

Armaturen für Fahrleitungsanlagen;
Statisch-mechanisches Verhalten
Anforderungen, Prüfung

DIN
VDE 0216

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Fittings for overhead and conductor rail equipment;
Static mechanical behaviour;
Requirements and testing

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.
Der Norminhalt war veröffentlicht im Entwurf DIN 57216 Teil 1/VDE 0216 Teil 1/10.84.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Februar 1986.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
2.1 Allgemeine Begriffe	2
2.2 Mechanische Begriffe	2
3 Anforderungen	2
3.1 Allgemeines	2
3.2 Werkstoffe	2
3.3 Konstruktive Gestaltung	3
3.4 Korrosionsschutz	3
3.5 Kennzeichnung	4
4 Prüfungen	4
4.1 Allgemeines	4
4.2 Typprüfung	4
4.3 Stichprobenprüfung	8
4.4 Stückprüfung	9
Zitierte Normen und andere Unterlagen	9
Weitere Normen	11
Erläuterungen	12

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Prüfung des statisch-mechanischen Verhaltens von Armaturen für Fahrleitungsanlagen im Sinne von **DIN VDE 0115 Teil 3**.

2 Begriffe

2.1 Allgemeine Begriffe

2.1.1 Fahrleitungsanlage

Definition siehe **DIN VDE 0115 Teil 1**.

2.1.2 Leiter

Leiter sind die zwischen den Stützpunkten einer Fahrleitungsanlage frei gespannten blanken, isolierten oder umhüllten Seile, Schienen, Bänder, Drähte usw. unabhängig davon, ob sie unter Spannung stehen oder nicht.

2.1.3 Mehrfachleiter

Mehrfachleiter sind Anordnungen von zwei oder mehr anstelle eines Einfachleiters verwendeten und auf ihrer ganzen Länge in annähernd gleichem Abstand gehaltenen Teilleitern.

2.1.4 Armaturen

Armaturen für Fahrleitungsanlagen sind Bauteile, mit denen Maste, Tragkonstruktionen, Profile, Seile, Drähte und Isolierkörper mechanisch und elektrisch befestigt bzw. verbunden werden. Hierzu gehören auch Zubehörteile von Geräten und Baugruppen.

2.1.4.1 Zubehörteile sind Bauteile, die zum Verbinden der Abspann- oder Tragelemente (Zubehörteile für Leiter) mit den Stützpunkten dienen. Bei Stützpunkten fallen hierunter auch die Teile zum Verbinden der Isolatoren. Üblicherweise handelt es sich um alle durch die Leiterzugkraft oder durch das Leitergewicht mechanisch beanspruchten Bauteile zwischen der Baugruppe der Abspann- oder Tragklemmen und dem ersten lösbaren Bauteil am Stützpunkt (z. B. Verbindungsbolzen).

2.1.4.2 Zubehörteile für Leiter sind Bauteile, die mit dem Leiter unmittelbar in Verbindung stehen und zum Abspannen, Tragen oder Verbinden derselben dienen.

Bei diesen Zubehörteilen kann es sich auch um Baugruppen aus Einzelteilen handeln, wenn dies zur Erfüllung der Funktion notwendig ist, z. B. Anschlußlaschen verschiedener Baulänge bei Trag- und Abspannklemmen.

2.1.5 Prüfling

Prüfling ist die Armatur, gegebenenfalls mit Zubehörteil, an der die Prüfung durchgeführt wird (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

2.1.6 Raumtemperatur

Raumtemperatur ist die Temperatur der Luft, die den Prüfling umgibt (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

2.1.7 Erstserie

Als Erstserie gilt die erstmalige Herstellung von Bauteilen unter den in der Fertigung als endgültig festgelegten Herstellungsbedingungen (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

2.2 Mechanische Begriffe

2.2.1 Betriebskraft F_{Betrieb}

Betriebskraft F_{Betrieb} ist die höchste statische Kraft, bis zu der ein Bauteil unter Einbaubedingungen beansprucht wird (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

2.2.2 Zulässige Betriebskraft $F_{\text{zul.Betrieb}}$

Zulässige Betriebskraft $F_{\text{zul.Betrieb}}$ ist die Nennkraft F_{Nenn} dividiert durch einen Sicherheitswert nach **DIN VDE 0115 Teil 3/06.82, Abschnitt 5**.

2.2.3 Nennkraft F_{Nenn}

Nennkraft F_{Nenn} ist die festgelegte statische Kraft, die ein Bauteil unter Einbaubedingungen erreichen muß (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

2.2.4 Höchstkraft F_{max}

Höchstkraft F_{max} ist die statische Kraft, die ein Bauteil bei der Zugprüfung unter betriebsnahen Einbaubedingungen erreicht (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

Anmerkung: Bei spröden Werkstoffen fällt die Höchstkraft F_{max} mit der Bruchkraft zusammen, während bei plastisch verformbaren Werkstoffen ein Bruch oder eine andere Zerstörung der Funktionsfähigkeit (z. B. starke Verformung) erst nach Überschreiten der Höchstkraft F_{max} bei anschließendem Kraftabfall eintritt.

2.2.5 Stückprüfkraft $F_{\text{Stück}}$

Stückprüfkraft $F_{\text{Stück}}$ ist eine festgelegte Kraft, mit der ein Bauteil während der Stückprüfung einmal unter Betriebsbedingungen beansprucht wird (aus: **DIN VDE 0212 Teil 50/04.85**).

3 Anforderungen

3.1 Allgemeines

Die Armaturen sind so zu gestalten, daß sie innerhalb der in den zitierten Normen festgelegten Bemessungsgrenzen allen während des Betriebes auftretenden Beanspruchungen standhalten und ihre Funktion erfüllen.

3.2 Werkstoffe

Armaturen sind aus solchen Werkstoffen herzustellen, bei denen keine Schädigung der für die Funktion wichtigen Eigenschaften auftritt. Hinsichtlich der Verwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften der Werkstoffe sowie deren Alterung, z. B. nach DIN 50035 Teil 1 und Teil 2 sind die in den zutreffenden DIN-Normen enthaltenen Festlegungen zu beachten.

Nach bisherigen Erfahrungen sind u.a. die in den Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.4 festgelegten Werkstoffe geeignet.

3.2.1 Aluminium und Aluminiumlegierungen

Für Bauteile, die im Freien eingesetzt werden, sind Reinaluminium oder kupferfreie Aluminiumlegierungen zu verwenden, Spurenelemente (z. B. bis 0,1 % Cu) sind zulässig.

Aluminium	nach DIN 1712 Teil 3
Aluminiumlegierungen, Knetlegierungen	nach DIN 1725 Teil 1
Aluminium-Halbzeuge	nach DIN 40501 Teil 1 bis Teil 5

E-Al Mg Si
Al Mg Si 0,5
Al Mg Si 1
Al Mg 3

Aluminiumlegierungen, Gußlegierungen	nach DIN 1725 Teil 2
--------------------------------------	----------------------

G-Al Si 12 g
G-Al Si 10 Mg wa
G-Al Mg 3

G-Al Si 7 Mg wa
 GK-Al Si 12 g
 GK-Al Si 10 Mg wa
 GK-Al Mg 3
 GK-Al Si 7 Mg wa

Die Bauteile können auch im Druckgußverfahren hergestellt werden.

3.2.2 Kupfer und Kupfer-Legierungen

Kupfer, Halbzeug	nach DIN 1787
Kupfer für die Elektrotechnik	nach Normen der Reihe DIN 40500
Kupfer-Zink-Legierungen	nach DIN 17660
Kupfer-Zinn-Legierungen	nach DIN 17662
Kupfer-Aluminium-Legierungen	nach DIN 17665
Kupfer-Knetlegierungen, niedriglegiert	nach DIN 17666
Kupfer-Zinn-Zink-Gußlegierungen	nach DIN 1705
Kupfer-Zink-Gußlegierungen	nach DIN 1709
Kupfer-Aluminium-Gußlegierungen	nach DIN 1714
Kupfer-Knetlegierungen ¹⁾	
CuNi 1,5 Si und CuNi 2 Si	

Bei allen Kupfer-Zink-Legierungen ist die Möglichkeit einer Spannungsrißkorrosion und Entzinkung zu beachten. Die Verwendung dieser Legierungen ist dann unzulässig, wenn im Betrieb mit derartigen Korrosionsarten zu rechnen ist.

3.2.3 Stähle

Allgemeine Baustähle	nach DIN 17100
Vergütungsstähle	nach DIN 17200
Einsatzstähle	nach DIN 17210
Nichtrostende Stähle	nach DIN 17440
Automatenstähle	nach DIN 1651
Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen	nach DIN 1629
Kaltgewalztes Band und Blech aus weichen unlegierten Stählen	nach DIN 1623 Teil 1
Kaltgewalztes Band aus weichen unlegierten Stählen	nach DIN 1624
Gußeisen	nach DIN 1691
Temperguß	nach DIN 1692
Stahlguß	nach DIN 1681
Gußeisen mit Kugelgraphit	nach DIN 1693 Teil 1 und Teil 2

3.2.4 Gummi und Kunststoffe

Gummi und Kunststoffe, z. B. Thermoplaste, Duroplaste usw., dürfen für funktionsabhängige Bauteile der Armaturen dann verwendet werden, wenn durch langjährige Betriebserfahrungen oder durch aussagekräftige Prüfverfahren die Bewährung nachgewiesen ist.

¹⁾ Für Bänder und Bleche siehe Erläuterungen.

3.3 Konstruktive Gestaltung

Die Armaturen sind so zu gestalten, daß eine möglichst einfache, aber gleichzeitig sichere Montage ohne Verletzungsgefahr für den Monteur sichergestellt ist.

Sofern damit zu rechnen ist, daß im Betrieb z. B. mit einer Selbstlockerung und Selbstlösung verspannter Bauteile oder Lösung von Bolzen oder sonstigen Einzelteilen zu rechnen ist, müssen entsprechende Sicherungsmaßnahmen getroffen werden. Schrauben, die Klemmfunktion ausüben, müssen mit geeignetem Gleitmittel behandelt werden.

Bei Armaturen, die im Freien verwendet werden, muß durch entsprechende Gestaltung dafür Sorge getragen werden, daß Wasseransammlungen, die eine erhöhte Korrosionsneigung oder eine Zerstörung durch Einfrieren bewirken, ausgeschlossen bleiben.

Leiterkanäle in Klemmen sind so zu gestalten, daß nach der Montage der Leiter an diesen keine unzulässigen Schädigungen auftreten. Sofern mit Schwingungsbeanspruchungen am Leiter zu rechnen ist, muß der Auslauf so gestaltet sein, daß Kerbeinwirkungen vermieden werden.

3.4 Korrosionsschutz

3.4.1 Allgemeines

Bei Verwendung metallischer Werkstoffe muß eine Beständigkeit gegen Korrosionsschäden sowohl der Armatur selbst als auch der anschließenden oder durch die Armaturen beeinflussenden Bauteile, z. B. Leiter, sichergestellt sein. Hierbei sind die verschiedenen möglichen Korrosionsarten nach DIN 50900 Teil 1 und Teil 2 zu beachten.

Sofern Bauteile aus Werkstoffen hergestellt sind, die unter den anstehenden Betriebsbedingungen nicht korrosionsbeständig sind, müssen Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Die Auswahl hat nach nachstehenden Normen zu erfolgen:

DIN 267 Teil 9	DIN 50905 Teil 1
DIN 267 Teil 10	DIN 50905 Teil 2
DIN 267 Teil 11	DIN 50905 Teil 3
DIN 267 Teil 18	DIN 50917 Teil 1
DIN 50010 Teil 1	DIN 50933
DIN 50014	DIN 50941
DIN 50015	DIN 50954
DIN 50016	DIN 50955
DIN 50017	DIN 50959
DIN 50018	DIN 50961
DIN 50019 Teil 1	DIN 50976
DIN 50019 Teil 2	DIN 50978
DIN 50019 Teil 3	DIN 50980
DIN 50021	DIN 50981
DIN 50900 Teil 1	DIN 50982 Teil 1
DIN 50900 Teil 2	DIN 50982 Teil 2
DIN 50902	DIN 50982 Teil 3
DIN 50903	DIN 50988 Teil 1

Bei Verwendung von Eisen-Guß-Werkstoffen und Stahl im Freien mit ungehinderter Angriffsmöglichkeit muß die Feuerverzinkung **DIN VDE 0210** entsprechen.

Andere Verzinkungsverfahren sind zulässig, sofern der Korrosionsschutz sichergestellt ist.

Innengewinde dürfen dann nach dem Verzinken hergestellt werden, wenn das Gewinde gefettet und genügende Gewindeüberdeckung durch den Gewindebolzen vorhanden ist.

3.4.2 Maßnahmen gegen Kontaktkorrosion (galvanische Korrosion)

Berührende Werkstoffpaarungen, bei welchen unter der Einwirkung eines Elektrolyten mit Kontaktkorrosion zu rechnen ist, sind zu vermeiden.

Sofern derartige Paarungen trotzdem notwendig sind, z. B. Al-Cu-Verbindungen, muß die Kontaktstelle im Einwirkungsbereich des Elektrolyten gegen Eindringen von Feuchtigkeit sicher geschützt oder die Angriffsstelle an eine ungefährdete Stelle, z. B. Kante eines überstehenden Al-Cu-Blechtes, verlegt werden. Alle Maßnahmen müssen während der zu erwartenden Betriebszeit wirksam sein.

3.5 Kennzeichnung

3.5.1 Allgemeines

Die Armaturen müssen, soweit in den Bauteilnormen nichts anderes festgelegt ist, dauerhaft und gut lesbar gekennzeichnet sein. Alle Armaturen müssen ein Hersteller- oder Ursprungszeichen tragen.

3.5.2 Zubehörteile für Leiter

Angabe des Leiterdurchmesserbereiches.

4 Prüfungen

4.1 Allgemeines

Bei den mechanischen Beanspruchungen ist zu unterscheiden in solche, die

- einmalig oder auch wenige Male wiederkehren (z. B. während der Montage) und
- dauernd in gewissen Grenzen sich ändernd (z. B. infolge der Leiterzugkraft)

auftreten.

Als mechanische Prüfung wird eine Belastungsprüfung unter betriebsnahen Einbaubedingungen verstanden.

4.2 Typprüfung

Die Typprüfung wird an Prüflingen der Erstserie einer Fertigung durchgeführt. Alle Bauteile, die einer Typprüfung

Tabelle 1. Anziehdrehmomente M_A für Schrauben nach DIN 931 Teil 1 und DIN 933

Gewinde	Schrauben aus					
	unlegierten und legierten Stählen nach DIN ISO 898 Teil 1 feuerverzinkt (tZn)			rost- und säurebeständigen Stählen Stahlgruppen A2 und A4 nach DIN 267 Teil 11		Kupfer-Nickel-Legierung CU5 (CuNi 1,5 Si F 59) nach DIN 267 Teil 18
	Festigkeitsklasse			Festigkeitsklasse		
	4.6	5.6	8.8	70	80	
	$R_{p\ 0,2\ min.} =$			$R_{p\ 0,2\ min.} =$		$R_{p\ 0,2\ min.} =$
	240 N/mm ²	300 N/mm ²	640 N/mm ² ¹⁾	450 N/mm ²	600 N/mm ²	540 N/mm ²
	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm
M 8	—	—	23	16	22	20
M 10	—	—	46	32	43	39
M 12	25	38	80	56	75	68
M 16	60	90	195	135	180	165
M 20	120	180	390	280	370	330

¹⁾ Über M 16: 660 N/mm²

Anmerkung: Die Werte der Tabelle 1 sind unter folgenden Voraussetzungen erstellt worden:

- Die Berechnungsformeln wurden der VDI-Richtlinie 2230 „Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen“, Ausgabe Oktober 1977, entnommen.
- Die Schraube kann bis zu ihrer garantierten Mindeststreckgrenze verspannt werden.
- Den Anziehdrehmomenten liegt eine Reibungszahl für Gewinde und Kopfauflage von $\mu_{ges} = 0,12$ zugrunde.
- Eine Abweichung von 10 % beim Aufbringen des Anziehdrehmomentes ist bei den Tabellenwerten bereits berücksichtigt.
 $M_{A\ Tabelle} = 0,9 M_{A\ max}$
 $M_{A\ max}$ Anziehdrehmoment zum Verspannen bis zur garantierten Mindeststreckgrenze
- Den Anziehdrehmomenten für Schrauben aus rost- und säurebeständigen Stählen der Festigkeitsklassen 70 und 80 wurden die in DIN 267 Teil 11 festgelegten 0,2-%-Dehngrenzen zugrunde gelegt.

Mindestwerte:

Gewinde-Durchmesser mm	0,2-%-Dehngrenze $R_{p\ 0,2}$ N/mm ²
bis 20	450 für Festigkeitsklasse 70 600 für Festigkeitsklasse 80