

# Zuverlässigkeit Begriffe

# DIN 40 041

Dependability concepts

Ersatz für DIN 40 041 T1/11.82

Zusammenhang mit den von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) herausgegebenen Normen IEC 50(191) (z. Z. Entwurf) und IEC 271 : 1974 sowie mit den Normen der Reihe DIN 55 350, siehe Erläuterungen.

Die fremdsprachlichen Benennungen sind nicht Bestandteil dieser Norm. Sie sollen das Übersetzen erleichtern. Fremdsprachliche Benennungen werden nur dann angegeben, wenn sie eingeführt sind und in der Literatur einheitlich verwendet werden.

Diese Norm wurde in ihren Grundzügen vom Komitee 132 „Zuverlässigkeit“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) erarbeitet. Entsprechend dem Aufgabenbereich dieses Gremiums, der sich mit dem von IEC TC 56 „Reliability and Maintainability“ deckt, war sie daher zunächst nur im Bereich der Elektrotechnik gültig. Diese Einschränkung soll nun entfallen, nachdem der Ausschuß Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) Mitträger dieser Norm wird. Sie entspricht einer Norm der Reihe DIN 55 350, weil sie im Rahmen der Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik die Begriffe zur Zuverlässigkeit für alle Anwendungsbereiche vereinheitlicht.

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm dient der Vereinheitlichung der in der Zuverlässigkeitssicherung verwendeten Begriffe und damit der Verständigung auf diesem Gebiet. Sie ist in allen Bereichen der Technik anwendbar.

## 2 Begriffe

Die in Klammern angegebenen Nummern sind Hinweise auf die Nummern der in dieser Norm enthaltenen Begriffe.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Grundbegriffe</b>	
<b>1.1</b>	<b>Einheit</b> en: entity, item fr: entité	<p>Materieller oder immaterieller Gegenstand der Betrachtung (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87)</p> <p>Anmerkung 1: Bei Qualitätsbetrachtungen können Einheiten sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ergebnisse von Tätigkeiten und Prozessen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Materielle Produkte (en: tangible products);</li> <li>– Immaterielle Produkte (en: intangible products), z. B. eine Dienstleistung, ein DV-Programm, ein Konstruktionsentwurf, eine Gebrauchsanweisung;</li> <li>– Eine Kombination aus materiellen und immateriellen Produkten, z. B. ein Datenverarbeitungssystem mit Hardware und Software.</li> </ul> </li> <li>b) Die Tätigkeiten oder Prozesse selbst, z. B. das Erbringen einer Dienstleistung, ein maschineller Arbeitsablauf (Prozeß) ein Verfahren, jede Tätigkeit im Rahmen der Qualitätssicherung.</li> <li>c) Systeme; z. B. das QS-System.</li> <li>d) Personen.</li> <li>e) irgendeine Kombination daraus.</li> </ul> <p>Tätigkeiten oder Prozesse können zwar „immaterielle Gegenstände der Betrachtung“ sein, sie sind aber nicht immaterielle Produkte (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87, mit Ergänzung der Aufzählungen c) bis e)).</p>

Fortsetzung Seite 2 bis 19

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)  
Ausschuß Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>1.1</b>	(Fortsetzung)	<p>Anmerkung 2: Die Abgrenzung der Einheit hängt von der Aufgabenstellung ab. Eine Zusammenstellung von Einheiten kann wiederum eine Einheit sein, z. B. Kugel – Kugellager. Entsprechend ergeben sich bei Unterteilung einer Einheit wiederum Einheiten, z. B. Gesamtfertigung – Prüfling – Stichprobe – Prüfstück (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87).</p> <p>Anmerkung 3: „Einheit“ wird auch in speziellem, in übertragenem oder in eingeschränktem Sinn verwendet. Beispiele dafür sind Einheiten in einer Organisation, Einheiten im Meßwesen nach DIN 1301 Teil 1 und DIN 1313, der Normungsgegenstand nach DIN 820 Teil 3 (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87).</p> <p>Anmerkung 4: Eine Funktion kann immaterieller Gegenstand einer Zuverlässigkeitsbetrachtung sein.</p> <p>Anmerkung 5: Für Zuverlässigkeitsbetrachtungen kann es von Bedeutung sein, zwischen instandzusetzenden und nichtinstandzusetzenden Einheiten zu unterscheiden. Eine instandzusetzende Einheit ist dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Möglichkeit als auch die Absicht besteht, einen Fehler zu beheben.</p> <p>Anmerkung 6: Bei jeder Zuverlässigkeitsbetrachtung sollen die Einheiten und gegebenenfalls deren Hierarchie festgelegt werden.</p>
<b>1.2</b>	<b>Beschaffenheit</b>	<p>Gesamtheit der Merkmale und Merkmalswerte einer Einheit (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87).</p> <p>Anmerkung: Die Beschaffenheit kann sich ändern.</p>
<b>1.3</b>	<b>Qualität</b> en: quality fr: qualité	<p>Beschaffenheit (1.2) einer Einheit (1.1) bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87).</p> <p>Anmerkung: Die festgelegten und vorausgesetzten Erfordernisse heißen nach DIN 55 350 Teil 11 „Qualitätsforderung“.</p>
<b>1.4</b>	<b>Zuverlässigkeit</b> en: dependability fr: sûreté de fonctionnement	<p>Beschaffenheit (1.2) einer Einheit (1.1) bezüglich ihrer Eignung, während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen die Zuverlässigkeitsforderung (1.6) zu erfüllen.</p> <p>Anmerkung 1: Kurzform der Definition: Teil der Qualität (1.3) im Hinblick auf das Verhalten der Einheit während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen.</p> <p>Anmerkung 2: Anstelle einer Zeitspanne, z. B. in Stunden, kann auch die vorgegebene Anzahl von Betriebszyklen oder ähnliches benutzt werden.</p> <p>Anmerkung 3: In dieser Norm ist der Begriff Zuverlässigkeit wie oben definiert umfassend zu verstehen. Der Begriff reliability ist dagegen teils in der Bedeutung „Funktionsfähigkeit“ (2.1.2), teils in der Bedeutung „Überlebenswahrscheinlichkeit“ (3.4.5) definiert und daher als Übersetzung für „Zuverlässigkeit“ mißverständlich.</p>
<b>1.5</b>	<b>Zuverlässigkeitsmerkmal</b>	<p>Die Zuverlässigkeit (1.4) mitbestimmendes Qualitätsmerkmal (aus: DIN 55 350 Teil 12/03.89).</p>
<b>1.5.1</b>	<b>Zuverlässigkeitskenngröße</b>	<p>Funktion der ermittelten Werte, die eine Eigenschaft der Häufigkeitsverteilung eines Zuverlässigkeitsmerkmals (1.5) charakterisiert.</p> <p>Anmerkung: Gebräuchliche Zuverlässigkeitskenngrößen enthält Nr 3.3.</p>
<b>1.5.2</b>	<b>Zuverlässigkeitsparameter</b>	<p>Größe zur Kennzeichnung der Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Zuverlässigkeitsmerkmals (1.5).</p> <p>Anmerkung: Gebräuchliche Zuverlässigkeitsparameter enthalten Nr 3.4 und 3.5. Zuverlässigkeitsparameter werden durch Zuverlässigkeitskenngrößen geschätzt.</p>
<b>1.6</b>	<b>Zuverlässigkeitsforderung</b>	<p>Gesamtheit der betrachteten Einzelforderungen an die Beschaffenheit einer Einheit, die das Verhalten der Einheit während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen betreffen, und zwar in der betrachteten Konkretisierungsstufe der Einzelforderungen.</p> <p>Anmerkung 1: Die Zuverlässigkeitsforderung ist Teil der Qualitätsforderung (siehe DIN 55 350 Teil 11) und durchläuft im Zuge der Zuverlässigkeitsplanung im allgemeinen mehrere Konkretisierungsstufen. In verschiedenen Konkretisierungsstufen sind die Anteile der festgelegten und der vorausgesetzten Einzelforderungen unterschiedlich.</p>

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
1.6	(Fortsetzung)	<p>Anmerkung 2: Sowohl die vorgegebenen Zeitspannen als auch die vorgegebenen Anwendungsbedingungen sind wichtige Voraussetzungen für die Planung der Zuverlässigkeitsforderung, nicht aber ihr Bestandteil.</p> <p>Einzelheiten zur Planung der Zuverlässigkeitsforderung finden sich z. B. in DIN ISO 9001, DIN ISO 9004 und in DIN IEC 300.</p>
<b>2</b>	<b>Zustände und Ereignisse</b>	
<b>2.1</b>	<b>Zustandsbezogene Begriffe</b>	
2.1.1	<b>Zustand</b> en: state fr: état	<p>Beschaffenheit (1.2) einer Einheit (1.1) zum Betrachtungszeitpunkt.</p> <p>Anmerkung: Der vorgegebene Zustand im Sinne der Festlegung von Toleranzbereichen für Qualitätsmerkmale betrifft Grenzwerte und soll zur Vermeidung von Verwechslungen mit Sollwerten nicht „Sollzustand“ genannt werden.</p>
2.1.2	<b>Funktionsfähigkeit</b> en: reliability fr: fiabilité	<p>Eignung einer Einheit, eine geforderte Funktion unter vorgegebenen Anwendungsbedingungen zu erfüllen.</p> <p>Anmerkung: Siehe auch Anmerkung 3 zu Nr 1.4.</p>
2.1.3	<b>Abweichung</b> en: deviation fr: écart	<p>Allgemein:  Unterschied zwischen einem Merkmalswert oder einem dem Merkmal zugeordneten Wert und einem Bezugswert.</p> <p>Bei einem quantitativen Merkmal:  Merkmalswert oder ein dem Merkmal zugeordneter Wert minus Bezugswert (beides aus: DIN 55 350 Teil 12/03.89).</p>
2.1.4	<b>Fehler</b> en: nonconformity fr: nonconformité	<p>Nichterfüllung einer Forderung (aus: DIN 55 350 Teil 11/05.87).</p> <p>Anmerkung 1: Der Fehler kennzeichnet einen Zustand (2.1.1), z. B. eine nicht zugelassene Abweichung (2.1.3).</p> <p>Anmerkung 2: Für ein und dieselbe Einheit können je nach Betrachtung verschiedene Forderungen vorgegeben werden, z. B. bei Hardware Annahmekriterien für die Eingangsprüfung oder Ausfallkriterien in einer Zuverlässigkeitsbetrachtung.</p> <p>Anmerkung 3: Je nach Ursache hinsichtlich der Phasen des Qualitätskreises (siehe DIN 55 350 Teil 11) kann man unterscheiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Planungsfehler</li> <li>– Realisierungsfehler</li> <li>– Fehler während der Nutzung</li> <li>– Entwurfsfehler</li> <li>– Fertigungsfehler.</li> </ul> <p>Solche Fehler führen z. B. zu fehlerhaften Endprodukten. Sie können die Zuverlässigkeit verschlechtern, wenn sie nicht vor Anwendungsbeginn (3.1.4) behoben werden.</p>
2.1.5	<b>Fehlerkriterium</b> en: nonconformity criterion fr: critère de nonconformité	<p>Festlegung zur Feststellung, ob ein Fehler vorliegt.</p> <p>Anmerkung: Für quantitative Merkmale sind dies beispielsweise Grenzwerte, Grenzabweichungen, Toleranzbereiche (siehe DIN 55 350 Teil 12).</p>
2.1.6	<b>Störung</b> en: deficiency, trouble fr: défaut	<p>Fehlende, fehlerhafte oder unvollständige Erfüllung einer geforderten Funktion durch die Einheit (1.1).</p>
<b>2.2</b>	<b>Ereignisbezogene Begriffe</b>	
2.2.1	<b>Ereignis</b> en: event fr: évènement	<p>Übergang von einem in einen anderen Zustand (2.1.1).</p> <p>Anmerkung: Für den Bereich der Stochastik: siehe DIN 13 303 Teil 1/05.82.</p>

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>2.2.2</b>	<b>Änderung</b> en: change fr: variation	Entstehen einer Abweichung (2.1.3) gegenüber dem Merkmalswert bei Betrachtungsbeginn.
<b>2.2.3</b>	<b>Versagen</b> en: malfunction fr: malfonctionnement	Entstehen einer Störung (2.1.6) bei zugelassenem Einsatz der Einheit (siehe Anwendung (3.1.2)) aufgrund einer in ihr selbst liegenden Ursache. Anmerkung 1: Bei einem System kommen als Ursache des Versagens alle seine Elemente einschließlich des Menschen in Betracht. Anmerkung 2: Gegenstand von Zuverlässigkeitsbetrachtungen sind Fälle von Versagen, nicht aber Störungen aus anderem Grunde. Anmerkung 3: Versagen entsteht, wenn ein Fehler der Einheit bei deren zugelassenem Einsatz wirksam wird.
<b>2.2.4</b>	<b>Ausfall</b> en: failure fr: défaillance	Beendigung der Funktionsfähigkeit (2.1.2) einer materiellen Einheit im Rahmen der zugelassenen Beanspruchung. Anmerkung: Der Ausfall führt zum Versagen (2.2.3), sobald die Erfüllung der geforderten Funktion verlangt wird.
<b>2.2.5</b>	<b>Ausfallkriterium</b> en: failure criterion fr: critère de défaillance	Festlegung zur Feststellung, ob ein Ausfall vorliegt.
<b>2.2.6</b>	<b>Ausfallzeitpunkt</b> en: instant of failure instant de fr: l'apparition de la défaillance	Tatsächlicher Zeitpunkt des Ausfalls (2.2.4). Anmerkung: Wenn der tatsächliche Ausfallzeitpunkt nicht feststellbar ist, muß ein fiktiver Ausfallzeitpunkt festgelegt werden (z. B. der Zeitpunkt des Versagens).
<b>2.3</b>	<b>Ausfallaspekte</b>	
<b>2.3.1</b>	<b>Aspekte des Beeinträchtigungsumfangs</b>	
<b>2.3.1.1</b>	Vollausfall en: complete failure fr: défaillance complète	Ausfall (2.2.4), der alle Funktionen einer Einheit betrifft. Anmerkung: Ein Vollausfall, der gleichzeitig ein Sprungausfall (2.3.2.1) ist, wird im Englischen auch „catastrophic failure“ genannt.
<b>2.3.1.2</b>	Teilausfall en: partial failure fr: défaillance partielle	Ausfall (2.2.4), der nicht alle Funktionen einer Einheit betrifft. Anmerkung: Ein Teilausfall, der gleichzeitig ein Driftausfall (2.3.2.2) ist, wird im Englischen auch „degradation failure“ genannt.
<b>2.3.2</b>	<b>Aspekte der Änderungsgeschwindigkeiten</b>	
<b>2.3.2.1</b>	Sprungausfall en: sudden failure fr: défaillance soudaine	Ausfall (2.2.4) aufgrund einer schnellen Änderung (2.2.2) von Merkmalswerten. Anmerkung 1: Die Abgrenzung zwischen schnellen und langsamen Änderungen ist in Beziehung zu den Beobachtungsabständen vorzunehmen. Anmerkung 2: Ein Sprungausfall, der gleichzeitig ein Vollausfall (2.3.1.1) ist, wird im Englischen auch „catastrophic failure“ genannt.
<b>2.3.2.2</b>	Driftausfall en: gradual failure fr: défaillance progressive	Ausfall (2.2.4) aufgrund einer langsamen Änderung (2.2.2) von Merkmalswerten. Anmerkung 1: Die Abgrenzung zwischen schnellen und langsamen Änderungen ist in Beziehung zu den Beobachtungsabständen vorzunehmen. Anmerkung 2: Nur bei Driftausfällen können Aussagen über den Verlauf der Änderung gemacht werden, z. B. um den Ausfallzeitpunkt abzuschätzen. Anmerkung 3: Ein Driftausfall, der gleichzeitig ein Teilausfall (2.3.1.2) ist, wird im Englischen auch „degradation failure“ genannt.
<b>2.3.3</b>	<b>Aspekte der Ausfallursache</b>	
<b>2.3.3.1</b>	Entwurfsbedingter Ausfall en: design failure fr: défaillance de conception	Ausfall (2.2.4) aufgrund von Entwurfsfehlern (siehe 2.1.4).

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>2.3.3.2</b>	Fertigungsbedingter Ausfall en: manufacturing failure fr: défaillance de fabrication	Ausfall (2.2.4) aufgrund von Fertigungsfehlern (siehe 2.1.4).
<b>2.3.3.3</b>	Abnutzungsausfall en: wear out failure fr: défaillance par usure	Ausfall (2.2.4), der durch Abnutzung verursacht wird. Anmerkung: Der Begriff Abnutzung (siehe DIN 31 051) ist hier als Oberbegriff für Alterung (siehe DIN 50 035 Teil 1), Verschleiß (siehe DIN 50 320) und Materialverbrauch verwendet.
<b>2.3.3.4</b>	Intermittierender Ausfall en: intermittent failure fr: défaillance intermittente	Ausfall (2.2.4) aufgrund von Mechanismen, die zeitweilig zu reversiblen Änderungen (2.2.2) von Merkmalswerten führen.
<b>2.4</b>	<b>Betriebsphasen mit definiertem Ausfallverhalten</b>	
<b>2.4.1</b>	<b>Frühausfallphase</b> en: early failure period fr: période de défaillance précoce	Anfangsbereich der Betriebsdauer (3.1.8), sofern dort eine wesentlich höhere Ausfallrate (3.4.1) als im nachfolgenden Bereich der Betriebsdauer existiert.
<b>2.4.2</b>	<b>Phase konstanter Ausfallrate</b> en: constant failure rate period fr: période de taux constant de défaillance	Bereich der Betriebsdauer (3.1.8) mit nahezu gleichbleibender Ausfallrate (3.4.1).
<b>2.4.3</b>	<b>Spätausfallphase</b> en: wear-out-failure period fr: période de défaillance par usure	Endbereich der Betriebsdauer (3.1.8), wenn dort eine ständig zunehmende Ausfallrate (3.4.1) auftritt.
<b>3</b>	<b>Merkmale für Zuverlässigkeitsbetrachtungen</b>	
<b>3.1</b>	<b>Zeitpunkte, Zeitspannen</b>	
<b>3.1.1</b>	<b>Erfassungsbeginn</b>	Kalenderzeitpunkt, ab dem Daten für eine Zuverlässigkeitsbetrachtung erfaßt werden.
<b>3.1.2</b>	<b>Anwendung</b>	Einsatz einer Einheit unter den vorgegebenen Anwendungsbedingungen. Anmerkung: Der Einsatz der Einheit schließt gegebenenfalls Zeitspannen ein, in denen die Einheit nicht betrieben wird.
<b>3.1.3</b>	<b>Anwendungsdauer</b>	Zeitspanne der Anwendung (3.1.2). Anmerkung: Die Anwendungsdauer kann den gesamten Einsatz der Einheit umfassen oder einen betrachteten Teil davon.
<b>3.1.4</b>	<b>Anwendungsbeginn</b>	Beginn der Anwendungsdauer (3.1.3).
<b>3.1.5</b>	<b>Klardauer</b> en: up time fr: temps de disponibilité	Intervall der Anwendungsdauer (3.1.3), das nicht durch einen Ausfall (2.2.4) unterbrochen ist. Anmerkung: Die Klardauer kann Betriebspausen (3.1.10) enthalten.
<b>3.1.6</b>	<b>Unklardauer</b> en: down time fr: temps d'indisponibilité	Intervall der Anwendungsdauer (3.1.3) ab dem Ausfallzeitpunkt (2.2.6), bis die Funktionsfähigkeit (2.1.2) wiederhergestellt ist.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
3.1.7	<b>Geforderte Anwendungsdauer</b>	Anwendungsdauer (3.1.3), in welcher der Anwender die Erfüllung der geforderten Funktion verlangt.
3.1.8	<b>Betriebsdauer</b>	Summe der Intervalle der betrachteten Anwendungsdauer (3.1.3), in denen die geforderte Funktion erfüllt wird. Anmerkung 1: In der Regel wird die Einheit während der geforderten Anwendungsdauer (3.1.7) betrieben. Anmerkung 2: Die Betriebsdauer ist zu unterscheiden von der Klardauer (3.1.5), die Betriebspausen (3.1.10) enthalten kann.
3.1.9	<b>Störungsdauer</b>	Intervall der geforderten Anwendungsdauer (3.1.7), in dem eine Störung (2.1.6) besteht.
3.1.10	<b>Betriebspause</b>	Intervall der Anwendungsdauer (3.1.3), in dem der Anwender die Erfüllung der geforderten Funktion nicht verlangt.
3.1.11	<b>Lebensdauer</b>	Betriebsdauer (3.1.8) einer nichtinstandzusetzenden Einheit vom Anwendungsbeginn (3.1.4) bis zum Zeitpunkt des Versagens (2.2.3). Anmerkung: Es ist international üblich und im Hinblick auf die Vergleichbarkeit von Zuverlässigkeitsbetrachtungen sinnvoll, die Lebensdauer nicht mit der Klardauer zu definieren, weil die Klardauer Betriebspausen enthalten kann.
3.1.12	<b>Brauchbarkeitsdauer</b>	Intervall der Anwendungsdauer (3.1.3), in dem die Forderung bezüglich betrachteter Zuverlässigkeitskenngrößen (1.5.1) erfüllt wird, oder nach dem eine instandzusetzende Einheit aufgrund ihres Ausfallverhaltens nicht mehr instandgesetzt wird. Anmerkung: In speziellen Anwendungsbereichen wird die so definierte Brauchbarkeitsdauer auch (technische) Lebensdauer genannt.
3.1.13	<b>Zeitspanne bis zum ersten Ausfall</b>	Intervall der Anwendungsdauer (3.1.3) bis zum ersten Ausfall (2.2.4). Anmerkung: Von der Zeitspanne bis zum ersten Ausfall ist die Betriebsdauer bis zum ersten Ausfall zu unterscheiden (Englische Kurzbezeichnung: TTFF (time to first failure)).
3.1.14	<b>Ausfallabstand</b> en: time between failures fr: temps entre défaillances	Intervall der Anwendungsdauer (3.1.3) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen. Anmerkung: Vom Ausfallabstand ist die Betriebsdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen zu unterscheiden (Englische Kurzbezeichnung: TBF (Operating time between failures)).
<b>3.2</b>	<b>Bestand bei nichtinstandzusetzenden Einheiten</b>	
3.2.1	<b>Anfangsbestand</b>	Anzahl der Einheiten bei Anwendungsbeginn (3.1.4), die für eine Zuverlässigkeitsbetrachtung erfaßt werden.
3.2.2	<b>Bestand</b>	Anzahl der Einheiten des Anfangsbestandes (3.2.1), deren Lebensdauer (3.1.11) eine betrachtete Betriebsdauer (3.1.8) mindestens erreichen. Anmerkung: Der Bestand als Funktion der Betriebsdauer ab Anwendungsbeginn (3.1.4) wird Bestandsfunktion genannt.
3.2.3	<b>Relativer Bestand</b>	Bestand (3.2.2) dividiert durch Anfangsbestand (3.2.1)
<b>3.3</b>	<b>Zuverlässigkeitskenngrößen (1.5.1) für nichtinstandzusetzende Einheiten</b>	
3.3.1	<b>Ausfallhäufigkeit</b>	Relativer Bestand (3.2.3) am Anfang minus relativer Bestand am Ende einer betrachteten Betriebsdauer (3.1.8).
3.3.2	<b>Ausfallhäufigkeitssumme</b>	Eins minus relativer Bestand (3.2.3). Anmerkung 1: Die Ausfallhäufigkeitssumme ist ein Schätzwert für die Ausfallwahrscheinlichkeit (3.4.4). Anmerkung 2: In DIN 40 040 wird anstelle „Ausfallhäufigkeitssumme“ die Benennung „Ausfallsatz“ verwendet.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
3.3.3	<b>Temporäre Ausfallhäufigkeit</b>	Ausfallhäufigkeit (3.3.1) dividiert durch relativen Bestand (3.2.3) am Anfang der betrachteten Betriebsdauer (3.1.8). Anmerkung: Während bei der Ausfallhäufigkeit (3.3.1) die Bezugsgröße konstant ist (Anfangsbestand 3.2.1), ist sie bei der temporären Ausfallhäufigkeit zeitabhängig (Bestand am Anfang der betrachteten Betriebsdauer (3.1.8)).
3.3.4	<b>Temporäre Ausfallhäufigkeitsdichte</b>	Temporäre Ausfallhäufigkeit (3.3.3) dividiert durch die betrachtete Betriebsdauer (3.1.8). Anmerkung: Auch „Ausfallquote“ genannt. Sie ist ein Schätzwert für die Ausfallrate (3.4.1).
3.4	<b>Zuverlässigkeitsparameter (1.5.2) für nichtinstandzusetzende Einheiten</b>	
3.4.1	<b>Ausfallrate</b>	Ausfallwahrscheinlichkeitsdichte (3.4.6) dividiert durch die Überlebenswahrscheinlichkeit (3.4.5). Anmerkung 1: Gleichbedeutend mit „Mathematischer Grenzwert der temporären Ausfallhäufigkeitsdichte (3.3.4) für eine gegen Null gehende Betriebsdauer (3.1.8).“ Anmerkung 2: Praktisch handhabbare Zahlenwerte ergeben sich bei Benutzung der vielfach in der elektronischen Technik gebräuchlichen Angabe der Ausfallraten in „fit“ (failure in time), d. h. in $10^{-9} \text{ h}^{-1}$ .
3.4.2	<b>Lebensdauerverteilung</b>	Verteilungsfunktion (siehe DIN 55 350 Teil 21) der Lebensdauer (3.1.11).
3.4.3	<b>Mittlere Lebensdauer</b>	Erwartungswert der Lebensdauerverteilung (3.4.2). Anmerkung 1: Der Erwartungswert wird durch den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe von Lebensdauern geschätzt. Anmerkung 2: Nur wenn die Lebensdauern exponentialverteilt sind, ist die mittlere Lebensdauer gleich dem Kehrwert der (dann konstanten) Ausfallrate (3.4.1).
3.4.4	<b>Ausfallwahrscheinlichkeit</b>	Wahrscheinlichkeit, daß die Lebensdauer (3.1.11) eine betrachtete Betriebsdauer (3.1.8) ab Anwendungsbeginn nicht erreicht. Anmerkung: Die Ausfallwahrscheinlichkeit ist der Wert der Lebensdauerverteilung (3.4.2) für eine betrachtete Betriebsdauer; die Ausfallhäufigkeitssumme (siehe 3.3.2) ist ein Schätzwert für die Ausfallwahrscheinlichkeit.
3.4.5	<b>Überlebenswahrscheinlichkeit</b>	Wahrscheinlichkeit, daß die Lebensdauer (3.1.11) eine betrachtete Betriebsdauer (3.1.8) ab Anwendungsbeginn (3.1.4) mindestens erreicht. Anmerkung: Überlebenswahrscheinlichkeit und Ausfallwahrscheinlichkeit addieren sich zu Eins.
3.4.6	<b>Ausfallwahrscheinlichkeitsdichte</b>	Erste Ableitung der Lebensdauerverteilung (3.4.2).
3.5	<b>Zuverlässigkeitsparameter (1.5.2) für instandzusetzende Einheiten</b>	
3.5.1	<b>Mittlere Betriebsdauer bis zum ersten Ausfall</b>	Erwartungswert der Verteilung der Betriebsdauern bis zum ersten Ausfall (siehe Anmerkung zu 3.1.13). Anmerkung 1: Der Erwartungswert wird durch den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe von Betriebsdauern bis zum ersten Ausfall geschätzt. Anmerkung 2: Englische Kurzbezeichnung: MTT FF (mean time to first failure).
3.5.2	<b>Mittlerer Ausfallabstand</b>	Erwartungswert der Verteilung der Ausfallabstände (3.1.14). Anmerkung 1: Der Erwartungswert wird durch den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe von Ausfallabständen geschätzt. Anmerkung 2: Der mittlere Ausfallabstand ist zu unterscheiden von der mittleren Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen (3.5.3). Anmerkung 3: Für den Begriff „Mittlerer Ausfallabstand“ darf nicht die englische Kurzbezeichnung „MTBF“ (mean time between failures) verwendet werden. Bei der Verwendung dieser Kurzbezeichnung für Zuverlässigkeitsberechnungen ist immer die mittlere Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen (3.5.3) gemeint, siehe Anmerkung zu 3.1.14.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>3.5.3</b>	<b>Mittlere Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen</b>	<p>Erwartungswert der Verteilung der Betriebsdauern (3.1.8) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen.</p> <p>Anmerkung 1: Der Erwartungswert wird durch den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe der Betriebsdauern zwischen zwei Ausfällen geschätzt.</p> <p>Anmerkung 2: Nur wenn die Betriebsdauern zwischen zwei Ausfällen exponentialverteilt sind (vergleiche Anmerkung 2 zu 3.4.3), ist die mittlere Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen gleich dem Kehrwert der Ausfallrate (3.4.1). Dann kann der Erwartungswert auch mit dem Quotienten aus der Summe der beobachteten Betriebsdauern und der Anzahl der beobachteten Ausfälle geschätzt werden.</p> <p>Anmerkung 3: Zur englischen Kurzbezeichnung „MTBF“ siehe auch Anmerkung 3 zu 3.5.2.</p>
<b>3.5.4</b>	<b>Mittlere Klardauer</b> en: mean up time fr: temps moyen de disponibilité	<p>Erwartungswert der Verteilung der Klardauer (3.1.5).</p> <p>Anmerkung 1: Der Erwartungswert wird durch den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe von Klardauern geschätzt.</p> <p>Anmerkung 2: Die mittlere Klardauer ist zu unterscheiden von der mittleren Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen (3.5.3), da Klardauer auch Betriebspausen enthalten können.</p> <p>Anmerkung 3: Englische Kurzbezeichnung: MUT (mean up time).</p> <p>Anmerkung 4: Die mittlere Klardauer soll für Verfügbarkeitsberechnungen nicht verwendet werden, weil sie sich nicht nur auf die geforderte Anwendungsdauer (3.1.7) bezieht und damit die Berechnungsergebnisse nicht vergleichbar sind.</p>
<b>3.5.5</b>	<b>Mittlere Unklardauer</b>	<p>Erwartungswert der Verteilung der Unklardauer (3.1.6).</p> <p>Anmerkung 1: Der Erwartungswert wird durch den arithmetischen Mittelwert einer Stichprobe der Unklardauern geschätzt.</p> <p>Anmerkung 2: Die mittlere Unklardauer ist zu unterscheiden von der mittleren Störungsdauer (3.5.6).</p> <p>Anmerkung 3: Für den Begriff „Mittlere Unklardauer“ darf nicht die englische Kurzbezeichnung „MDT“ (mean down time) verwendet werden. Bei der Verwendung dieser Kurzbezeichnung für Zuverlässigkeitsberechnungen ist die mittlere Störungsdauer (3.5.6) gemeint.</p>
<b>3.5.6</b>	<b>Mittlere Störungsdauer</b> en: mean down time fr: temps moyen d'indisponibilité	<p>Erwartungswert der Verteilung der Störungsdauern (3.1.9).</p> <p>Anmerkung: Englische Kurzbezeichnung: MDT (mean down time).</p>
<b>3.5.7</b>	<b>Momentane Verfügbarkeit</b> en: instantaneous availability fr: disponibilité instantanée	<p>Wahrscheinlichkeit, eine Einheit zu einem vorgegebenen Zeitpunkt der geforderten Anwendungsdauer (3.1.7) in einem funktionsfähigen Zustand anzutreffen.</p> <p>Anmerkung: In der Praxis wird hierfür als Schätzwert der Quotient aus Betriebsdauer (3.1.8) und geforderter Anwendungsdauer verwendet.</p>
<b>3.5.8</b>	<b>Stationäre Verfügbarkeit</b> en: steady-state availability fr: disponibilité en régime établi	<p>Mittlere Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen (3.5.3) dividiert durch die Summe aus mittlerer Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen und mittlerer Störungsdauer (3.5.6).</p> <p>Anmerkung 1: Die stationäre Verfügbarkeit ist identisch mit einer zeitunabhängigen momentanen Verfügbarkeit.</p> <p>Anmerkung 2: In der Praxis wird hierfür als Schätzwert der Quotient aus Betriebsdauer (3.1.8) und geforderter Anwendungsdauer (3.1.7) verwendet.</p>
<b>3.5.9</b>	<b>Instandhaltbarkeit</b> en: maintainability fr: maintenabilité	<p>Beschaffenheit einer Einheit bezüglich ihrer Eignung für die Instandhaltung bei festgelegten Mitteln und Verfahren.</p> <p>Anmerkung: Die Instandhaltbarkeit beeinflusst wesentlich die Unklardauer (3.1.6).</p>



Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>4</b>	<b>Bestimmungs- und Einflußfaktoren im Hinblick auf Zuverlässigkeitskenngrößen</b>	
<b>4.1</b>	<b>Beanspruchungen</b>	
<b>4.1.1</b>	<b>Beanspruchung</b> en: stress fr: contrainte	<p>Gesamtheit oder Teilgesamtheit der Einwirkungen, denen die Einheit ausgesetzt ist, wird oder ausgesetzt sein kann.</p> <p>Anmerkung 1: Eine Beanspruchung muß sich nicht ungünstig auf die Erfüllung der Zuverlässigkeitsforderung (1.6) auswirken.</p> <p>Anmerkung 2: Bei den für Zuverlässigkeitsbetrachtungen relevanten Einwirkungen sind Intensität, Dauer und Verlauf von Bedeutung.</p> <p>Anmerkung 3: Je nach Betrachtung unterscheidet man beispielsweise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beanspruchung zur Voralterung</li> <li>– Beanspruchung bei der Herstellung</li> <li>– Beanspruchung durch Lagerung</li> <li>– Beanspruchung durch Transport</li> <li>– Beanspruchung durch Betrieb</li> </ul> <p>Anmerkung 4: Von der Benutzung der Benennung „Betriebsbeanspruchung“ wird abgeraten, weil sich im Betrieb die Beanspruchungen ständig ändern können.</p>
<b>4.1.1.1</b>	Nennbeanspruchung en: nominal stress fr: contrainte nominale	Beanspruchung beim Nennwert (siehe DIN 55 350 Teil 12) der betrachteten Einwirkung(en).
<b>4.1.1.2</b>	Istbeanspruchung en: actual stress fr: contrainte actuelle	Tatsächliche Beanspruchung bei der Betrachtung.
<b>4.1.2</b>	<b>Beanspruchungsverhältnis</b> en: stress ratio	<p>Istwert einer Einwirkung dividiert durch deren Nennwert.</p> <p>Anmerkung: Bei relevanten Einwirkungen kann durch eine Verringerung des Beanspruchungsverhältnisses eine Verbesserung der Zuverlässigkeit herbeigeführt werden; z.B. Temperatureinwirkung bei elektronischen Bauelementen.</p>
<b>4.2</b>	<b>Planungsbezogene Bestimmungsfaktoren</b>	
<b>4.2.1</b>	<b>Redundanz</b> en: redundancy fr: redondance	<p>Vorhandensein von mehr funktionsfähigen Mitteln in einer Einheit, als für die Erfüllung der geforderten Funktion notwendig sind.</p> <p>Anmerkung 1: Wieviel Mittel ohne Redundanz notwendig sind, hängt vom Einzelfall ab.</p> <p>Anmerkung 2: Die Aufrechterhaltung der Redundanz erfordert Instandhaltung, d. h. die Überwachung, die Erhaltung und bei Versagen (2.2.3) die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit aller Mittel.</p>
<b>4.2.2</b>	<b>Funktionsbeteiligte Redundanz</b> en: active redundancy fr: redondancy active	<p>Redundanz (4.2.1), bei der alle Mittel gleichzeitig an der Erfüllung der geforderten Funktion beteiligt sind.</p> <p>Anmerkung: Auch „aktive Redundanz“ oder „heiße Redundanz“.</p>
<b>4.2.3</b>	<b>Nicht funktionsbeteiligte Redundanz</b> en: standby redundancy fr: redondance passive	<p>Redundanz (4.2.1), bei der zusätzliche Mittel erst bei Versagen von bis dahin funktionsbeteiligten Mitteln an der Erfüllung der geforderten Funktion beteiligt werden.</p> <p>Anmerkung: Auch „Standby-Redundanz“, „passive Redundanz“ oder „kalte Redundanz“ genannt.</p>
<b>4.2.4</b>	<b>Operationspfad</b> en: operation path fr: chaîne fonctionnelle	Kette von Vorgängen, mit der eine geforderte Funktion oder Teilfunktion erfüllt werden kann.
<b>4.2.5</b>	<b>Vermaschte Redundanz</b> en: intermeshing fr: réseau maillé	Redundanz (4.2.1) durch Erhöhung der Anzahl der Operationspfade (4.2.4) mittels Querverbindungen.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>4.2.6</b>	<b>Homogene Redundanz</b> en: homogeneous redundancy	Redundanz (4.2.1), bei der die Mittel gleichartig sind.
<b>4.2.7</b>	<b>Diversitäre Redundanz</b> en: diversity	Redundanz (4.2.1), bei der die Mittel ungleichartig sind. Anmerkung 1: Die ungleichartigen Mittel können z.B. sein: – Anwendung anderer physikalischer Prinzipien, – andere Lösungswege für die gleiche Funktion, – andere Auslegung. Anmerkung 2: Verschiedentlich (weniger anschaulich) „Diversität“ genannt.
<b>4.3</b>	<b>Fertigungsbezogene Bestimmungsfaktoren</b>	
<b>4.3.1</b>	<b>Voraltern</b> en: pre-aging	Zweckmäßig ausgewählte Beanspruchung (4.1.1) eines Fertigungsloses, um Einheiten, die für Frühausfälle anfällig sind, aussortieren zu können.
<b>4.3.1.1</b>	Einlaufen en: run-in	Voraltern bei einer Beanspruchung (4.1.1), wie sie in der Nutzungsphase zu erwarten ist. Anmerkung: Der Begriff „Einlaufen“ wird gelegentlich auch in anderem Zusammenhang verwendet und bezeichnet dann Maßnahmen, die ein Betriebsmittel befähigen sollen, ihre geforderte Funktion zu erfüllen.
<b>4.3.1.2</b>	Einbrennen en: burn-in fr: rodage	Beschleunigtes Voraltern durch erhöhte Beanspruchung (4.1.1). Anmerkung: Durch Einbrennen soll die Brauchbarkeitsdauer (3.1.12) nicht vermindert werden.
<b>4.3.2</b>	<b>Sortierprüfung</b> en: screening test fr: essai de selection	100 %-Prüfung (siehe DIN 55 350 Teil 17), um vor der Lieferung fehlerhafte oder durch Voraltern (4.3.1) als fehlerhaft erkannte Einheiten auszusortieren.
<b>4.4</b>	<b>Einsatzbezogene Bestimmungsfaktoren</b>	
<b>4.4.1</b>	<b>Dauerbetrieb</b> en: continuous operation	Betriebsart ohne Betriebspausen (3.1.10).
<b>4.4.2</b>	<b>Aussetzbetrieb</b> en: intermittent operation	Betriebsart mit vorgesehenen Betriebspausen (3.1.10).
<b>4.4.3</b>	<b>Überlastbetrieb</b> en: operation at overstress	Betrieb einer Einheit bei einem Beanspruchungsverhältnis (4.1.2) größer als Eins.
<b>4.4.4</b>	<b>Nennlastbetrieb</b> en: operation at nominal stress	Betrieb einer Einheit bei Nennbeanspruchung (4.1.1.1).
<b>4.4.5</b>	<b>Unterlastbetrieb</b> en: operation at partial stress	Betrieb einer Einheit bei einem Beanspruchungsverhältnis (4.1.2) kleiner als Eins. Anmerkung: In einigen Fällen kann auch eine Verringerung der Beanspruchung zur Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit führen.
<b>4.4.6</b>	<b>Instandhaltung</b> en: maintenance fr: maintenance	Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems (aus: DIN 31051/01.85). Anmerkung: Zum Sollzustand ist die Anmerkung zu Zustand (2.1.1) zu beachten.
<b>4.4.6.1</b>	Wartung en: preventive maintenance fr: entretien	Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems (aus: DIN 31051/01.85). Anmerkung: Zum Sollzustand ist die Anmerkung zu Zustand (2.1.1) zu beachten.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
4.4.6.2	Instandsetzung en: repair fr: reparation	Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems (aus: DIN 31 051/01.85). Anmerkung: Zum Sollzustand ist die Anmerkung zu Zustand (2.1.1) zu beachten.
4.4.6.3	Inspektion en: inspection	Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems (aus: DIN 31 051/01.85).
4.5	<b>Zuverlässigkeitswachstum</b>	
4.5.1	<b>Zuverlässigkeitswachstum</b>	Anhand von Werten einer Zuverlässigkeitskenngröße (1.5.1) feststellbare, fortschreitende Verbesserung der Erfüllung von Einzelforderungen im Rahmen der Zuverlässigkeitsforderung (1.6). Anmerkung: Das Zuverlässigkeitswachstum ist oft auch ein Ergebnis der Qualitätsförderung (siehe DIN 55 350 Teil 11). Es kann sich über mehrere Phasen hinziehen, bis die Einzelforderungen im Rahmen der Zuverlässigkeitsforderung vollständig erfüllt sind.
4.5.2	<b>Zuverlässigkeitsverbesserung</b>	Zuverlässigkeitswachstum (4.5.1) durch gezielte Maßnahmen der Ausfallverringern und Ausfallverhütung.
4.5.3	<b>Zuverlässigkeitslernprozeß</b>	Erfahrungszuwachs, der zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit (2.1.2) der Einheit führt.
5	<b>Aspekte zu Zuverlässigkeitsprüfungen</b>	
5.1	<b>Zuverlässigkeitsprüfung</b>	Feststellen, inwieweit ein Produkt die Zuverlässigkeitsforderung (1.6) erfüllt (aus: DIN 55 350 Teil 17/08.88). Anmerkung 1: Die Zuverlässigkeitsprüfung ist ein Unterbegriff der Qualitätsprüfung (siehe DIN 55 350 Teil 11). Anmerkung 2: Die Feststellung der Erfüllung der Zuverlässigkeitsforderung kann auch unter Benutzung von Daten aus Zuverlässigkeitsprüfungen getroffen werden, die an vergleichbaren Produkten gewonnen wurden. Daten aus dem Einsatz eines Produkts unter anderen als den vorgegebenen Anwendungsbedingungen dürfen nicht zur Zuverlässigkeitsprüfung herangezogen werden.
5.2	<b>Zuverlässigkeitsqualifikation</b>	Nachgewiesene Erfüllung der Zuverlässigkeitsforderung (1.6). Anmerkung 1: Man unterscheidet vielfach die Zuverlässigkeitsqualifikation <ul style="list-style-type: none"> <li>– mittels mathematisch-logischer und/oder mathematisch-physikalischer Schlußweisen (auch „Beweis“ genannt).</li> <li>– aufgrund der Zuverlässigkeitsforderung in einer vorgegebenen Konkretisierungsstufe (auch „Verifikation“ genannt).</li> <li>– bezüglich des Produktverhaltens während der Anwendung (3.1.2) (auch „Validation“ genannt).</li> </ul> Anmerkung 2: Es muß festgelegt sein, auf welche Zuverlässigkeitsmerkmale (1.5) sich die Zuverlässigkeitsqualifikation bezieht.
5.3	<b>Beanspruchungsaspekte</b>	
5.3.1	<b>Zeitraffende Zuverlässigkeitsprüfung</b>	Zuverlässigkeitsprüfung unter einer Beanspruchung, die gegenüber der Nennbeanspruchung (4.1.1.1) mit dem Ziel erhöht ist, die Prüfdauer zu verkürzen. Anmerkung: Für eine zeitraffende Zuverlässigkeitsprüfung müssen die Arten und Mechanismen der Ausfälle und deren Verhältnis zueinander dem Prinzip nach bekannt sein und berücksichtigt werden.
5.3.2	<b>Raffungsfaktor</b> en: time acceleration factor fr: facteur d'accélération temporelle	Verhältnis der erforderlichen Einwirkungs-dauer zweier unterschiedlicher Beanspruchungen (4.1.1) der gleichen Art, um bei zwei Stichproben (siehe DIN 55 350 Teil 14) desselben Umfangs aus demselben Los (siehe DIN 55 350 Teil 31) jeweils die gleiche Anzahl von Ausfällen zu bewirken. Anmerkung: Die erforderliche Einwirkungs-dauer im Zähler ist in der Regel kürzer und die Intensität der zugehörigen Beanspruchung höher.

Nr	Benennung	Definition und Anmerkungen
<b>5.3.3</b>	<b>Beanspruchbarkeitsfeststellung</b> en: step stress test fr: essai sous contrainte échelonnée	Feststellen der Beanspruchbarkeit einer Einheit, wobei in aufeinanderfolgenden gleichlangen Zeitspannen eine Beanspruchung gleicher Art schrittweise erhöht wird. Anmerkung: Beanspruchbarkeitsfeststellungen können auch zur Ermittlung von Raffungsfaktoren (5.3.2) benutzt werden.
<b>5.3.4</b>	<b>Zerstörende Zuverlässigkeitsprüfung</b>	Zuverlässigkeitsprüfung (5.1), die dazu führt, daß die geprüfte Einheit nicht mehr anwendbar ist.
<b>5.3.5</b>	<b>Zuverlässigkeits-Dauerprüfung</b>	Zuverlässigkeitsprüfung (5.1) über eine festgelegte, längere Zeitspanne unter gleichbleibender dynamischer oder statischer Beanspruchung innerhalb festgelegter Beanspruchungsgrenzwerte.
<b>5.4</b>	<b>Anwendungsaspekte</b>	
<b>5.4.1</b>	<b>Anwendungssimulation</b>	Möglichst wirklichkeitsgetreue Nachbildung der Anwendung (3.1.2).
<b>5.4.2</b>	<b>Anwendungserprobung</b>	Probeweiser Einsatz einer Einheit unter Anwendungsbedingungen, die weitgehend mit den vorgegebenen übereinstimmen.

## Zitierte Normen

DIN 820 Teil 3	Normungsarbeit; Begriffe
DIN 1301 Teil 1	Einheiten; Einheitenennamen, Einheitenzeichen
DIN 1313	Physikalische Größen und Gleichungen; Begriffe, Schreibweisen
DIN 13303 Teil 1	Stochastik; Wahrscheinlichkeitstheorie, Gemeinsame Grundbegriffe der mathematischen und der beschreibenden Statistik, Begriffe und Zeichen
DIN 31 051	Instandhaltung, Begriffe und Maßnahmen
DIN 40 040	Anwendungsklassen und Zuverlässigkeitsangaben für Bauelemente der Nachrichtentechnik und Elektronik
DIN 50 035 Teil 1	Begriffe auf dem Gebiet der Alterung von Materialien; Grundbegriffe
DIN 50 320	Verschleiß; Begriffe, Systemanalyse von Verschleißvorgängen, Gliederung des Verschleißgebietes
DIN 55 350 Teil 11	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Grundbegriffe der Qualitätssicherung
DIN 55 350 Teil 12	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Merkmalsbezogene Begriffe
DIN 55 350 Teil 14	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe der Probenahme
DIN 55 350 Teil 17	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe der Qualitätsprüfungsarten
DIN 55 350 Teil 21	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe der Statistik; Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen
DIN 55 350 Teil 31	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe der Annahmestichprobenprüfung
DIN ISO 9001	Qualitätssicherungssysteme, Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst (Identisch mit ISO 9001 : 1987) EN 29 001 : 1987
DIN ISO 9004	Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätssicherungssystems – Leitfaden (Identisch mit ISO 9004 : 1987) EN 29 004 : 1987
DIN IEC 300	Elektrotechnik; Leitfaden für das Zuverlässigkeitsmanagement Identisch mit IEC 300 Ausgabe 1984

## Weitere Normen

DIN 55 350 Teil 23	Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe der Statistik; Beschreibende Statistik
DIN ISO 9000	Qualitätsmanagement- und Qualitätssicherungsnormen, Leitfaden zur Auswahl und Anwendung (Identisch mit ISO 9000 : 1987) EN 29 000 : 1987
DIN ISO 9002	Qualitätssicherungssysteme, Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Produktion und Montage (Identisch mit ISO 9002 : 1987) EN 29 002 : 1987
DIN ISO 9003	Qualitätssicherungssysteme, Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung bei der Endprüfung (Identisch mit ISO 9003 : 1987) EN 29 003 : 1987

## Frühere Ausgaben

DIN 40 041: 10.67  
DIN 40 042: 06.70  
DIN 40 041 Teil 1: 11.82

## Änderungen

Gegenüber DIN 40 041 T1/11.82 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt vollständig überarbeitet (Einzelheiten siehe Erläuterungen).
- b) Anwendungsbereich erweitert.
- c) „Zuverlässigkeit“ wird als Teil der „Qualität“ verstanden. Damit ergeben sich zahlreiche Bezüge zu den Normen der Reihe DIN 55 350.

## Erläuterungen

Für die Festlegungen in dieser Norm wurden die Erfahrungen angewendet, die mit DIN 40 041 „Zuverlässigkeit elektrischer Bauelemente; Begriffe“, Ausgabe Oktober 1967 und DIN 40 042 „Zuverlässigkeit elektrischer Geräte, Anlagen und Systeme; Begriffe“, Ausgabe Juni 1970 (beide inzwischen zurückgezogen) gesammelt wurden. Auch die Erfahrungen mit DIN 40 041 Teil 1 und DIN 40 041 Teil 2 bis Teil 5 (alle Entwürfe) sind in diese Norm eingeflossen.

Darüber hinaus wurde der derzeitige Stand der nationalen und internationalen Normung der Begriffe auf diesem Gebiet berücksichtigt. Dazu gehören insbesondere DIN 55 350 Teil 11, Teil 12 und Teil 17, ferner IEC 271:1974 (wird z. Z. überarbeitet) und das Kapitel 191 „Reliability, Maintainability and Quality of Service“ des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs IEV (z. Z. Entwurf).

Daraus ergaben sich unterschiedliche Randbedingungen:

- Im nationalen Bereich war die vollständige inhaltliche Übereinstimmung in Überschneidungsbereichen sicherzustellen.
- Im internationalen Bereich war die spätere Harmonisierung bestmöglich, wenigstens durch Widerspruchsfreiheit vorzubereiten.

Die wesentliche Überschneidung im nationalen Bereich besteht beim Begriff „Zuverlässigkeit“ selbst. Da Zuverlässigkeit nach allgemeinem Verständnis ein Teil der Qualität ist, erscheint dieser Begriff folgerichtig auch in Normen der Reihe DIN 55 350 „Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik“. Der Zusammenhang Zuverlässigkeit – Qualität wird in der Definition der Zuverlässigkeit nachdrücklich betont und spiegelt sich auch in der Wortwahl wieder. Dadurch entsteht auf der anderen Seite ein deutlicher Unterschied zum angelsächsischen Begriff „reliability“, der in seinem qualitativen Begriffsinhalt die eingeschränkte Bedeutung „Funktionsfähigkeit“ hat, in seinem quantitativen Begriffsinhalt „Überlebenswahrscheinlichkeit“ (Nr 3.4.5) bedeutet.

Dieses Problem liegt auf der Ebene grundsätzlicher Erwägungen und ist daher nicht auf dem Weg der nationalen Normung, sondern nur im Zug der internationalen Harmonisierung zu lösen.

Die Begriffe „Zustand“ und „Ereignis“ werden in der vorliegenden Norm ausschließlich in Verbindung mit Zuverlässigkeitsbetrachtungen verwendet. Dabei wird der Zustand einer Einheit in Anlehnung an die Betrachtung Markoffscher Prozesse als vektorielle Zusammenfassung der Zustände ihrer Teile gesehen; Ereignisse sind hingegen grundsätzlich mit Zustandsänderungen verknüpft. Insbesondere werden Ereignisse, die die Fähigkeit einer Einheit zur Erfüllung vorgegebener Forderungen unzulässig beeinträchtigen, im Sinne dieser Norm nach Störungen, Versagen und Ausfällen differenziert. An anderer Stelle werden sie teilweise anders benannt, z. B. Störfall (siehe DIN 25 419); Fehlfunktion;

Fehler (in Funktion oder Ereignis, nicht im Sinne von Nr 2.1.4); Schaden.

Grundsätzlich sollte immer, wenn die Beendigung der Fähigkeit zur Erfüllung einer Funktion bemerkt wird, der Ausfallbegriff in der Bedeutung der Definition Nr 2.2.4 angewendet werden, und zwar auch dann, wenn, wie häufig bei komplexen Systemen, der Zeitpunkt des Bemerkens der Funktionsunfähigkeit nicht mit dem wahren Ausfallzeitpunkt identisch ist. Nicht immer läßt sich jedoch die Ursache für eine Funktionsunfähigkeit auf einen Ausfall in diesem engeren Sinne zurückführen. Besonders bei komplexen Systemen mit vielfältig vernetzten Ursache – Wirkungs-Beziehungen muß ein allgemeinerer Begriff gefunden werden, der sich z. B. auch auf den Menschen als Systemkomponente anwenden läßt. Als Ausweg bot sich der im Softwarebereich üblich gewordene Begriff „Versagen“ (Nr 2.2.3) an, der sinnfälliger als der Ausfall auf das beobachtete Systemverhalten bezogen werden kann und den Ausfall einer Hardwareeinheit als Sonderfall mit einschließt.

Bei Ausfallbetrachtungen muß stets sorgfältig auf die Beibehaltung der Betrachtungsebene geachtet werden, um Mißverständnisse zu vermeiden. Tritt z. B. bei einem zweifach redundanten System eine Störung bei einer der beiden redundanten Baugruppen auf, so führt eine Zuverlässigkeitsbetrachtung auf Baugruppenebene zu einer Ausfallaussage für diese Baugruppe, falls die Störungsursache in ihr selbst liegt und die Beanspruchung den zulässigen Rahmen nicht überschreitet. Dagegen ist bei einer Zuverlässigkeitsbetrachtung auf Systemebene kein Ausfall vorhanden, weil die Aufgabe durch die funktionsfähig gebliebene redundante Baugruppe weiterhin ausgeführt wird.

Im Zusammenhang mit den Ausfallaspekten nach Nr 2.3 ist darauf hinzuweisen, daß in der Praxis Ausfallursachen und -auswirkungen in der Regel nicht durch ein einziges Kriterium beschrieben werden kann; vielmehr treten die Kriterien fast in jeder beliebigen Kombination auf. Die angegebenen Gliederungen sind daher nicht als Basis für die Bildung von Zuverlässigkeitskenngrößen gedacht, sondern als Zuordnungskriterien bei Ausfallanalysen.

Daneben trifft man gelegentlich auch die Gliederungsaspekte an:

- Primärausfall
- Sekundärausfall
- zu wertender Ausfall
- nicht zu wertender Ausfall.

Dabei wird im wesentlichen danach unterschieden, ob die Ursache für den Ausfall einer Einheit in dieser selbst liegt oder nicht.

Bei den Begriffen zu den Betriebsphasen (Nr 2.4) wird von dem bekannten Modell einer sogenannten „Badewannenkurve“ der Ausfallrate ausgegangen. Dieses Modell trifft in

der Praxis vielfach mehr oder weniger gut, in einfacher oder modifizierter Form zu. Es lassen sich jedoch auch zahlreiche Fälle anführen, in denen dieses Modell nicht gilt. In diesen Fällen sind die Begriffe daher z. T. nicht anwendbar.

Das Verhältnis der in Nr 3.1 aufgeführten Zeitbegriffe zueinander ist in Bild 1 dargestellt. Die Rolle von Ausfall- bzw. Versagensereignissen innerhalb der Anwendungsdauer wird in diesem Zusammenhang besonders deutlich.

Die Erfahrung zeigt, daß viele Anwender dieser Norm eine Erläuterung der Begriffe unter den Nummern 3.2 bis 3.4 mittels Gleichungen als nützliche Hilfestellung begrüßen würden. Andererseits würde aber eine Gleichungs-Erläuterung bei den Begriffen selbst das Problem entstehen lassen, welche Formelzeichen genormt werden sollen. Deshalb sind nachfolgend irgendwelche Formelzeichen benutzt, ohne daß ihnen damit ein Vorzug vor anderen gleichwertigen gegeben wäre. Die nachfolgenden, in Form einer Tabelle angeordneten Erläuterungen greifen auf die Nummern und Benennungen der Begriffe der Norm zurück.

Bestimmungsfaktoren für Zuverlässigkeitskenngrößen wurden aufgeführt, wenn sie eine aktive Beeinflussung des Betriebsverhaltens durch die Auslegung oder durch die Gestaltung der Betriebsbedingungen beinhalten.

Nicht enthalten sind:

- Qualitätsmerkmale zur Beschreibung zeitunabhängiger Eigenschaften von Einheiten. Solche Qualitätsmerkmale sind beispielsweise die Fehlertoleranz, die Fehlermas-

kierung, die Robustheit und die Korrektheit, die speziell bei Systemen mit Software verwendet werden.

- Konstruktionsmerkmale aufgrund der Anwendung spezieller Konstruktionsprinzipien, wobei insbesondere auf das Fail-safe-Prinzip hinzuweisen ist, durch das gefährliche Ausfallauswirkungen konstruktiv verhindert werden.
- Einflußfaktoren, die sich aus den internen Wechselwirkungen in einem Mensch-Maschine-System ergeben. Hierher gehören z. B. Bedienbarkeit, Interpretierbarkeit von Anzeigen, Falschbedienung usw.

Zuverlässigkeitsprüfungen sind nach Nr 5.1 eine Untergruppe der in DIN 55 350 Teil 17 umfassend definierten Qualitätsprüfungen. Zu jeder Zuverlässigkeitsprüfung gehören (siehe Bild 2):

- vorbereitende Tätigkeiten der Prüfplanung, der Erstellung der Anforderungen und Anweisungen für die Zuverlässigkeitsprüfung (siehe DIN 55 350 Teil 11), sowie der Bereitstellung des Prüfgegenstandes und der Prüfeinrichtung. Der Umfang dieser Vorbereitungsarbeit kann den der Prüfung selbst übersteigen,
- feststellende Tätigkeiten der Ermittlung der Werte von Zuverlässigkeitsmerkmalen, wobei darauf hinzuweisen ist, daß in manchen Fällen die Zuverlässigkeit einer Einheit auch ohne Zuverlässigkeitsprüfung auf indirektem Weg ermittelt werden kann, z. B. durch Beteiligung ihrer

Nr	Begriffs-	Erläuterungen	
	Benennung	Formelzeichen und Gleichungen	Anmerkungen
3.2.1	Anfangsbestand	$n(0)$	Zeitpunkt $t = 0$
3.2.2	Bestand	$n_g(t)$	Zeitpunkt $t$ ; $g = \text{gut}$
3.2.3	Relativer Bestand	$n_g(t)_r = n_g(t)/n(0)$	$r = \text{relativ}$
3.3.1	Ausfallhäufigkeit	$H(\Delta t) = n_g(t_1)_r - n_g(t_2)_r = \{n_g(t_1) - n_g(t_2)\}/n(0)$	$\Delta t = t_2 - t_1 > 0$ Nenner konstant
3.3.2	Ausfallhäufigkeitssumme	$n_s(t)_r = 1 - n_g(t)_r$	$s = \text{schlecht}$
3.3.3	Temporäre Ausfallhäufigkeit	$H(\Delta t)_t = -H(\Delta t)/n_g(t_1)_r = \{n_g(t_1)_r - n_g(t_2)_r\}/n_g(t_1)_r$ $= \{n_g(t_1) - n_g(t_2)\}/n_g(t_1)$	Nenner ist zeitabhängig
3.3.4	Temporäre Ausfallhäufigkeitsdichte	$q(t) = H(\Delta t)_t/(t_2 - t_1)$ oder $q(t) = H(\Delta t)_t/\Delta t$	$\Delta t = t_2 - t_1$
3.4.1	Ausfallrate	$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} [q(t)]$ oder $a(t) = \delta a/P_{\bar{u}}$	$\Delta t = t_2 - t_1$ $\delta a$ siehe 3.4.6 $P_{\bar{u}}$ siehe 3.4.5
3.4.2	Lebensdauerverteilung	$F(L) = P(L \leq t)$	$L = \text{Lebensdauer}$
3.4.3	Mittlere Lebensdauer	$L_m = E\{F(L)\}$	$E = \text{Erwartungswert}$
3.4.4	Ausfallwahrscheinlichkeit	$P_a = \text{Wert}\{F(L = t_b)\}$	$t_b = \text{betrachtete Betriebsdauer}$
3.4.5	Überlebenswahrscheinlichkeit	$P_{\bar{u}} = 1 - P_a$	$P_a + P_{\bar{u}} = 1$
3.4.6	Ausfallwahrscheinlichkeitsdichte	$\delta a = d[F(L)]/dt$	

Auslegung, der Bauweise oder der Komponentenauswahl,

- vergleichende Tätigkeiten zur Feststellung, inwieweit festgelegte Zuverlässigkeitsforderungen erfüllt werden,
- auswertende Tätigkeiten zum Nachweis der Erfüllung von Zuverlässigkeitsforderungen aufgrund von Prüfergebnissen.

Der Zusammenhang zwischen den in Anmerkung 1 zu Nr 5.2 erwähnten Benennungen „Beweis“, „Verifikation“, „Validation“ ist in Bild 2 dargestellt. Es ist darauf hinzuweisen, daß diese Benennungen ein positives Auswertungsergebnis implizieren: von Verifikation oder Validation kann nur dann gesprochen werden, wenn beim Vergleich der Beschaffenheit der Einheit mit der Zuverlässigkeitsforderung in ihren verschiedenen Konkretisierungsstufen (vergleiche Nr 1.6) festgestellt wird, daß die Zuverlässigkeitsforderung nachweislich erfüllt ist.

Die in Nr 5.3 und 5.4 aufgeführten Beanspruchungs- und Anwendungsaspekte treten bei Zuverlässigkeitsprüfungen je nach den Prüfzielen stets in unterschiedlichen Kombinationen auf, wobei sich einzelne Aspekte gegenseitig ausschließen können.

Die Benennungen

Kurzzeitprüfung

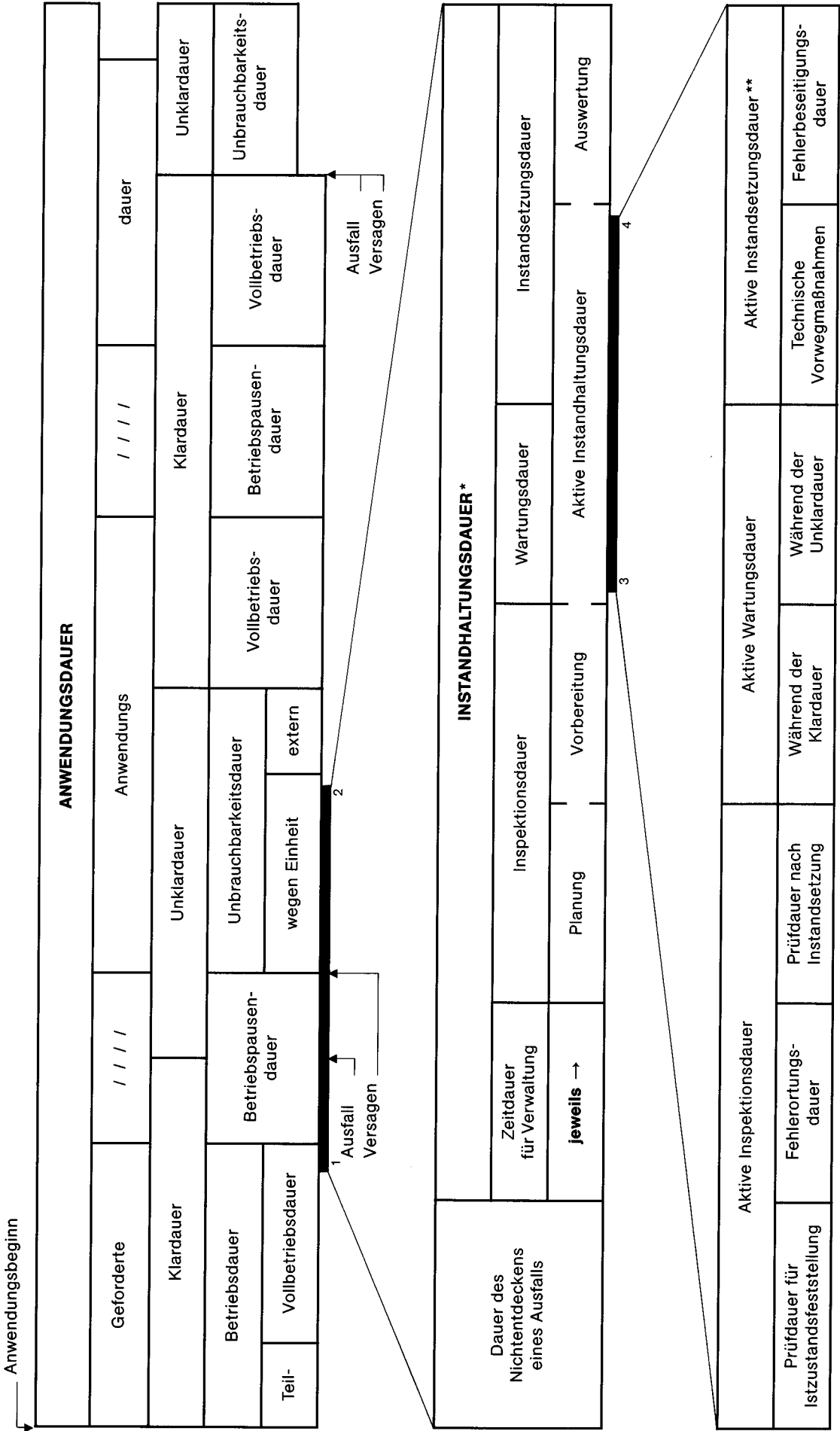
Langzeitprüfung

Prüfung bei konstanter Beanspruchung

Prüfung bei wechselnder Beanspruchung,

die für die Zuverlässigkeit von Bedeutung sind, sind selbst erklärend.

Für spezielle Fachgebiete existieren auf der Basis der hier definierten Grundbegriffe spezielle Systeme von Zuverlässigkeitsbegriffen; diese sollten, sofern nicht bereits geschehen, in ihren Begriffsinhalten mit der vorliegenden Norm harmonisiert werden.



\* Zweckmäßig möglichst in der Betriebspausendauer  
Anmerkung: Achtung! Die Balkenlängen sind nicht Maßstab für die Zeitspannen.

\*\* Während Unbrauchbarkeits- oder Betriebspausendauer  
Bild 1. Zeitbegriffe (aus DIN-Mitt. 68, 1989, Nr 6, S. 329)



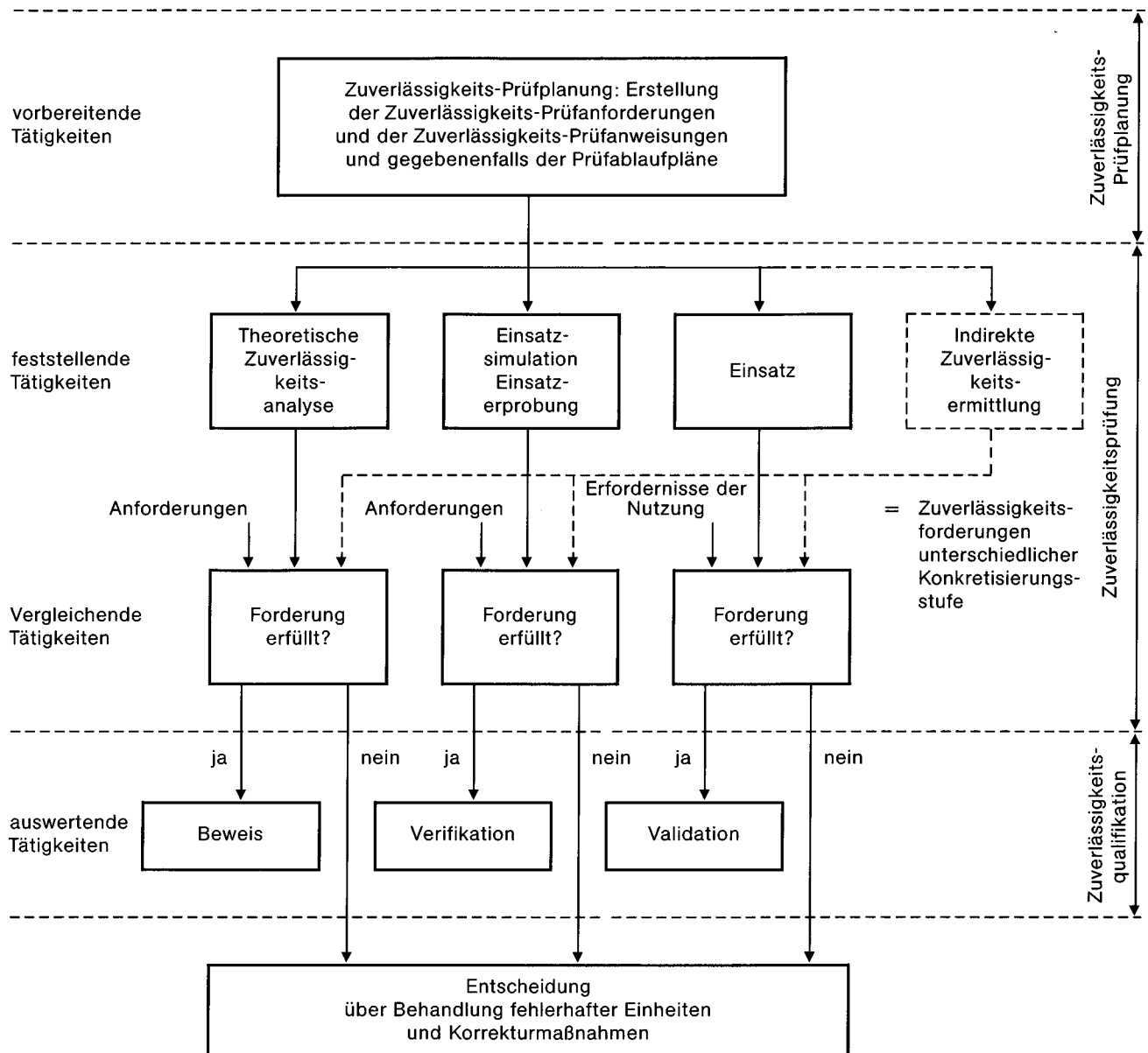


Bild 2. Schritte zur Zuverlässigkeitsprüfung

## Stichwortverzeichnis

Dieses Verzeichnis enthält auch Benennungen, die nur in Anmerkungen vorkommen.

- Abnutzungsausfall** 2.3.3.3
- Abweichung** 2.1.3
- Änderung** 2.2.2
- Änderungsgeschwindigkeit** 2.3.2
- Aktive Redundanz** 4.2.2,  
Anmerkung
- Anfangsbestand** 3.2.1
- Anwendung** 3.1.2
- Anwendungsbeginn** 3.1.4
- Anwendungsdauer** 3.1.3
- Anwendungserprobung** 5.4.2
- Anwendungssimulation** 5.4.1
- Ausfall** 2.2.4
- Ausfallabstand** 3.1.14
- Ausfallaspekte** 2.3
- Ausfallhäufigkeit** 3.3.1
- Ausfallhäufigkeitssumme** 3.3.2
- Ausfallkriterium** 2.2.5
- Ausfallquote** 3.3.4,  
Anmerkung
- Ausfallrate** 3.4.1
- Ausfallsatz** 3.3.2,  
Anmerkung 2
- Ausfallursache** 2.3.3
- Ausfallwahrscheinlichkeit** 3.4.4
- Ausfallzeitpunkt** 2.2.6
- Aussetzbetrieb** 4.4.2
  
- Beanspruchung** 4.1.1
- Beanspruchungsverhältnis** 4.1.2
- Beanspruchbarkeitsfeststellung** 5.3.3
- Beeinträchtigungsumfang** 2.3.1
- Beschaffenheit** 1.2
- Bestand** 3.2.2
- Bestimmungsfaktoren** 4.4
- Betriebsdauer** 3.1.8
- Betriebspause** 3.1.10
- Beweis** 5.2,  
Anmerkung
- Brauchbarkeitsdauer** 3.1.12
- Burn-in** 4.3.1.2
  
- Dauerbetrieb** 4.4.1
- Diversitäre Redundanz** 4.2.7
- Diversität** 4.2.7,  
Anmerkung 2
- Driftausfall** 2.3.2.2
  
- Einbrennen** 4.3.1.2
- Einflußfaktoren** 4
- Einheit** 1.1
- Einlaufen** 4.3.1.1
- Entwurfsbedingter Ausfall** 2.3.3.1
- Ereignis** 2.2.1
- Erfassungsbeginn** 3.1.1
  
- Fehler** 2.1.4
- Fehlerkriterium** 2.1.5
- Fertigungsbedingter Ausfall** 2.3.3.2
- FIT (failure in time)** 3.4.1,  
Anmerkung 2
- Frühausfallphase** 2.4.1
- Funktionsbeteiligte Redundanz** 4.2.2
- Funktionsfähigkeit** 2.1.2
  
- Geforderte Anwendungsdauer** 3.1.7
  
- Heiße Redundanz** 4.2.2,  
Anmerkung
- Homogene Redundanz** 4.2.6
  
- Inspektion** 4.4.6.3
- Instandhaltbarkeit** 3.5.9
- Instandhaltung** 4.4.6
- Instandsetzung** 4.4.6.2
- Instandzusetzende Einheit** 1.1,  
Anmerkung 5
- Intermittierender Ausfall** 2.3.3.4
- Istbeanspruchung** 4.1.1.2
  
- Kalte Redundanz** 4.2.3,  
Anmerkung
- Klardauer** 3.1.5
  
- Lebensdauer** 3.1.11
- Lebensdauerverteilung** 3.4.2
  
- MDT** 3.5.6,  
Anmerkung
- Mittlere Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen** 3.5.3
- Mittlere Klardauer** 3.5.4
- Mittlere Lebensdauer** 3.4.3
- Mittlere Störungsdauer** 3.5.6
- Mittlere Unklardauer** 3.5.5
- Mittlere Betriebsdauer bis zum ersten Ausfall** 3.5.1
- Mittlerer Ausfallabstand** 3.5.2
- Momentane Verfügbarkeit** 3.5.7
- MTBF** 3.5.3,  
Anmerkung 3
- MTTFF** 3.5.1,  
Anmerkung 2
- MUT** 3.5.4,  
Anmerkung 3
  
- Nennbeanspruchung** 4.1.1.1
- Nennlastbetrieb** 4.4.4
- Nicht funktionsbeteiligte Redundanz** 4.2.3
- Nichtinstandzusetzende Einheit** 1.1,  
Anmerkung 5
  
- Operationspfad** 4.2.4
  
- Passive Redundanz** 4.2.3,  
Anmerkung
- Phase konstanter Ausfallrate** 2.4.2
  
- Qualität** 1.3
  
- Raffungsfaktor** 5.3.2
- Redundanz** 4.2.1
- Relativer Bestand** 3.2.3
- Run-in** 4.3.1.1
  
- Sortierprüfung** 4.3.2
- Spätausfallphase** 2.4.3
- Sprungausfall** 2.3.2.1
- Standby – Redundanz** 4.2.3,  
Anmerkung
- Stationäre Verfügbarkeit** 3.5.8
- Störung** 2.1.6
- Störungsdauer** 3.1.9
  
- Teilausfall** 2.3.1.2
- Temporäre Ausfallhäufigkeit** 3.3.3
- Temporäre Ausfallhäufigkeitsdichte** 3.3.4

Überlastbetrieb 4.4.3  
 Überlebenswahrscheinlichkeit 3.4.5  
 Unklardauer 3.1.6  
 Unterlastbetrieb 4.4.5

Validation 5.2,  
 Anmerkung  
 Verfügbarkeit, momentane 3.5.7  
 Verfügbarkeit, stationäre 3.5.8  
 Verifikation 5.2,  
 Anmerkung  
 Vermaschte Redundanz 4.2.5  
 Versagen 2.2.3  
 Vollaussfall 2.3.1.1  
 Voraltern 4.3.1

Wartung 4.4.6.1

Zeitspanne bis zum ersten Ausfall 3.1.13  
 Zeittraffende Zuverlässigkeitsprüfung 5.3.1  
 Zerstörende Zuverlässigkeitsprüfung 5.3.4  
 Zustand 2.1.1  
 Zuverlässigkeit 1.4  
 Zuverlässigkeits-Dauerprüfung 5.3.5  
 -forderung 1.6  
 -kenngroße 1.5.1  
 -lernprozeß 4.5.3  
 -merkmal 1.5  
 -parameter 1.5.2  
 -prüfung 5.1  
 -qualifikation 5.2  
 -verbesserung 4.5.2  
 -wachstum 4.5.1

## Internationale Patentklassifikation

G 07 C 3/14