

	Fernmeldetechnik KU-Werte sicherheitsbezogener Bauelemente und Isolierungen	DIN VDE 0800 Teil 9
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. Telecommunications; KU values of safety relevant components and insulations Zusammenhang mit europäischen und internationalen Normen siehe Erläuterungen. Die Normen der Reihe DIN VDE 0800 umfassen DIN VDE 0800 Teil 1 Fernmeldetechnik; Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte DIN VDE 0800 Teil 2 Fernmeldetechnik; Erdung und Potentialausgleich DIN VDE 0800 Teil 3 Fernmeldetechnik; Fernmeldeanlagen mit Fernspeisung DIN VDE 0800 Teil 4 Fernmeldetechnik; Errichtung von Fernmeldelinien DIN VDE 0800 Teil 5 (z.Z. Entwurf) Fernmeldetechnik; Stromversorgung DIN VDE 0800 Teil 6 (z.Z. Entwurf) Fernmeldetechnik; Zusatzfestlegungen für Errichtung und Betrieb der Anlagen DIN VDE 0800 Teil 8 Fernmeldetechnik; Anwendung der KU-Werte DIN VDE 0800 Teil 9 Fernmeldetechnik; KU-Werte sicherheitsbezogener Bauelemente und Isolierungen DIN VDE 0800 Teil 10 Fernmeldetechnik; Übergangsfestlegungen für Errichtung und Betrieb der Anlagen sowie ihre Stromversorgung und werden ergänzt durch DIN VDE 0804 Fernmeldetechnik; Zusatzfestlegungen für Herstellung und Prüfung der Geräte Beginn der Gültigkeit Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Mai 1989. Entwurf war veröffentlicht als DIN VDE 0800 Teil 2 / Entwurf 05.88. Fortsetzung Seite 2 bis 12 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	4.10 Kohleschichtwiderstände	7
2 Begriffe	2	4.11 Andere Widerstände	7
3 Grundsätzliches zu den KU-Werten sicherheitsbezogener Bauelemente und Isolierungen	2	4.12 Relais	7
3.1 Übersicht	2	4.13 Dioden und Stabilisatordioden	8
3.2 Besondere Anforderungen bei der Auswahl und dem Einsatz von Bauelementen nach den Abschnitten 4.5 bis 4.18	3	4.14 Löschfunkenstrecken (LFS)	8
4 Auflistung der Bauelemente und Isolierungen mit $KU \geq 3$	4	4.15 Hochstromfunkenstrecken (HSFS)	8
4.1 Luftstrecken für Geräte und Bauteile	4	4.16 Gasgefüllte Überspannungsableiter (ÜSAG) ..	8
4.2 Kriechstrecken für Geräte und Bauteile	4	4.17 Ventilableiter	8
4.3 Feste Isolierungen für Bauteile und Baugruppen	4	4.18 Varistoren	8
4.4 Potentialverbindungen	6	4.19 Bestückte, unlackierte Leiterplatten	8
4.5 Transformatoren	6	5 Allgemeine Gütebestätigung von Bauelementen	8
4.6 Temperaturbegrenzer	6	6 Stoßspannungsprüfung	9
4.7 Geräteschutzsicherungen	6	Anhang A Sicherstellung der erforderlichen Güte von Lösch- und Hochstromfunkenstrecken	10
4.8 Optoelektronische Koppellemente (Optokoppler)	7	Zitierte Normen und andere Unterlagen	10
4.9 Entstörkondensatoren	7	Weitere Normen und andere Unterlagen	11
		Erläuterungen	12
		Internationale Patentklassifikation	12

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Für diese Norm gilt der Anwendungsbereich und Zweck nach **DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 1** (außer Abschnitt 1.2).

1.2 Diese Norm enthält **DIN VDE 0800 Teil 8** ergänzende Anforderungen und Prüfungen zu den KU-Werten¹⁾ sicherheitsbezogener Bauelemente und Isolierungen für Fernmeldegeräte²⁾ oder Fernmeldeanlagen²⁾.

Anmerkung: Vorwiegend beim Herstellen der Geräte wird sich die Frage nach den KU-Werten sicherheitsbezogener Bauelemente oder Isolierungen stellen; jedoch werden auch beim Errichten der Anlagen Anwendungsfälle für Bauelemente oder Isolierungen mit ausreichenden KU-Werten vorkommen. Siehe Erläuterungen.

2 Begriffe

Es gelten die Begriffe nach **DIN VDE 0800 Teil 1/05.89 und Teil 8/05.89**, jeweils Abschnitt 2, sowie **DIN VDE 0804/05.89, Abschnitt 3**.

3 Grundsätzliches zu den KU-Werten¹⁾ sicherheitsbezogener Bauelemente und Isolierungen

3.1 Übersicht

3.1.1 Zusammenhänge zum KU-Wert als für die Sicherheitstechnik in Frage kommendes Qualitätsmerkmal eines Bauelements oder einer Isolierung siehe **DIN VDE 0800 Teil 8**.

¹⁾ Begriff nach **DIN VDE 0800 Teil 1**.

²⁾ Begriffe Fernmeldegerät und Fernmeldeanlage siehe **DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 2.1**.

Bevorzugte Werte sind $KU = 1,5, 3$ und 6 ; es sind jedoch auch Zwischenwerte mit der Abstufung $0,5$ zugelassen.

Die KU-Werte werden für die Ausfallarten **Kurzschluß** und **Unterbrechung** gesondert spezifiziert. Bei Isolierungen ist nur der Kurzschluß, bei Potentialverbindungen, z.B. Leitern, nur die Unterbrechung sicherheitsbezogen.

3.1.2 KU-Werte werden spezifiziert für

- Isolierungen (Luftstrecken, Kriechstrecken oder feste Isolierungen), siehe **Abschnitte 4.1 bis 4.3**,
- Leiter als Potentialverbindungen (z. B. Schutzleiter oder andere Potentialausgleichsleiter), siehe **Abschnitt 4.4**,
- Bauelemente mit definierten Werten (z. B. Widerstände, Kondensatoren, Dioden und dergleichen), siehe **Abschnitte 4.9 bis 4.11** und **4.13**,
- andere Bauelemente (z.B. Transformatoren, Optokoppler oder Überspannungsleiter), siehe **Abschnitte 4.5 bis 4.8, 4.12** und **4.14 bis 4.18**, sowie
- Leiterplatten (z. B. Überbrückung zwischen Leitern oder Unterbrechung von Leitern), siehe **Abschnitt 4.19**.

3.1.3 Als Bauelemente oder Isolierungen mit ausreichenden KU-Werten werden alle Bauelemente bzw. Bauteile oder Isolierungen bezeichnet, denen nach dieser Norm ein KU-Wert zugeordnet werden kann.

Anmerkung: Bei $KU \geq 6$ braucht nicht mit einem Ausfall gerechnet zu werden. Als mittlerer KU-Wert (z.B. bei einem üblichen Schichtwiderstand für die Ausfallart Unterbrechung) kommt $KU = 3$ in Frage, während $KU = 1,5$ als Ausdruck geringer Verlässlichkeit zu betrachten ist.

3.1.4 Bauelementen, die den für sie geltenden Normen entsprechen, darf in bezug auf die Sicherheit bei einem Betrieb **innerhalb der spezifizierten Werte** sowohl in bezug auf Kurzschluß als auch in bezug auf Unterbrechung

KU = 1,5 zugeordnet werden, auch wenn keine Bestätigung oder andere Prüfungen nach den [Abschnitten 5](#) und [6](#) sowie [Anhang A](#) zugrunde liegen. Die Anforderungen beim Einsatz nach [Abschnitt 3.2](#) müssen jedoch eingehalten werden.

Jedes Bauelement weist unabhängig von seiner sonstigen Beschaffenheit Isolierungen (z.B. Luft- und Kriechstrecken zwischen den Anschlüssen und innere feste Isolierungen) und Potentialverbindungen (z.B. Anschlußleitungen) auf. Sein KU-Wert ist deshalb immer auch durch deren KU-Wert mitbestimmt. Dies muß individuell berücksichtigt werden. Eine Ausnahme bilden solche Bauelemente, bei denen z.B. durch die Bauart die KU-Werte der Isolierungen und Potentialverbindungen höher liegen als die KU-Werte der ihre sonstigen Eigenschaften bestimmenden Teile dieser Bauelemente (z.B. axiale Schichtwiderstände oder Dioden mit großen Abständen der Anschlüsse).

Anmerkung 1: Die Liste der Bauelemente nach [Abschnitt 4](#), denen $KU \geq 3$ zugeordnet werden kann, ist nicht vollständig.

Auf Antrag von Herstellern von Fernmeldegeräten und -anlagen können vom Komitee 712 „Sicherheit von Einrichtungen der Informationstechnik“³⁾ bei geeigneter Bestätigung, z.B. nach [Abschnitt 5](#) oder [Anhang A](#) – erforderlichenfalls mit der Anforderung auf Erfüllung der Stoßspannungsprüfung nach [Abschnitt 6](#) –, weitere Bauelemente aufgenommen werden.

Die Angaben über einzelne Bauelemente und die Zuordnung der KU-Werte nach [Abschnitt 4](#) stellen Vorschläge des Komitees 712 dar.

Diese wurden den einschlägigen Produktgremien zugeleitet. Das vom Komitee 712 angestrebte Ziel ist, eine individuelle Normung dieser Bauelemente in bezug auf ihre KU-Werte zu erreichen.

Bis zum Vorliegen einer verbindlichen Norm für ein Bauelement mit ausreichendem KU-Wert sind für seine Anwendung in der Fernmeldetechnik die Festlegungen nach dieser Norm verbindlich.

Dies bedeutet auch, daß Bauelementen, welche nicht in diese Norm aufgenommen sind, bei Einhalten der Anforderung nach [Abschnitt 3.1.4](#) $KU = 1,5$ zugeordnet werden darf.

Anmerkung 2: Diese Norm ist für die Anwendung von Bauelementen mit ausreichenden KU-Werten in der Fernmeldetechnik vorgesehen. Bauelementen, die an Stellen mit hohen Sicherheitsanforderungen nicht erforderlich sind bzw. durch andere mit ausreichenden KU-Werten ersetzt werden können, sind nur solche KU-Werte zugemessen, die ohne besondere Ermittlungen als sicher betrachtet werden können.

Aus diesem Grund schließt diese Norm nicht aus, daß

- im [Abschnitt 4](#) aufgeführten Bauelementen für andere Anwendungen als in der Fernmeldetechnik bei entsprechender Qualitätssicherung eine höhere sicherheitsbezogene Qualität zugewiesen werden kann, als sie den angegebenen KU-Werten entspricht, und
- weitere, im [Abschnitt 4](#) nicht aufgeführte Bauelemente für sicherheitstechnische Zwecke verwendet werden können.

³⁾ Bisher: Komitee 711 „Fernmeldetechnik“.

3.2 Besondere Anforderungen bei der Auswahl und dem Einsatz von Bauelementen nach den [Abschnitten 4.5 bis 4.18](#)

Anmerkung: Für Isolierungen in den Bauelementen gelten auch die [Abschnitte 4.1 bis 4.4](#).

3.2.1 Als Bauelemente mit ausreichenden KU-Werten dürfen eingesetzt werden:

- a) Bauelemente, deren sicherheitsbezogene Eigenschaften mindestens während der Lebensdauer der Geräte bzw. Anlagen, in denen sie eingesetzt werden sollen, bestehen bleiben, und die den Festlegungen dieser Norm genügen, es sei denn, sie werden bei der Instandhaltung ausgewechselt;
- b) Bauelemente, bei denen der Gerätehersteller den Nachweis für ausreichende KU-Werte erbringt.

3.2.2 Beim Einbau von Bauelementen mit ausreichenden KU-Werten müssen die Einbauanleitungen sorgfältig beachtet werden (z.B. hinsichtlich Löttemp., Biege- und Drehbarkeit der Anschlüsse).

3.2.3 Zur Erhaltung des KU-Werts während der Lebensdauer der Anlage oder des Geräts müssen alle beim Betrieb und im Fehlerfall auftretenden Einflüsse, die einen Ausfall der Bauelemente begünstigen können, berücksichtigt werden.

Dazu müssen mindestens die Maßnahmen nach den [Abschnitten 3.2.3.1 bis 3.2.3.3](#) durchgeführt werden.

3.2.3.1 Schaltungen mit Bauelementen mit ausreichenden KU-Werten müssen so geschützt angeordnet sein, daß sie durch mechanische Einwirkungen nicht beeinträchtigt werden können, die bei bestimmungsgemäßer Anwendung, Transport und Lagerung vorkommen.

3.2.3.2 Es ist sicherzustellen, daß Bauelemente und Isolierungen durch Prüfvorgänge nicht unzulässig beansprucht werden. Dazu gehören sowohl Stückprüfungen bei der Fertigung als auch während des Betriebs durchgeführte Funktionsprüfungen und dergleichen.

3.2.3.3 Neben der erhöhten Strom- bzw. Spannungsbelastung durch den Ausfall anderer Bauelemente oder Isolierungen (gestörter Betrieb bzw. Fehlerfall) ist vor allem auch die dabei mögliche höhere thermische Belastung zu berücksichtigen. Dies betrifft z.B. das Selbstauslöten von Bauelementen durch Überhitzung der Lötstellen.

3.2.3.4 Bauelemente mit $KU \geq 3$ müssen in den mitgelieferten technischen Unterlagen gekennzeichnet werden, um sicherzustellen, daß solche Bauelemente bei der Instandsetzung durch mindestens gleichwertige ersetzt werden.

3.2.4 Enthält eine Schaltung mit Bauelementen mit ausreichenden KU-Werten Bauelemente, die nach einem Ausfall der Schaltung (z.B. nach dem Auslösen einer Sicherung) unzulässig belastet worden sind, so sind bei einer Instandsetzung auch diese Bauelemente auszutauschen. Erforderlichenfalls ist die gesamte Schaltung als „Wegwerfeinheit“ zu bauen (z.B. durch Verguß).

3.2.5 Bauelemente, deren Alterung in Richtung der kritischen elektrischen Eigenschaften (Kurzschluß oder Unterbrechung) mit der elektrischen Belastung oder mit der damit verbundenen erhöhten Temperatur stark anwächst, dürfen während der Lebensdauer eines Geräts oder einer Anlage nicht länger belastet werden als die übrigen Bauelemente und Isolierungen (z.B. dürfen solche Bauelemente nicht in Bereitschaftsbetrieb bleiben, während das übrige Gerät ausgeschaltet ist).

3.2.6 Bauelemente mit ausreichenden KU-Werten müssen auch vor selten oder kurzzeitig auftretenden Überbeanspruchungen geschützt werden (z.B. vor gelegentlicher Überspannung durch Schaltvorgänge).

4 Auflistung der Bauelemente und Isolierungen mit $KU \geq 3$

4.1 Luftstrecken für Geräte und Bauteile

4.1.1 Luftstrecken können nur dann durchschlagen werden, wenn die anliegende Spannung den Wert der Stehspannung der Luftstrecke überschreitet. (Werte und Arten der Stehspannungen siehe [DIN VDE 0110 Teil](#); entspricht IEC 664 und IEC 664A.) Die Wahrscheinlichkeit eines Durchschlages nimmt deshalb zu,

- a) wenn die Luftstrecke durch mechanische Einflüsse verkleinert und damit ihre Stehspannung herabgesetzt wird oder
- b) wenn die auftretenden transienten Überspannungen die Steh-Stoßspannung der Luftstrecke überschreiten.

Die Höhe transients Überspannungen, sowohl der selteneren Blitz-Überspannungen als auch der sehr viel häufigeren Schalt-Überspannungen, sind statistisch verteilt. Notwendige Steh-Stoßspannungen für die Überspannungskategorien⁴⁾ (siehe [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 1](#), bzw. [DIN VDE 0110 Teil 1/01.89, Tabelle 1](#)) können überschritten werden, vor allem dann, wenn keine besonderen Überspannungsableiter vorhanden sind.

4.1.2 Daraus ergibt sich für die Luftstrecken

- a) $KU = 6$, wenn sie nach den Steh-Stoßspannungswerten (nach [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 1](#)) für **verstärkte Isolierung** bemessen sind und sie die Typprüfung der mechanischen Festigkeit (nach [Abschnitt 19](#) derselben Norm) bestehen;
- b) $KU = 3$, wenn sie nach den Steh-Stoßspannungswerten (nach [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 1](#)) für **Basisisolierung** bemessen sind und sie die Typprüfung der mechanischen Festigkeit (nach [Abschnitt 19](#) derselben Norm) bestehen;
- c) $KU = 1,5$, wenn sie für die Steh-Stoßspannungen (nach [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 1](#)) nach Werten zwischen den Werten für Fall A und Fall B (nach [DIN VDE 0110 Teil 1/01.89, Tabelle 2a](#)) bemessen sind und sie die Typprüfung der mechanischen Festigkeit (nach [DIN VDE 0804/05.89, Abschnitt 19](#)) bestehen.

4.2 Kriechstrecken für Geräte und Bauteile

4.2.1 Zum einen können die Kriechstrecken durch Kriechspurbildung überbrückt werden. Die Kriechspurbildung setzt Kriechstrom voraus, der seinerseits nur fließt, wenn die Kriechstrecke leitfähig verschmutzt ist. Die Leitfähigkeit wiederum ist stark abhängig von der Feuchte der Verschmutzung, d.h. von der relativen Feuchte der die Kriechstrecken umgebenden Luft.

Die Verlässlichkeit von Kriechstrecken hängt deshalb von den unmittelbaren Umgebungsbedingungen ab, beschrieben durch den Staubbefall, den Schadstoff- und vor allem den Feuchtegehalt der Luft (siehe [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle B.4](#) und [Abschnitt B.4.4](#)).

⁴⁾ Bisher auch: „Einsatzklassen“ oder „Überspannungsklassen“.

Zum anderen können Kriechstrecken überbrückt werden, wenn Überspannungen die unmittelbar darüberliegende Luftstrecke durchschlagen. Es gelten dafür die Festlegungen nach Abschnitt 4.1.

Anmerkung: Bei $KU = 6$ braucht mit einer Überbrückung der Kriechstrecke nicht gerechnet zu werden.

4.2.2 Daraus ergibt sich für Kriechstrecken

- a) $KU = 6$ (für **verstärkte Isolierung**), wenn sie **nur** dem Verschmutzungsgrad 1 oder 2 direkt ausgesetzt und mit den **doppelten Werten** (nach [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 4](#)) bemessen sind und die unmittelbar darüber liegende Luftstrecke ebenfalls $KU \geq 6$ hat;
- b) $KU = 3$ (für **Basisisolierung**), wenn sie dem Verschmutzungsgrad 1, 2 oder 3 direkt ausgesetzt und nach [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 4](#), bemessen sind und die unmittelbar darüber liegende Luftstrecke ebenfalls $KU \geq 3$ hat;
- c) $KU = 1,5$ wenn die – je nach Verschmutzungsgrad notwendigen – Werte nach [DIN VDE 0804/05.89, Tabelle 4](#), um den Faktor 0,8 unterschritten sind oder die unmittelbar darüber liegende Luftstrecke ebenfalls $KU \geq 1,5$ hat.

4.2.3 Um den Verschmutzungsgrad 1 oder 2 im Inneren von Geräten einzuhalten, sind unter Umständen konstruktive Maßnahmen notwendig; siehe [DIN VDE 0804/05.89, Abschnitte 12.2.3, B.4.3 und B.4.4](#).

Die Grenzwerte der Kriechstrecken für die einzelnen Bereiche der KU-Werte als Funktion der Bemessungsspannung für häufig vorkommende Verhältnisse für

- Isolierstoffe IIIa und IIIb sowie
- Verschmutzungsgrad 2

(siehe [DIN VDE 0804/05.89, Abschnitte 12.2.2 und 12.3](#)) sind im [Bild 1](#) dargestellt.

4.3 Feste Isolierungen für Bauteile und Baugruppen

4.3.1 Feste Isolierstoffe können durch Teilentladungen in Luft, die an der Oberfläche, in eingeschlossenen Luftblasen, zwischen Wickelfolien und dergleichen möglich sind, bis zum Versagen geschädigt werden. Dies trifft vor allem dann zu, wenn diese Teilentladungen sich periodisch wiederholen.

Auch wenn die Teilentladungs-Einsatzspannung U_i höher liegt als die regulär anliegende Spannung, so kann eine Teilentladung durch selten oder unregelmäßig auftretende transiente Überspannungen ausgelöst werden und von den periodischen Spannungsspitzen der regulär anliegenden Spannung aufrecht erhalten werden, wenn diese über der Teilentladungs-Aussetzspannung U_e liegen.

Deshalb wird gefordert, daß die Höhe der sich periodisch wiederholenden Spannungsspitzen unter U_e liegt. Transiente Überspannungen können dann bezüglich Teilentladungen vernachlässigt werden.

Da Durchschläge in der Luft erst bei Spannungen über 327 V auftreten, sind nur bei Spannungen mit höheren Spitzenwerten Teilentladungen möglich. Die KU-Werte fester Isolierungen in bezug auf elektrische Beanspruchung müssen deshalb erst dann betrachtet werden, wenn die Spitzenspannungen theoretisch 327 V (Δ 230 V Effektivwert), praktisch 500 V (Δ 380 V Effektivwert) überschreiten.

Die KU-Werte fester Isolierungen müssen auch unter dem Gesichtspunkt der Dauerbeständigkeit gegen mechanische und klimatische Einflüsse gesehen werden. Das gilt