

Fernmeldetechnik

Anwendung der KU-Werte

DIN
VDE 0800
Teil 8

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;
Application of KU values

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 13/Entwurf 05.85.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	Anhang B Beispiel für die Auslegung einer Schaltung mit der sicherheitsbezogenen Auslegungsregel IV nach Abschnitt 5.2, Tabelle 1	13
2 Begriffe	2	Zitierte Normen	14
3 Zugrundeliegende Zusammenhänge	2	Weitere Normen und andere Unterlagen	14
4 Prüfverfahren	3	Erläuterungen	15
5 Sicherheitsbezogene Auslegungsregeln	6	Internationale Patentklassifikation	16
Anhang A Beispiel für eine Analyse einer Schaltung in bezug auf ausreichende Sicherheit bei indirektem Berühren nach Abschnitt 4	8		

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 beschreibt ein Prüfverfahren zum Nachweis des Schutzes bei indirektem Berühren bei Anwendung der KU-Werte¹⁾. Darüber hinaus enthält sie auf KU-Werte gestützte vereinfachte Auslegungsregeln für Schaltungen, die nur von einer Spannungsquelle gespeist werden. Sie ergänzt die Grundlagen für die Sicherheit hinsichtlich Errichten bzw. Herstellen, Erweitern, Ändern, Betreiben und Prüfen der Fernmeldeanlagen²⁾ und Fernmeldegeräte²⁾ nach **DIN VDE 0800 Teil 1**. Siehe Erläuterungen.

2 Begriffe

Es gelten die Begriffe nach **DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 2**, und der folgende Begriff.

Minimalkombination ist eine Kombination der kleinsten Anzahl ausgefallener sicherheitsbezogener Elemente, deren Ausfall zu einer Fehlerspannung oder einem Fehlerstrom in einer bestimmten Bemessungsklasse führt.

3 Zugrundeliegende Zusammenhänge

3.1 Prüfverfahren

Mit dem Prüfverfahren nach **Abschnitt 4** kann anhand der KU-Werte¹⁾ der Schutz bei indirektem Berühren auch dann geprüft werden, wenn

- neben der Versorgungsspannung z. B. von der Verbraucheranlage³⁾ noch andere anlagen- oder geräteinterne Spannungsquellen vorkommen,
- berührbare äußere Anschlüsse vorhanden sind bzw. angeschlossene Betriebsmittel berührbare Teile enthalten können,
- diese Teile über Bauelemente in unterschiedlichen Schaltungskonfigurationen miteinander verbunden sind oder
- die Bauelemente sich bei ihrem Ausfall gegenseitig beeinflussen.

Die Auslegung einer Anlage oder eines Geräts auf ausreichende Sicherheit kann wiederholtes Prüfen und Ändern erfordern. Durch den Ausfall passiver oder aktiver Elemente kann sich auch der zeitliche Verlauf (Frequenz,

Impulsdauer) von Spannungen und Strömen ändern. Dabei ist es möglich, daß die so entstandene Fehlerspannung bzw. der so entstandene Fehlerstrom nach **DIN VDE 0800 Teil 1** in eine höhere Bemessungsklasse¹⁾ als bei ungestörtem Betrieb fällt. Mit dem Prüfverfahren nach **Abschnitt 4** werden auch solche funktionellen und sicherheitsbezogenen Änderungen bei Bauelementeausfällen erfaßt.

Eine Schaltungsanordnung (Gerät oder Anlage) ist ausreichend sicher, wenn, bezogen auf alle Paare gleichzeitig berührbarer Teile, die Anforderungen im ungestörten Betrieb nach Abschnitt 3.1.1 und bei Fehlzuständen nach Abschnitt 3.1.2 erfüllt sind. Erleichternd darf gegebenenfalls nach Abschnitt 3.1.3 ein KU-Wert-Gewinn in Anspruch genommen werden, wenn mit dem Ausfall eines sicherheitsbezogenen Bauelements ein Versagen der bestimmungsgemäßen Funktion (Funktionsversagen) verbunden ist.

3.1.1 Geforderte KU-Werte bei ungestörtem Betrieb¹⁾

Die Summe der KU-Werte der sicherheitsbezogenen Bauelemente der zu berücksichtigenden Minimalkombinationen (Ausfallkombinationen) muß den Anforderungen entsprechen, die sich aus den bei Ausfällen auftretenden Fehlerspannungen bzw. Fehlerströmen ergeben. Bei höheren Bemessungsklassen der Fehlerspannungen oder -ströme werden gestuft höhere KU-Werte gefordert.

3.1.2 Geforderte KU-Werte bei Fehlzuständen¹⁾

Der KU-Wert jedes Bauelements einer Minimalkombination für die Bemessungsklasse 3 darf nicht unter ein bestimmtes Maß abfallen, wenn seine Belastung durch den Ausfall anderer Elemente des Gerätes oder der Anlage erhöht wird.

Bei Minimalkombinationen mit Fehlerspannungen oder -strömen in der niedrigen Bemessungsklasse 2 darf aufgrund der vorliegenden Verhältnisse auf eine solche Nachprüfung verzichtet werden.

Anmerkung: Das Erfüllen dieser Anforderung wird bei experimentellen Geräteprüfungen annäherungsweise mit Hilfe der Nachbildung von Fehlzuständen, z. B. des gestörten Betriebs und des Fehlerfalls, untersucht.

3.1.3 KU-Wert-Gewinn bei Versagen der bestimmungsgemäßen Funktion (Funktionsversagen)

Führen Ausfälle von Bauelementen nach Abschnitt 3.1.1 oder Abschnitt 3.1.2 zu Funktionsversagen, handelt es sich also um selbstmeldende Ausfälle, nach denen eine Anlage oder ein Gerät im Regelfall nicht ohne Instandsetzung, d. h. Ersatz der ausgefallenen Bauelemente, weiter betrieben wird, so kann sich dadurch ein KU-Wert-Gewinn ergeben. Entsprechend diesem KU-Wert-Gewinn darf die Summe der KU-Werte nach Abschnitt 3.1.1 niedriger liegen bzw. darf der KU-Wert-Abfall nach Abschnitt 3.1.2 größer sein.

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

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

³⁾ Begriff nach **DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt A.1** (statt „Netz“; siehe Erläuterungen von **DIN VDE 0800 Teil 1**).

Anmerkung: Neben dem KU-Wert-Gewinn bei Bezug auf die Funktion sicherheitsbezogener Bauelemente ist es grundsätzlich zulässig, auch einen in vorliegenden Norm nicht beschriebenen KU-Wert-Gewinn in Anspruch zu nehmen, wenn geeignete Wiederholungsprüfungen sichergestellt werden. Siehe dazu Verzeichnis „Weitere Normen und andere Unterlagen“ (KU-Wert-Gewinn früher als Verlässlichkeit-gewinn bezeichnet).

3.2 Sicherheitsbezogene Auslegungsregeln

Bei überschaubaren Schaltungen, die nur von einer einzigen Spannungsquelle gespeist werden, kann mit den sicherheitsbezogenen Auslegungsregeln nach [Abschnitt 5](#) ein ausreichender Schutz bei indirektem Berühren erzielt werden.

Dabei werden die KU-Werte aller Bauelemente einer Schaltung pauschal so bemessen, daß sie den Anforderungen nach der Bemessungsklasse der Spannung der Quelle entsprechen. Bei sicherheitsbezogenen redundanten Schaltungen (zwei Bauelemente in den Minimalkombinationen) ergeben sich die halben KU-Werte (Erfüllung der Anforderungen nach [Abschnitt 3.1.1](#)).

Bei einer Quelle mit einer Spannung der Bemessungsklasse 3 werden bei sicherheitsbezogenen redundanten Schaltungen die Bauelemente so gewählt, daß ihre KU-Werte auch bei einer möglicherweise erhöhten Belastung beim Ausfall eines beliebigen anderen Bauelements der Schaltung erhalten bleiben (Erfüllung der Anforderungen nach [Abschnitt 3.1.2](#)).

Das einfache Vorgehen mit den sicherheitsbezogenen Anwendungsregeln wird im Regelfall durch zu hohe Anforderungen an einzelne Bauelemente erkauft.

3.3 In den [Abschnitten 4 und 5](#) verwendete Abkürzungen

- KU KU-Wert eines Bauelements allgemein.
Es gilt der bei vorliegender Belastung nach [DIN VDE 0800 Teil 9](#) spezifizierte KU-Wert.
- KU_{EB} KU-Wert eines Bauelements, dessen Ausfall zu einer erhöhten Belastung eines Bauelements einer Minimalkombination beiträgt. Dieser KU-Wert ist auf die im ungestörten Betrieb wirkende Belastung bezogen.
- Anmerkung: Dieses Bauelement kann zur Minimalkombination gehören oder ein anderes sein.
- KU_{EH} KU-Wert eines Bauelements einer Minimalkombination bei erhöhter Belastung im Fehlzustand (ist nach [DIN VDE 0800 Teil 9](#) bei dieser Belastung kein KU-Wert mehr spezifiziert, ist KU_{EH} = 0 anzunehmen).
- KU_{EU} KU-Wert eines Bauelements einer Minimalkombination, die mindestens bei der im ungestörten Betrieb wirkenden Belastung noch nicht unterschritten wird. Mit Rücksicht auf die Anforderungen bei erhöhter Belastung ist die Anwendung von Bauelementen mit höheren Nennwerten bzw. die Zuordnung eines niedrigeren KU-Werts zu empfehlen.

KU_G KU-Wert-Gewinn bei Versagen der bestimmungsgemäßen Funktion (Funktionsversagen).

Anmerkung: Die den Bauelementen zugeordneten KU-Werte sind [DIN VDE 0800 Teil 9](#) zu entnehmen. Dort nicht spezifizierten Bauelementen, die jedoch den für sie geltenden Normen entsprechen, darf für den Betrieb innerhalb der danach spezifizierten Werte sowohl in bezug auf Kurzschluß als auch in bezug auf Unterbrechung KU = 1,5 zugeordnet werden.

4 Prüfverfahren

4.1 Die Prüfungen nach den Abschnitten 4.2 bis 4.3.2 sind bei allen Paaren gleichzeitig berührbarer Teile durchzuführen. Der zugehörige Prüfablauf ist in [Bild 2](#) dargestellt.

4.2 Minimalkombinationen feststellen, deren Fehler-spannungen U_F bzw. deren Fehlerströme I_F in der **Bemessungsklasse 2** liegen

Zur Sicherstellung des im ungestörten Betrieb geforderten Werts von $\sum KU_{EU}$ müssen in einer Minimalkombination enthalten sein:

- ein Bauelement mit $KU_{EU} \geq 3$ der zutreffenden Ausfallart (Kurzschluß oder Unterbrechung) oder
- zwei Bauelemente mit $KU_{EU} \geq 1,5$.

4.3 Minimalkombinationen feststellen, deren Fehler-spannungen U_F bzw. deren Fehlerströme I_F in der **Bemessungsklasse 3** liegen

4.3.1 Geforderter KU-Wert im ungestörten Betrieb

Den zutreffenden Ausfallarten (Kurzschluß oder Unterbrechung) der in Minimalkombination enthaltenen Bauelemente KU_{EU} zuordnen. In jeder Minimalkombination gilt die Anforderung

$$\sum KU_{EU} \geq 6$$

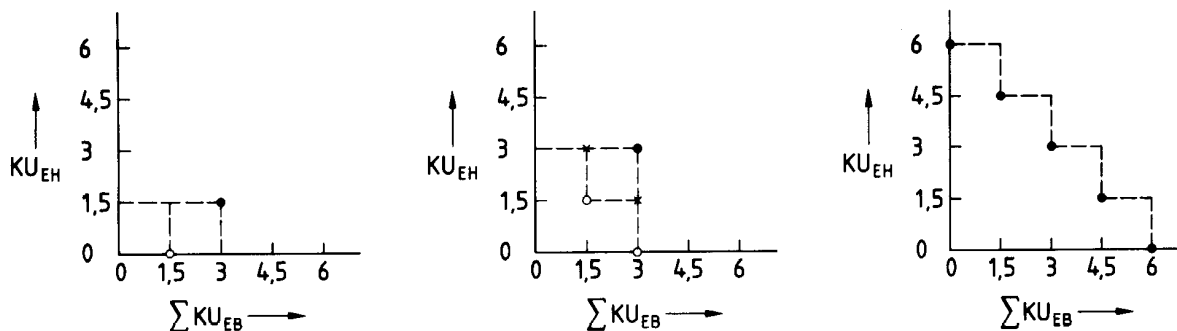
Anmerkung: Die zugeordneten KU_{EU}-Werte dürfen die KU-Werte nach [DIN VDE 0800 Teil 9](#) bei der im ungestörten Betrieb wirksamen Belastung nicht überschreiten.

Ist mit dem Ausfall von mindestens zwei Bauelementen einer Minimalkombination ein Funktionsversagen verbunden, so darf bei $\sum KU_{EU}$ **zusätzlich** ein KU-Wert-Gewinn KU_G = 1,5 angerechnet werden.

4.3.2 Geforderter KU-Wert bei Fehlzuständen

4.3.2.1 Feststellen, welche Bauelemente oder Kombinationen derselben bei ihrem Ausfall eine Erhöhung der Belastung jedes einzelnen Bauelements der nach Abschnitt 4.3 ermittelten Minimalkombinationen bewirken. Feststellen, welche KU_{EB}-Werte diese Bauelemente aufweisen. In Abhängigkeit von der Summe $\sum KU_{EB}$ muß der KU_{EH}-Wert des Bauelements der Minimalkombination den Anforderungen nach [Bild 1](#) entsprechen.

Anmerkung: Wenn Bauelemente, deren Ausfälle zur Erhöhung der Belastung beitragen, nicht der betrachteten Minimalkombination angehören und insbesondere wenn diese Ausfälle auch zu keinem KU-Wert-Abfall anderer Bauelemente dieser Minimalkombination führen, können sich wesentlich niedrigere Anforderungen an KU_{EH} ergeben.

a) $KU_{EU} = 1,5$ b) $KU_{EU} = 3$ c) $KU_{EU} = 6$

- Allgemeine Rahmenanforderung für ausreichende Sicherheit, bei der keine zusätzlichen Bedingungen beachtet werden müssen bzw. diese von sich aus erfüllt sind (Einzelelemente mit $KU_{EU} = 6$ nach Bild 1 ohne weitere Bauelemente in der Minimalkombinationen);
- × Verringerte Anforderung, unter der Bedingung, daß an $\sum KU_{EB}$ beteiligte Bauelemente nicht der eigenen Minimalkombination angehören;
- Minimalanforderung, unter den Bedingungen, daß an $\sum KU_{EB}$ beteiligte Bauelemente nicht der eigenen Minimalkombination angehören **und** ihr Ausfall zu keinem KU -Wert-Abfall weiterer Bauelemente dieser Minimalkombination beiträgt.

Bild 1. Geforderter KU_{EH} -Wert der in einer Minimalkombination enthaltenen Bauelemente mit $KU_{EU} = 1,5; 3$ und 6 in Abhängigkeit von $\sum KU_{EB}$ der Bauelemente, deren Ausfall zu einer erhöhten Belastung führt

Anmerkung: Es wird empfohlen, bei der Prüfung zunächst die allgemeine Rahmenanforderung zugrunde zu legen und nur im Bedarfsfall nachzuprüfen, ob eine verringerte Anforderung in Anspruch genommen werden darf.

Bei Isolierungen wird die Bemessungsspannung zur Ermittlung der KU_{EH} -Werte auf die Summe der drei höchsten Einzelspannungen im betrachteten Fehlerstromkreis begrenzt.

4.3.2.2 Führt der Ausfall von Bauelementen, deren KU -Wert bei $\sum KU_{EB}$ berücksichtigt wird (belastende Bauelemente), zu Funktionsversagen, so darf bei dieser Summe **zusätzlich** ein KU -Wert-Gewinn $KU_G = 1,5$ angerechnet werden.

Bedingungen:

- Bei zugrundeliegenden sicherheitsbezogenen Bauelementen mit $KU_{EU} = 1,5$ und $KU_{EU} = 3$ reicht es aus, wenn mindestens eines dieser belastenden Bauelemente funktionsbezogen ist.
- Bei zugrundeliegenden sicherheitsbezogenen Bauelementen mit $KU_{EU} = 6$ muß zusätzlich sichergestellt sein, daß bei der maximal möglichen Belastung $KU_{EH} = 1,5$ nicht unterschritten werden kann, **oder** es müssen mindestens zwei belastende Bauelemente, die zu $\sum KU_{EB}$ beitragen, funktionsbezogen sein.

4.4 Berücksichtigung besonderer Belastungen von Bauelementen

Im Betrieb mögliche Kurzschlüsse von Anschlußleitungen der betrachteten Schaltung mit Erde oder mit aktiven Teilen anderer Stromkreise sind als Dauerkurzschlüsse zugrunde zu legen. Die dadurch hervorgerufene Belastung von Bauelementen ist zu berücksichtigen. Sofern solche Kurzschlüsse durch Ausfälle von Bauelementen in den angeschlossenen elektrischen Einrichtungen hervorgerufen werden können und durch solche Ausfälle vom ungestörten Betrieb abweichende Ströme oder Spannungen entstehen, dürfen die KU -Werte dieser Bauelemente in die Sicherheitsbetrachtung einbezogen werden. Sind keine Werte bekannt, so ist mit $KU = 1,5$ zu rechnen.

4.5 Sind die Anforderungen nach den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erfüllt, liegt ein ausreichender Schutz bei indirektem Berühren vor.

4.6 Ein Funktionsversagen nach den Abschnitten 4.3.1 und 4.3.2 ist das vollständige Versagen der bestimmungsgemäßen Funktion.

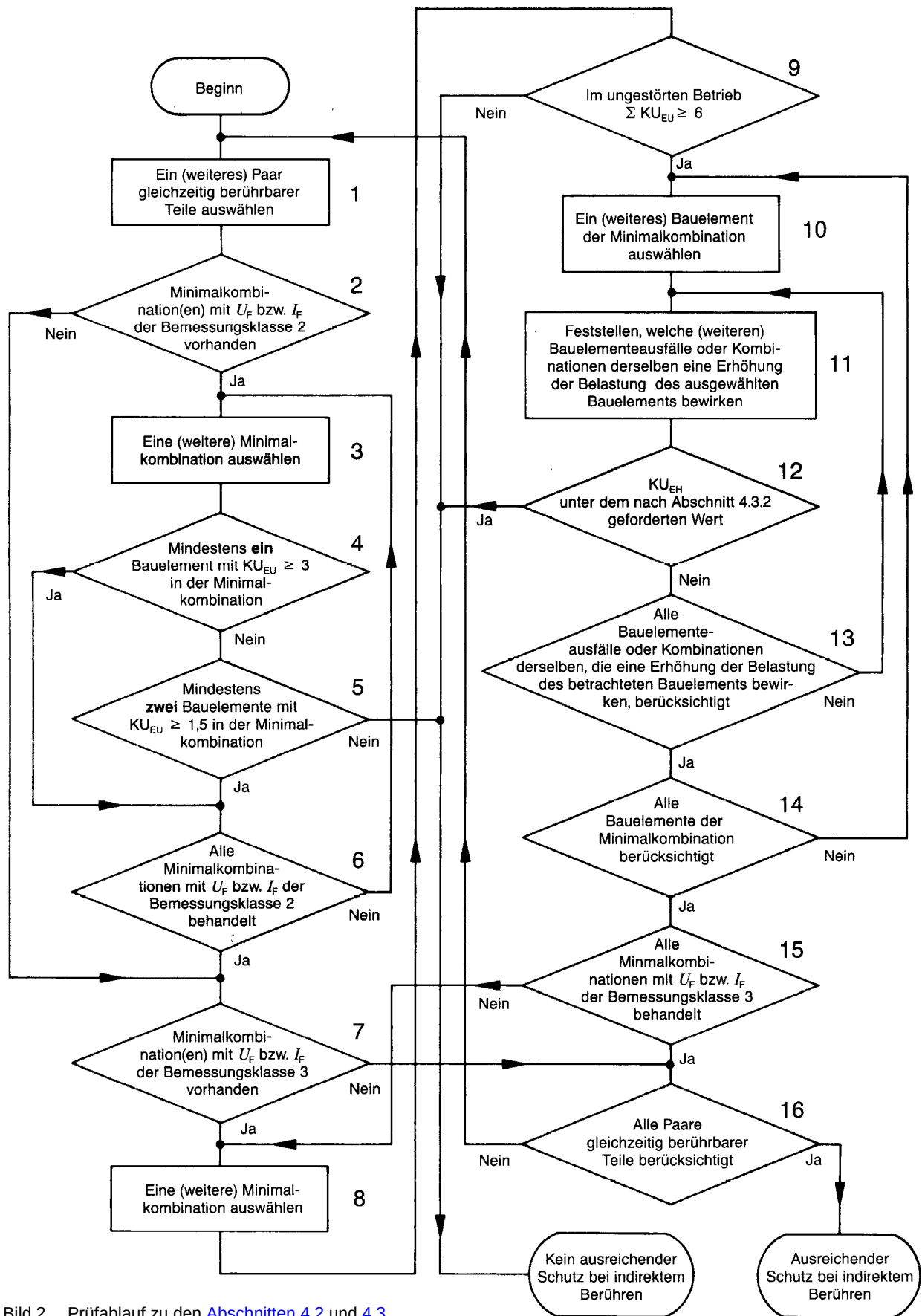


Bild 2. Prüfablauf zu den Abschnitten 4.2 und 4.3