an Kreuzungsmasten nicht verwendet werden.
Rutschklemmen dürfen nur verwendet werden, wenn die zu erwartende Durchhangsvergrößerung bei der Abstandsermittlung berücksichtigt wird.

3. Für die Ermittlung des Abstandes zwischen den Leitern ist anzunehmen, daß bei -5°C einer dieser Leiter im Kreuzungsfeld mit der Hälfte der Zusatzlast belastet ist, während die übrigen Leiter unbelastet sind (ungleiche Zusatzlast der Leiter).
Dabei muß noch ein Abstand zwischen den Leitern der Freileitung von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,2 m vorhanden sein.
4. Bei Bruch eines Isolators der Mehrfachkette muß im Kreuzungsfeld noch ein Abstand zwischen den Leitern der Freileitung von $\frac{U_N}{150}$ in Metern, mindestens jedoch 0,2 m, vorhanden sein. Dabei sind die Durchhänge bei -20°C einzusetzen.
- e) Mehrfach-Überkreuzungen
Überkreuzt eine weitere Leitung mit einem oder mit mehreren Leitern den Bereich einer Kreuzung, so sind für alle Leiter die gleichen Sicherheitsmaßnahmen anzuwenden, die an dieser Leitung bei direkter Überkreuzung jeder einzelnen Anlage erforderlich wären.
- f) Die in den §§ 13 und 14 angegebenen Abstände gelten für Nennspannungen über 1 kV bis 110 kV.
Bei Freileitungen mit Nennspannungen über 110 kV sind diese Abstände um $\frac{(U_N - 110)}{150}$ in Metern zu vergrößern.

IV. Anhang

Verzinkung von Masten und sonstigen Bauteilen

1. Anforderungen

Für die Verzinkung dieser Teile kommt Feuerverzinkung, galvanische Verzinkung oder Spritzverzinkung in Frage, jedoch ist, soweit es die Formgebung der Bauteile zuläßt, Feuerverzinkung vorzuziehen. Wenn in Sonderfällen für Armaturen Einzelteile aus rostfreiem Stahl verwendet werden, erübrigt sich eine Verzinkung. Bei galvanischer Verzinkung oder Spritzverzinkung müssen die Gegenstände noch mit einem die Schutzwirkung erhöhenden Überzug versehen werden.

Für die Verzinkung darf nur Original-Hüttenroh-zink mit mindestens 98,5% Reinheit verwendet werden. Dieser Reinheitsgrad des Zinkbades ist laufend zu überwachen und erforderlichenfalls nachzuweisen. Remelted-Zink darf nur in dem Umfange zugesetzt werden, als das Zinkbad noch einem Reinheitsgrad von 98,5% entspricht. Die restlichen 1,5% bestehen aus Zusätzen an Zinn, Blei und Aluminium, welche die Korrosionsbeständigkeit, Haftung und Elastizität der Zinkhaut gewährleisten.

Bei feuerverzinkten Schrauben, Muttern und Scheiben von M 16 und kleiner muß eine Zinkschicht von mindestens $40\text{ }\mu\text{m}$ gewährleistet werden, wobei eine Dicke von im Mittel $40\text{ }\mu\text{m}$ einer Zinkauflage von etwa 300 g/m^2 entspricht. Für alle anderen feuerverzinkten Teile muß eine Zinkschicht von mindestens $70\text{ }\mu\text{m}$ gewährleistet werden, wobei eine Dicke von im Mittel $70\text{ }\mu\text{m}$ einer Zinkauflage von etwa 500 g/m^2 entspricht.

Werden Schrauben und Muttern feuerverzinkt, so darf das Gewinde der Mutter so weit nachgeschnitten werden, daß die Mutter auf der Schraube gängig ist.

2. Prüfung

Für die Güte der Verzinkung ist maßgebend:

- 2.1 die augenscheinliche Beurteilung der Zinkschicht,
2.2 die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Zinkes auf der Stahloberfläche,
2.3 die Haftfestigkeit des Zinküberzuges,
2.4 die Gewichtsmenge oder Dicke der aufgetragenen Zinkschicht.

Zu 2.1 Die Zinkhaut muß zusammenhängend sein und darf keinerlei Poren zeigen.

Zu 2.2 Die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Zinkschicht wird durch einen Tauchversuch in gesättigter*) Kupfervitriollösung nachgeprüft. Die Lösung ist gesättigt, wenn

39 Gewichtsteile Kupfervitriol bei $+20^{\circ}\text{C}$ in 100 Gewichtsteilen Wasser enthalten sind.

Man setzt zweckmäßig eine Lösung von 40 Gewichtsteilen Kupfervitriol und 100 Gewichtsteilen Wasser an und gibt allmählich noch so viel Kupfervitriol hinzu, bis ein ungelöster Überschuß am Boden des Gefäßes liegen bleibt. Um etwaige freie Säure zu neutralisieren, ist der Zusatz von Kupferkarbonat notwendig. Die fertige Lösung soll bei 20°C eine Wichte von etwa 1,19 besitzen.

Die zur Prüfung zu benutzenden Gefäße müssen ein im Verhältnis zur Oberfläche ausreichendes Fassungsvermögen**) haben.

Die Prüfungsgegenstände müssen die nachfolgend angeführte Zahl von Tauchungen aushalten, bevor sich ein zusammenhängender***) Kupferbelag zeigt:

Spritzverzinkte oder galvanisch verzinkte Teile 3 Tauchungen,

feuerverzinkte Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben für M 16 und kleiner 5 Tauchungen,
alle übrigen feuerverzinkten Teile 7 Tauchungen.

Zu 2.3 Die Prüfung der Haftfestigkeit ist nur an gewissen Teilen möglich. Wo sie durchführbar ist, ist das Prüfstück um 90° hin und her zu biegen und dann einem Tauchversuch nach 2.2 zu unterwerfen. An Stellen, an denen die Zinküberzüge dieser Biegeprüfung nicht standgehalten haben, bildet sich dann ein roter Kupferniederschlag auf dem freiliegenden Eisenteil.

Zu 2.4 Nach Möglichkeit ist die Gewichtsmenge an Zink oder die Dicke der aufgetragenen Zinkschicht nach einem geeigneten Prüfverfahren zu bestimmen.

*) Eine gesättigte Lösung ist vorgesehen, weil eine 20prozentige Lösung zu geringer Ätzwirkung hat und die Prüfdauer, namentlich bei umfangreichen Prüfständen, erheblich verlängern würde.

**) Das Fassungsvermögen ist ausreichend, wenn die Flüssigkeitsmenge bei größeren Prüfgegenständen mindestens das 8fache Gewicht des zu prüfenden Körpers hat, oder wenn bei kleineren Gegenständen ihr Abstand von der Gefäßwand an allen Stellen mindestens 5 cm beträgt.

***) Als zusammenhängend gilt ein Belag, der entweder eine Fläche von mindestens 50 mm^2 , also etwa die eines Kreises von 8 mm Durchmesser hat oder in irgendeiner Ausdehnung die Länge von 40 mm überschreitet.

Erläuterungen

zu VDE 0210/5. 69 „Bestimmungen für den Bau von Starkstrom-Freileitungen über 1 kV“

Erläuterungen zu den §§ 9 und 10

Die Bestimmungen in den neuen §§ 9 und 10 weisen gegenüber den nach Abschnitt C „Gestänge“ bisher gültigen §§ 15 bis 30 folgende wesentliche Änderungen und Ergänzungen auf:

§ 9a) Äußere Kräfte (Lastannahmen) (vgl. § 15 von VDE 0210/5. 62)

Hier wird die Zusatzlast der Leiter mit dem Wert $0,5 + 0,01 d$ in kp/m Leiter- bzw. Teilleiterlänge, wobei d

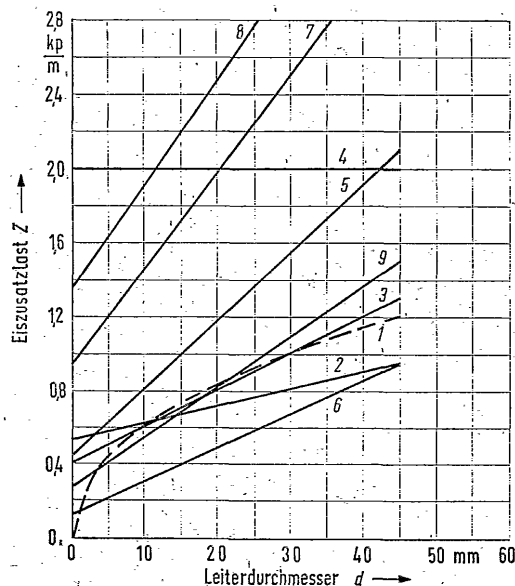


Bild 1 (Erläuterungen)

Zusatzlast Z , abhängig vom Leiterdurchmesser d , nach den Vorschriften verschiedener Länder.

Kurve	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Land	Deutschland		Österreich	Schweiz	USA		Schweden		England
	VDE 0210 5. 62	VDE 0210 5. 69							
Eis-Zusatzlast	$0,18 \sqrt{d}$	$0,5 + 0,01 d$	$0,4 + 0,02 d$	2	Eis-mantel-dicke $1/2''$	Eis-mantel-dicke $1/4''$	Eis-mantel-dicke 18 mm	$1,35 + 0,057 d$	$0,26 + 0,027 d$

der Seildurchmesser in mm ist, neu definiert. Diese Definition erscheint physikalisch zutreffender als der bisher vorgeschriebene Wert $0,18 \cdot \sqrt{d}$ und stimmt mit den meisten ausländischen Formeln überein. Wie Bild 1 dieser Erläuterungen zeigt, sind den Durchmessern $d < 12$ mm größere Zusatzlasten, dagegen den Durchmessern d über 12 mm kleinere Zusatzlasten zugeordnet. Einer solchen Festlegung kommt die Ermittlung der zulässigen Mittelzugspannung entgegen¹⁾. Danach kann für größere Seildurchmesser der Grenzwert der Mittelzugspannung und nicht die zulässige Höchstzugspannung maßgebend sein. In solchen Fällen ergeben sich für die Seile unter Zusatzlast entsprechend höhere Sicherheiten. Da die größten statischen Seilbeanspruchungen in der Regel unter Zusatzlast auftreten, werden durch die neue Festlegung die Durchhangsverhältnisse für die Seildurchmesser über 12 mm unter der Voraussetzung gleicher maximaler Seilspannung günstiger als bisher (kleinere Durchhänge), in den anderen Bereichen der Seildurchmesser ungünstiger. Es gilt wie bisher der Hinweis, daß in Gegenden, in denen größere Zusatzlasten als die normalen regelmäßig auftreten, diese zu berücksichtigen sind.

¹⁾ Siehe Erläuterungen zu § 5 (nicht abgedruckt).

Die Montagelasten werden neu festgelegt.

Die Angaben über Windlasten werden auf Grund physikalischer Erkenntnisse und neuer Erfahrungen genauer erfaßt. Die Windbelastung der Seile beträgt für Leiter und Teilleiter bis 200 m Spannweite $W = c q F$. Hierbei bedeuten:

- c Staudruckbeiwert
- q Staudruck
- F vom Wind getroffene Fläche
- d Seildurchmesser
- L Spannweite
- $F = d L$

Das entspricht der gleichen Windbelastung wie bisher. Für größere Spannweiten ergibt sich nach der Beziehung $W = c \cdot q \cdot d (80 + 0,6 L)$ eine Verringerung der Windlast mit steigender Spannweite (Bild 2 dieser Erläuterungen). Diese Verringerung findet sich z. B. in der belgischen Vorschrift, in der bei Spannweiten ab 100 m der konstante Minderungsfaktor von rd. 0,7 angegeben ist. Messungen auf der Versuchsanlage Hornisgrinde [6] lassen diese Verringerung im Regelfall vertretbar erscheinen. Für Staudrücke und ihre Einteilung nach Höhe über Gelände gelten etwa die gleichen Werte wie bisher. Die Staudruckbeiwerte werden

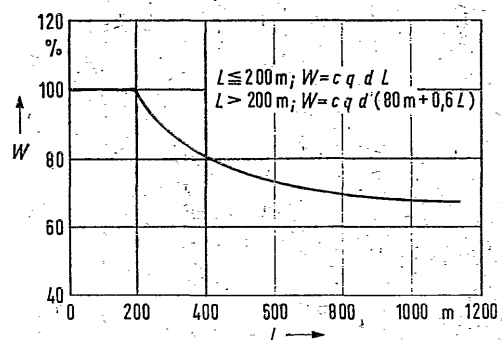


Bild 2 (Erläuterungen)

Windbelastung W der Leiterseile in % in Abhängigkeit von der Spannweite L .

dagegen für Gittermaste um rd. 8% bei Winkelstahl und rd. 5% bei Rohren erhöht. Entsprechend werden auch die Werte für Fachwerkwände aus Profilen und Rohren erhöht. Bei der Festlegung der Windlasten ist auf die topografischen Verhältnisse zu achten. In besonders windgefährdeten Gegenden ist mit einer den örtlichen Verhältnissen entsprechenden höheren Windlast zu rechnen. Dies gilt beispielsweise für einige Küstengebiete.

§ 9b) Verwendungszweck der Maste, Lastfälle

Hierin sind die bisherigen §§ 16 bis 18 zusammengefaßt. Der frühere § 19, Vogelschutz, entfällt.

Bei den Lastfällen werden für Mehrfachleitungsmaste zusätzliche Torsionsbelastungen vorgesehen. Die Windbelastung über Eck der über 60 m hohen Maste mit gleichzeitiger Windlast auf Seile wird gegenüber den bisherigen Bestimmungen erhöht. Im übrigen ist bei der Zusammenstellung der Lastfälle auf möglichst einfache und kurze Darlegung geachtet worden.

§ 9c) Ausführung der Maste

Hier sind die bisherigen §§ 20 bis 26 zusammengefaßt.

Die zulässigen Spannungen für Stahlschrauben, Qualität 5.6, werden neu aufgenommen. Wertvoll waren für diese Festlegung Versuche der Deutschen Bundesbahn, die an der TH Darmstadt mit Stabstahl St 37 und 5.6-Schrauben als Verbindungsmittel durchgeführt wurden.

Die Knickvorschriften werden für moderne Ausfachungsarten der Stahlgittermaste ergänzt. Das Institut für Statik und Stahlbau der TH Darmstadt hat dankenswerterweise bei Versuchen und Festlegungen mitgewirkt.

Wichtig ist die Festlegung von Grenzwerten der Winkelstähle für das Verhältnis Schenkelbreite zu Schenkeldicke. Andernfalls muß neben den üblichen Nachweisen noch die Beulsicherheit nachgewiesen werden.

Für Maste aus Aluminium-Legierung werden Bemessungsregeln mit Hinweis auf DIN 4113 angegeben.

Abgespannte Maste, die man bekanntlich im Ausland vielfach verwendet, werden zugelassen. Neue Bemessungsvorschriften sind dafür zusammengestellt.

§ 10 Gründungen (vgl. bisherige §§ 27 bis 30)

Auch hier werden die neuesten Forschungen und Erfahrungen berücksichtigt.

Besonders gilt dies für auf Zug beanspruchte Gründungen. Das Erdauflastverfahren wurde vor allem durch die Beiträge von Ing. Krompaß, die sich auf zahlreiche, bei der Energieversorgung Schwaben und beim Bayernwerk durchgeführten Versuche gründen, wesentlich verbessert. Im Erdauflastwinkel β wurden neben den unterschiedlichen Boden-Kennwerten auch die Fundamentabmessungen und Einbringungsarten, soweit sie zur Zeit erfaßbar sind, berücksichtigt. Da jedoch durch das reine Auflastverfahren die in Wirklichkeit vorhandenen, zusammengesetzten Scher- und Gewichtswiderstände berücksichtigt werden sollen, ist der Auflastwinkel β als fiktive, in Wirklichkeit nicht bestehende Größe aufzufassen. Mit den einzuhaltenden Sicherheiten werden nicht nur die Widerstandsverhältnisse, sondern auch die Fundamentbewegungen, soweit möglich, berücksichtigt. Gründungen, die eine hohe durchschnittliche Belastung aufweisen, z. B. Endmaste und Abspannmaste mit kleinen eingeschlossenen Leitungswinkeln, sind mit höheren Sicherheitsfaktoren zu bemessen.

Bei Mantelreibungspfählen werden Hinweise für Durchführung und Auswertung der Zugversuche gemacht.

Für die Verankerung der Fußbeckstiele im Beton werden eingehende Bemessungsregeln gegeben.

Erläuterungen zu den §§ 14 und 15

In den §§ 14 und 15 sind alle Angaben zusammengefaßt, die in 0210/5.62 in den §§ 32, 33 und 35 enthalten waren. So sind in § 15 alle Arten von besonderen Bestimmungen aufgezählt, während in § 14 für bestimmte bauliche Anlagen und Verkehrsräume festgelegt ist, welche dieser Bestimmungen aus § 15 dabei zu beachten sind. Um dabei dem langwierigen Suchen nach der Bedeutung einzelner Ziffern und Buchstaben aus dem Wege zu gehen, ist jede Bestimmung durch eine einprägsame Kurzbezeichnung erläutert worden.

Die ständigen Anfragen an die Kommission machten in der Einleitung von § 14 den Hinweis erforderlich, daß hier nicht alle Objekte aufgeführt werden können, für die besondere Bestimmungen denkbar sind. Die Zahl und Art der Beispiele ist repräsentativ genug, um jeden anderen Kreuzungs- und Näherungsfall mit entsprechender Sicherheit auslegen zu können.

Ferner ist in der Einleitung von § 14 gesagt, daß der Bereich der Kreuzung sich auf das Kreuzungsfeld erstreckt. Hiermit besteht also für die Zahl der Zwischenmaste und für die Länge des Abspannabschnittes keine Begrenzung mehr. Lediglich bei Verwendung von Einfach- oder Doppelholzmasten im Kreuzungsfeld ist es wie bisher beim Kreuzungsabschnitt geblieben [§ 15c) 1.]

Bei Näherung und Parallelführung war nach 0210/5.62 für verschiedene Anlagen erhöhte Sicherheit nach § 33 vorgeschrieben, wenn die Entfernung eines Mastes zu der betreffenden Anlage kleiner als die Masthöhe war. Dies ist in der neuen Vorschrift durch einen Schutzraum ersetzt worden, in den der ausgeschwungene Leiter nicht hineinragen darf. Um diesen Schutzraum festzulegen, ist der Begriff „Lotrechte am ausgeschwungenen Leiter“ eingeführt worden. Nur bei Einfach- oder Doppelholzmasten im Näherungsbereich von Fernmeldeleitungen muß der frühere Zusammenhang zwischen Entfernung und Masthöhe weiterhin beachtet werden. In diesem Fall muß die Sicherung der Holzmaste durch Anker oder Streben erfolgen, wenn die Freileitung nicht wie in einem Kreuzungsabschnitt entsprechend § 15c) 1. ausgeführt ist.

Schrifttum (nicht abgedruckt).

Hinweise**Inhalt des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen****Nr. 35 v. 12. 8. 1971**

(Einzelpreis dieser Nummer 0,70 DM zuzügl. Portokosten)

Glied.- Nr.	Datum		Seite
2022	24. 5. 1971	Dritte Änderung der Satzung der Rheinischen Zusatzversorgungskasse für Gemeinden und Gemeindeverbände	220
20340	21. 7. 1971	Verordnung zur Aufhebung der Verordnungen zur Bestimmung der Einleitungsbehörden gemäß § 32 Abs. 2 Satz 1 der Disziplinarordnung des Landes Nordrhein-Westfalen (DO NW) für Beamte und Richter vom 8. Dezember 1953	223
20340	21. 7. 1971	Verordnung zur Änderung der Verordnung zur Bestimmung der mit Disziplinarbefugnissen ausgestatteten Dienstvorgesetzten im Geschäftsbereich des Innenministers	223
7833 2125	22. 7. 1971	Verordnung zur Änderung der Hygiene-Verordnung	223

— MBl. NW. 1971 S. 1520.

Nr. 36 v. 19. 8. 1971

(Einzelpreis dieser Nummer 0,70 DM zuzügl. Portokosten)

Glied.- Nr.	Datum		Seite
1001	8. 6. 1971	Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts über die Vereinbarkeit von § 101 Abs. 1 Nr. 3 in Verbindung mit den §§ 88 Abs. 8, 101 Abs. 3 der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen vom 25. Juni 1962 (GV. NW. S. 373) mit dem Strafgesetzbuch	226
20320	30. 7. 1971	Bekanntmachung des Gesetzes über vermögenswirksame Leistungen für Beamte und Richter	226
2061	9. 8. 1971	Ordnungsbehördliche Verordnung über die Wegschaffung gesundheitsgefährdender Abfallstoffe aus Gewerbebetrieben	227
7131	30. 7. 1971	Ordnungsbehördliche Verordnung über Fernleitungen zum Befördern gefährlicher Gase — Gasfernleitungsverordnung —	228

— MBl. NW. 1971 S. 1520.

Nr. 37 v. 25. 8. 1971

(Einzelpreis dieser Nummer 0,70 DM zuzügl. Portokosten)

Glied.- Nr.	Datum		Seite
205	5. 8. 1971	Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Bestimmung von Kreispolizeibehörden zu Kriminalhauptstellen	232
90	27. 7. 1971	Bekanntmachung des Staatsvertrages über die Vergütung für die Auszahlung der Renten nach dem Bundesversorgungsgesetz und den Gesetzen, die das Bundesversorgungsgesetz für anwendbar erklären (Versorgungsrenten), an den Schaltern der Deutschen Bundespost	232
97	5. 8. 1971	Verordnung NW PR Nr. 6/71 zur Änderung der Verordnung über Hafenabgaben in öffentlichen Rheinhäfen im Lande Nordrhein-Westfalen	233
	30. 7. 1971	Nachtrag zur Genehmigungsurkunde für die Kleinbahn des Kreises Jülich vom 7. November 1911 (Amtsblatt der Königlichen Regierung zu Aachen Nr. 85 vom 16. November 1911)	233
	6. 8. 1971	Bekanntmachung in Enteignungssachen	233
	24. 5. 1971	Bekanntmachung der Nachtragshaushaltssatzung des Landschaftsverbandes Rheinland für das Rechnungsjahr 1971	233

— MBl. NW. 1971 S. 1520.

Inhalt des Justizministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen**Nr. 16 v. 15. 8. 1971**

(Einzelpreis dieser Nummer 1,— DM zuzügl. Portokosten)

	Seite		Seite
Allgemeine Verfügungen		2. LMG § 4. — Zur Frage, in welchem Umfang und auf welche Weise ein Bezirksleiter, dem insgesamt 17 Filialen einer Lebensmittelhandlung unterstellt sind, dafür zu sorgen hat, daß die angebotenen Lebensmittel einwandfrei sind. OLG Hamm vom 28. Oktober 1970 — 4 Ss 879/70	190
Einrichtung von Kammern für Handelssachen . . .	181	3. StPO §§ 268 a, 305 a. — Hat das Berufungsgericht über den Auflagenbeschluß des Erstrichters formell als Beschwerdegericht entschieden, so ist auf Beschwerde des Angeklagten hiergegen die Sache an das Berufungsgericht zurückzuverweisen. OLG Hamm vom 9. November 1970 — 3 Ws 456/70	191
Angelegenheiten der Notare	181		
Entschädigung für Strafverfolgungsmaßnahmen . .	183	Kostenrecht	
Durchführungsbestimmungen zu dem Gesetz über Kosten der Gerichtsvollzieher	186	BRAGeBO § 48; ZPO § 91 I Satz 1. — Ein Rechtsanwalt erhält für seine Mitwirkung in einem Beweissicherungsverfahren Gebühren nach § 48 I BRAGeBO nicht, soweit er in der anhängigen Hauptsache als Verkehrsanwalt tätig ist und ihm dort entsprechende Gebühren erwachsen. — Werden die Ergebnisse eines Beweissicherungsverfahrens in der Hauptsache nicht verwertet, so ist bei der Festsetzung der Kosten der Hauptsache zu prüfen, ob das Beweissicherungsverfahren als solches notwendig war. OLG Köln vom 3. November 1970 — 8 W 102/70	191
Anordnung über die Einforderung und Beitreibung von Vermögensstrafen und Verfahrenskosten . . .	186		
Bekanntmachungen	187		
Personalnachrichten	187		
Rechtsprechung			
Strafrecht			
1. StGB § 230; StVO § 9. — Zur Frage, unter welchen Voraussetzungen der im Stadtverkehr überholende Kraftfahrer damit rechnen muß, daß aus dem für ihn nicht einsehbaren Raum vor dem überholten Fahrzeug plötzlich Fußgänger in seine Fahrbahn laufen. OLG Hamm vom 23. Oktober 1970 — 3 Ss 638/70	188		

— MBl. NW. 1971 S. 1521.

Inhalt des Gemeinsamen Amtsblattes des Kultusministeriums und des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen

Nr. 8 — August 1971

(Einzelpreis dieser Nummer 3,50 DM zuzügl. Portokosten)

	Seite		Seite
A. Amtlicher Teil		II Minister für Wissenschaft und Forschung	
I Kultusminister		Personalnachrichten	427
Personalnachrichten	402	Gesetz zur Änderung des Hochschulgebührengesetzes. Bek. d. Ministers für Wissenschaft und Forschung v. 22. 7. 1971	430
Richtlinien für den Bau von Grundschulen und Hauptschulen; hier: Änderung und Ergänzung der Raumprogramme. RdErl. d. Kultusministers v. 7. 7. 1971	402	Verfassung der Universität Münster; hier: Änderung. Bek. d. Ministers für Wissenschaft und Forschung v. 12. 7. 1971	430
Vorläufige Richtlinien für die Errichtung von Schulzentren und für die Aufstellung des Raumprogramms. RdErl. d. Kultusministers v. 13. 7. 1971	402	Vorläufige Verfassungen der Fachhochschulen im Lande Nordrhein-Westfalen. Bek. d. Ministers für Wissenschaft und Forschung v. 21. 7. 1971	430
Gewährung von Ausbildungsbeihilfen aus Landesmitteln zur Regulierung von Härtefällen. RdErl. d. Kultusministers v. 21. 5. 1971	405	Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln; hier: Änderung. Bek. d. Ministers für Wissenschaft und Forschung v. 18. 7. 1971	492
Schüler-Unfall- und Haftpflichtversicherung. RdErl. d. Kultusministers v. 15. 7. 1971	408	Diplom-Prüfungsordnung der Pädagogischen Hochschule Westfalen-Lippe; hier: Änderung. Bek. d. Ministers für Wissenschaft und Forschung v. 23. 6. 1971	493
Errichtung der Staatlichen Zentralstelle für Fernunterricht. RdErl. d. Kultusministers v. 30. 4. 1971	419	Satzung der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster über die Verkündung von Satzungen und Ordnungen. Bek. d. Ministers für Wissenschaft und Forschung v. 26. 1. 1971	493
Körperliche Züchtigung in Schulen. RdErl. d. Kultusministers v. 22. 6. 1971	420		
Rahmenlehrpläne für Berufsschulen; hier: vorläufige Richtlinien für den Unterricht im Fach Politik. RdErl. d. Kultusministers v. 16. 6. 1971	420	B. Nichtamtlicher Teil	
Bundesjugendspiele 1971/72. RdErl. d. Kultusministers v. 22. 7. 1971	424	Wanderführerlehrgang der Deutschen Wanderjugend	493
Unterricht im Schulsonderturnen. RdErl. d. Kultusministers v. 13. 7. 1971	424	Studienwettbewerb über Aspekte moderner Unterrichtsmittel	493
Berichtigung: Versetzungsordnung für die Realschulen des Landes Nordrhein-Westfalen; hier: Änderungen. RdErl. d. Kultusministers v. 5. 5. 1971	424	Internationaler Neuphilologenkongreß	493
Schulversuch „Silentien“. RdErl. d. Kultusministers v. 7. 7. 1971	424	Buchhinweise	494
Satzung des Schulverbandes Gymnasium Neukirchen-Vluyn (Julius-Stursberg-Schule). Bek. d. Kultusministers v. 23. 7. 1971	425	Inhaltsverzeichnis des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen für die Ausgaben vom 1. Juli bis 16. Juli 1971	496
Schulschein für Puppenspieler. Bek. d. Kultusministers v. 5. 7. 1971	427	Inhaltsverzeichnis des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen für die Ausgaben vom 5. Juli bis 23. Juli 1971	499

— MBI. NW. 1971 S. 1522.

Einzelpreis dieser Nummer 6,— DM

Einzellieferungen nur durch den August Bagel Verlag, Düsseldorf, gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. 0,30 DM Versandkosten auf das Postscheckkonto Köln 85 16 oder auf das Girokonto 35 415 bei der Westdeutschen Landesbank, Girozentrale Düsseldorf. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer bei dem August Bagel Verlag, 4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 100, vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Elisabethstraße 5. Druck: A. Bagel, Düsseldorf; Vertrieb: August Bagel Verlag, Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Ministerialblätter, in denen nur ein Sachgebiet behandelt ist, werden auch in der Ausgabe B zweiseitig bedruckt geliefert. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 15,80 DM, Ausgabe B 17,— DM.

Die genannten Preise enthalten 5,5% Mehrwertsteuer.