



# Lebensdauerprognose von modernen Verbrauchszählern

*In Zusammenarbeit TU Ilmenau, PTB und  
AMI e.V.*

Tino Almeroth  
TU Ilmenau  
FG Qualitätssicherung/Bildverarbeitung

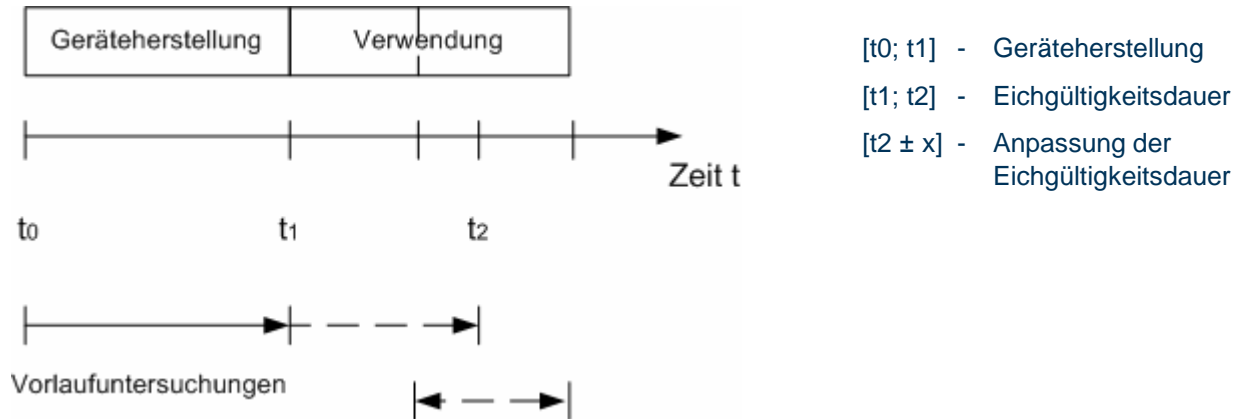
Braunschweig, 24.11.2010

## Agenda

- Ziel und Nutzen
- Verfahren zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer
- Zuverlässigkeitsbasierte Methoden
- Auftretende Ausfallformen
- Vorgehensweise Lebensdauerprognose
- Ergebnis und Erkenntnisse

## Ziel und Nutzen

- Ziel: Bestimmung angemessener Eichgültigkeitsdauern

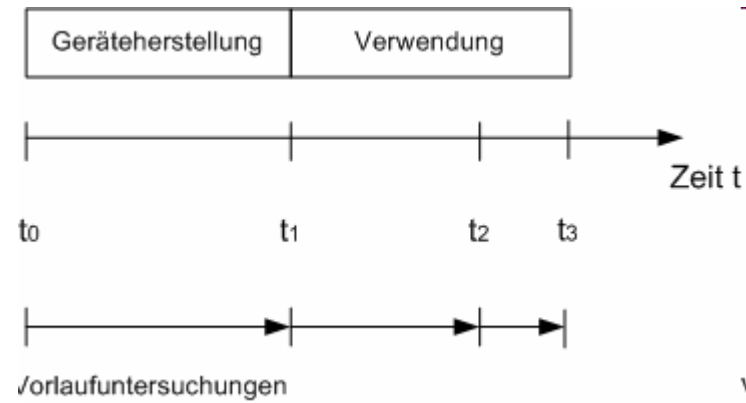


- Nutzen:
  - Vermeidung erhöhter Fehlmesskosten
  - Berücksichtigung gerätespezifischer Eigenschaften
  - Präventive Qualitätssicherung
  - Einheitliche Vorgehensweise (Standardisierung)

# Verfahren zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer

## Attributstichprobenprüfung

- bisheriges Verfahren zur Verlängerung der Eichgültigkeit



# Verfahren zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer

## Attributstichprobenprüfung

- bisheriges Verfahren zur Verlängerung der Eichgültigkeit

### *Eigenschaften:*

- Feststellen Annehmbarkeit eines Loses
- Stichprobenprüfung anhand qualitativer Merkmale

### *Vorteil:*

- geringerer Aufwand im Vergleich zur 100 % - Prüfung

### *Nachteil:*

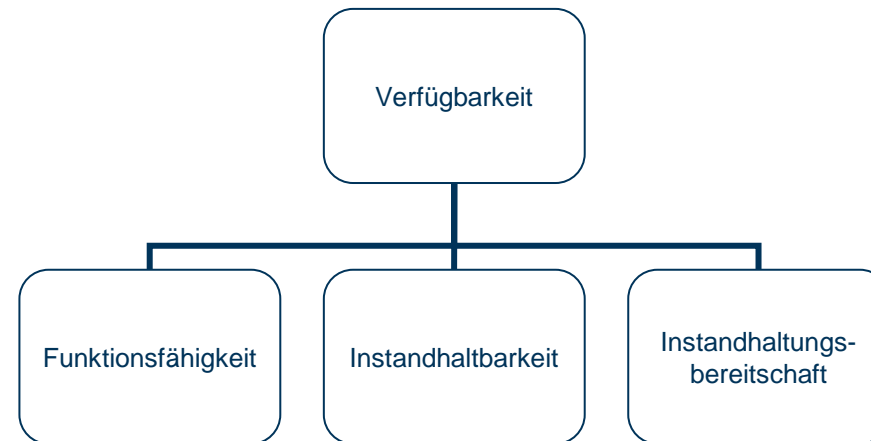
- Risiken zur Annehmbarkeit des Loses durch statistische Unsicherheit
- Keine Berücksichtigung gerätespezifischer Charakteristika
- Keine Berücksichtigung von Feldausfällen während der Eichgültigkeitsdauer

### *Potenzial:*

- Quantifizierung der Qualitätsmerkmale (Trendaussagen zur abweichungsbedingten Lebensdauerschätzung)

## Zuverlässigkeitsbasierte Methoden

- Begriffsdefinition Zuverlässigkeit:



Quelle: in Anlehnung  
an IEC 60050-191

### *Vorteile:*

- Berücksichtigung gerätespezifischer Charakteristika unter Anwendung Stichprobenprüfung
- Identifizierung von Schwachstellen

### *Nachteil:*

- Risiken zur Annehmbarkeit des Loses durch statistische Unsicherheit

### *Potenzial:*

- Ableitung der Lebensdauergesetze anhand der Schätzung von Lebensdauerkenngößen
- Berücksichtigung von Feldausfällen

## Auftretende Ausfallformen

- Ausfall: Auftreten mindestens einer Ausfallform

(1) Qualitativen Ausfall (funktional)

(2) Quantitativen Ausfall (messtechnisch)

→ für die Lebensdauer  $t_{LD}$  ergibt sich folgende Definition:

$t_{LD(R)}$  = zeitl. Min (quantitativen Ausfall; qualitativen Ausfall)

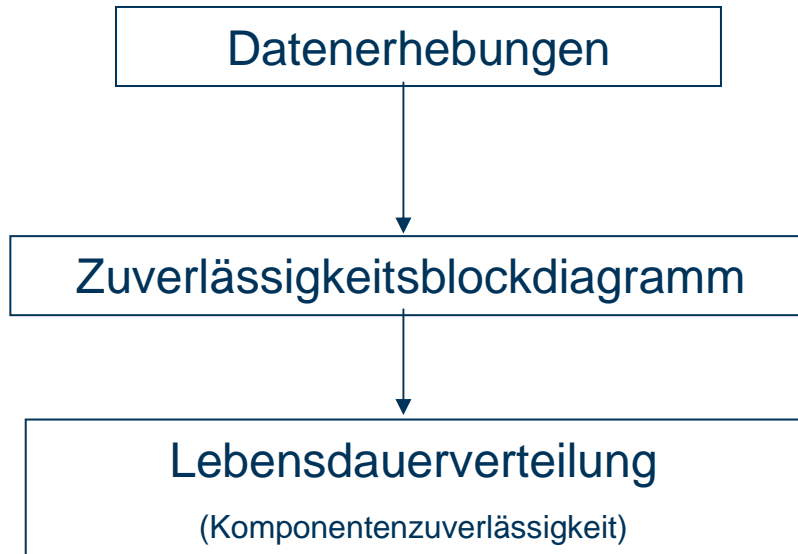
## Vorgehensweise der Lebensdauerprognose - Einführung

- Definition von **Funktionskomponenten**, die für die Gesamtfunktion des Verbrauchszählers notwendig sind (Funktionsstruktur, morpholog. Kasten)
- Bestimmung der **Zuverlässigkeiten  $R(t)$**  der Funktionskomponenten (Datenerhebung)
- Aufbau des **Zuverlässigkeitsblockdiagramms**
- Unter der Annahme **unabhängiger Ausfallarten** (Mischform: konkurrierender Risiken, Vgl. DIN EN 61649) sind die Zuverlässigkeiten zu multiplizieren bei einer reinen seriellen Struktur
- **Clusterbildung** nach spezifischen Merkmalen zur Reduktion des Aufwandes

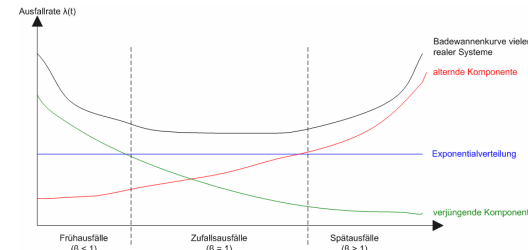
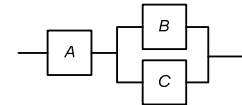
*Ergebnis:* modulare Vorgehensweise (Flexible Reaktion auf Erweiterungen in der Zählerstruktur)



# Vorgehensweise der Lebensdauerprognose - Ablauf

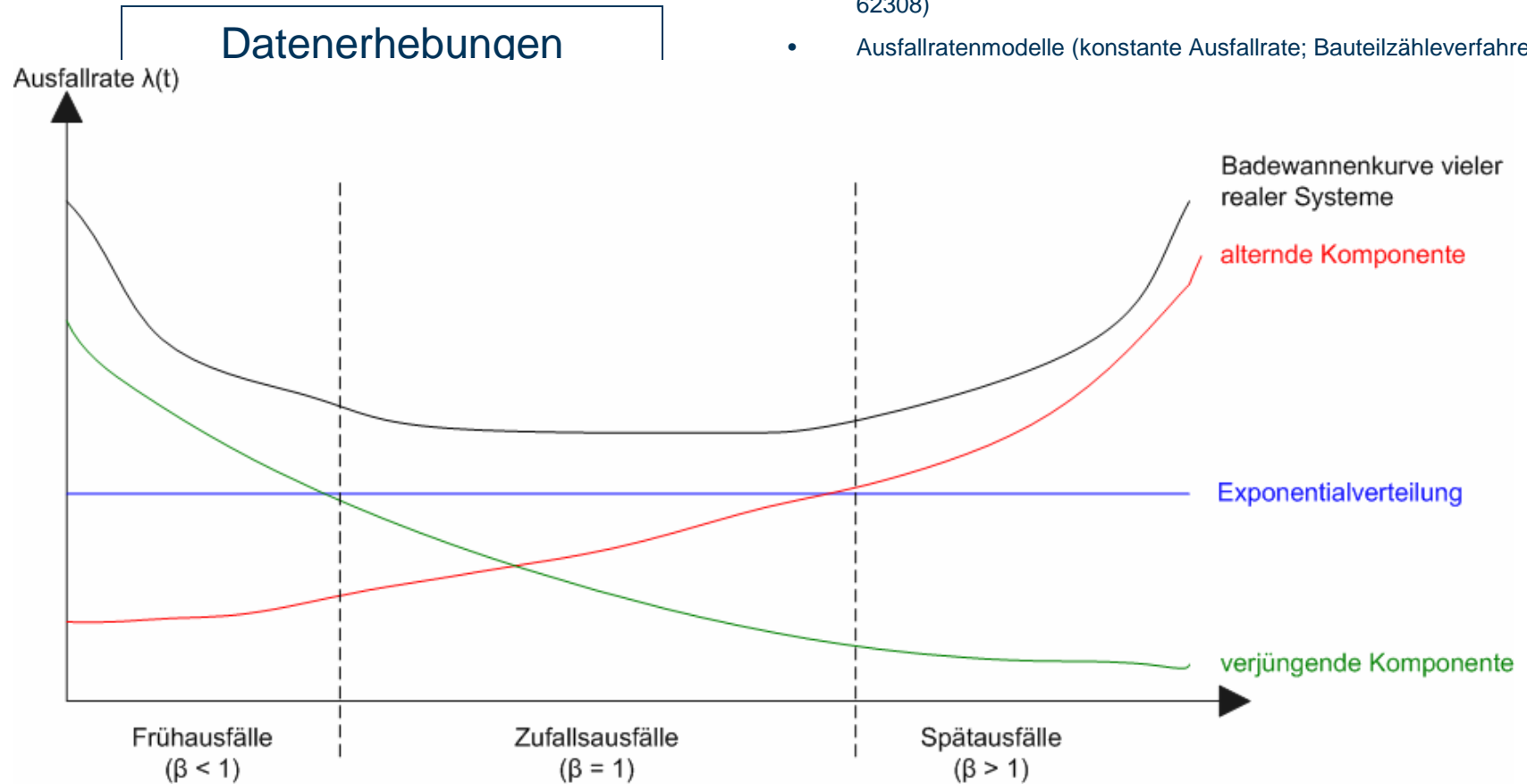


- Vorkenntnissen (Transformationsfaktor, Ähnlichkeitsanalyse DIN EN 62308)
- Ausfallratenmodelle (konstante Ausfallrate; Bauteilzählverfahren und Bauteilbelastungsmethode)
- Zeitraffenden Zuverlässigkeitstests (DIN IEC 62506) (Lebensdauerbeanspruchungsmodelle)
- Begleitende Registrierung (Zeitraum- und Zeitpunktbetrachtung)

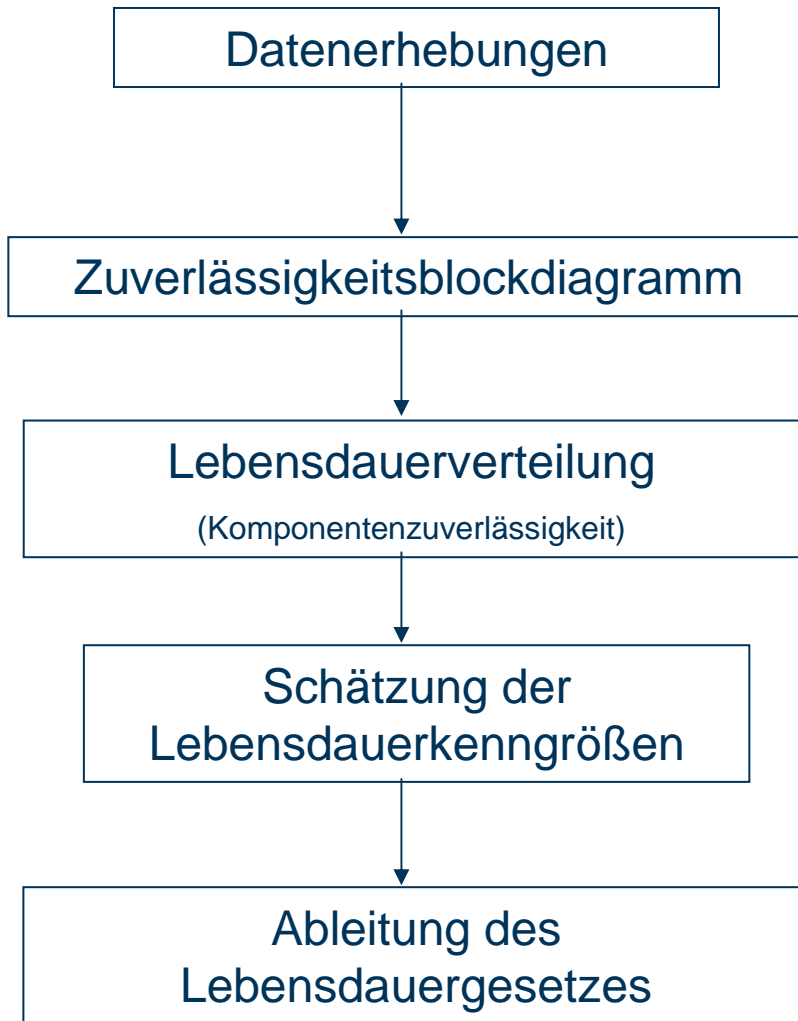


# Vorgehensweise der Lebensdauerprognose - Ablauf

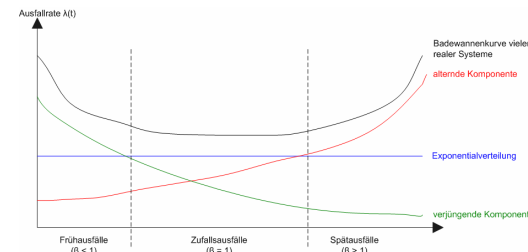
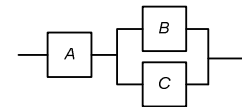
- Vorkenntnissen (Transformationsfaktor, Ähnlichkeitsanalyse DIN EN 62308)
- Ausfallratenmodelle (konstante Ausfallrate; Bauteilzählverfahren)



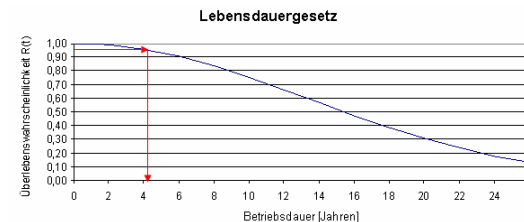
# Vorgehensweise der Lebensdauerprognose - Ablauf



- Vorkenntnissen (Transformationsfaktor, Ähnlichkeitsanalyse DIN EN 62308)
- Ausfallratenmodelle (konstante Ausfallrate; Bauteilzählverfahren und Bauteilbelastungsmethode)
- Zeitraffenden Zuverlässigkeitstests (DIN IEC 62506) (Lebensdauerbeanspruchungsmodelle)
- Begleitende Registrierung (Zeitraum- und Zeitpunktbetrachtung)

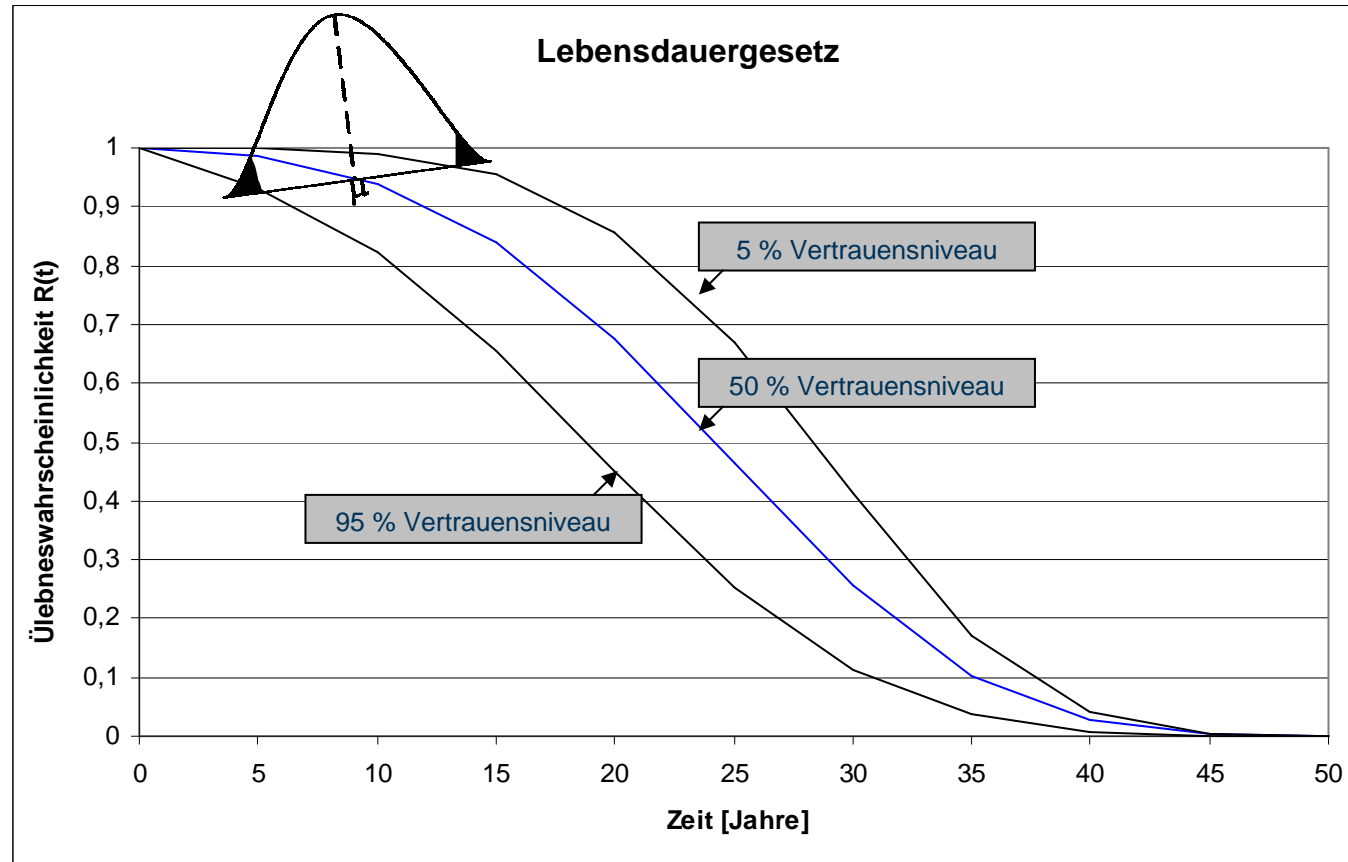


- Graphische und numerische Verfahren
- Überprüfung der Einpassung
- Bestimmung von Vertrauensbereichen



## Lebensdauergesetz (Beispiel)

- Lebensdauergesetz unter Einbeziehung des Vertrauensniveaus



## Ergebnis und Erkenntnisse

- Verfahren zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer berücksichtigt keine Feldausfälle
- Lebensdauerprognose ist abhängig von der Informationsbasis und deren Aussagesicherheit
- Weibull-Analyse ist zur Lebensdauerprognose eine geeignete Methode
- Funktionskomponenten werden Lebensdauerkenngößen zugeordnet (morphologischer Kasten)
- Anwendung verschiedener Datenerhebungsmöglichkeiten (kombinierter Ansatz)
  - Bspw.: Vorlaufuntersuchungen mit Hilfe der beschleunigten Prüfung und Anpassung der Lebensdauerkennwerte durch den Feldeinsatz
- Erreichen eines bestimmten Qualitätsniveau ermöglicht längeren Messeinsatz

# Quellenverzeichnis

- Bertsche, B et al.: Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme – Grundlagen und Bewertung in frühen Entwicklungsphasen; Springer-Verlag Heidelberg/Berlin 2009.
- Birolini, A.: Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme – Theorie, Praxis, Management; 3. Auflage; Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York 1991.
- DIN EN 61649:2009-03: Weibull-Analyse.
- DIN EN 61709:2008-08: Bauelemente der Elektronik - Zuverlässigkeit - Referenzbedingungen für Ausfallraten und Beanspruchungsmodelle zur Umrechnung (Normentwurf).
- DIN EN 62059-31-1:2009-07: Elektrizitätszähler - Zuverlässigkeit - Teil 31-1: Zeitraffende Zuverlässigkeitsprüfung - Temperatur und Luftfeuchte erhöht.
- DIN EN 62059-32-1:2009-03: Elektrizitätszähler - Teil 32-1: Haltbarkeit - Prüfung der Stabilität der metrologischen Eigenschaften unter Anwendung erhöhter Temperatur (Normentwurf).
- DIN EN 62059-41:2007-01: Elektrizitätszähler - Zuverlässigkeit - Teil 41: Zuverlässigkeitsvorhersage.
- DIN EN 62308:2007-07: Zuverlässigkeit von Geräten - Verfahren zur Zuverlässigkeitsbewertung.
- DIN IEC 62506:2010-02: Verfahren für beschleunigte Produktprüfungen (IEC 56/1345/CD:2009).
- Kahmann, M.; Zayer, P.: Handbuch Elektrizitätsmesstechnik; VWEW Energieverlag Frankfurt am Main 2003.
- Krolo, A. (Diss.): Planung von Zuverlässigkeitstests mit weitreichender Berücksichtigung von Vorkenntnissen; Institut für Maschinenelemente der Universität Stuttgart 2004.
- Linß, G.: Qualitätsmanagement für Ingenieure; 2. Auflage; Carl Hanser Verlag München/Wien 2005.
- Military Handbook 217F: Reliability Prediction of Electronic Equipment, Ed. F 1991, Not. 2 1995.
- Möllmann, A.-F.-D. (Diss.): Probabilistische Untersuchung von Hochwasserschutz-deichen mit analytischen Verfahren und der Finite Elemente Methode; Institut für Geotechnik der Universität Stuttgart 2009.
- PTB-Mitteilung 110: Verfahren zur Stichprobenprüfung von Elektrizitätszählern und von elektronischen Zusatzeinrichtungen (2000).
- PTB-Prüfregel, Band 6, Teil M: Eichtechnische Prüfung von Elektrizitätszählern nach § 7h der Eichordnung („MID- Zähler“), 3. Auflage.
- PTB-Technische Richtlinie E43: Prüfungen an gebrauchten Elektrizitätszählern mit elektronischem Messwerk und an elektronischen Zusatzeinrichtungen, Ausgabe 09/93.
- Relex-Reliability Articles: Mixing Reliability Prediction Models Maximizes Accuracy, 2008.
- RELNET YX - Reliability Experts Network: Zuverlässigkeitsprognose von Bauelementen; 11. Europäisches Elektroniktechnologie-Kolleg April 2008.
- VDA-Verband der Automobilindustrie e. V. (Hrsg.): S , Vorgehensmodelle - 2. überarbeitete und erweiterte Auflage 2009, aktualisiert März 2010, Frankfurt a. M.: VDA, 2010 (Band 4).



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !