

SIEMENS

Ingenuity for life

24/7

NEWS

Industry Online Support

Home

Mean Time between Failures (MTBF)

MTBF-Werte

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/16818490>

Siemens
Industry
Online
Support



Dieser Beitrag stammt aus dem Siemens Industry Online Support. Es gelten die dort genannten Nutzungsbedingungen (www.siemens.com/nutzungsbedingungen).

Security-hinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen. Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen nur einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Der Kunde ist dafür verantwortlich, unbefugten Zugriff auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke zu verhindern. Systeme, Maschinen und Komponenten sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn und soweit dies notwendig ist und entsprechende Schutzmaßnahmen (z.B. Nutzung von Firewalls und Netzwerksegmentierung) ergriffen wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Siemens zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Industrial Security finden Sie unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Die Produkte und Lösungen von Siemens werden ständig weiterentwickelt, um sie noch sicherer zu machen. Siemens empfiehlt ausdrücklich, Aktualisierungen durchzuführen, sobald die entsprechenden Updates zur Verfügung stehen und immer nur die aktuellen Produktversionen zu verwenden. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Versionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, abonnieren Sie den Siemens Industrial Security RSS Feed unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrundinformationen zur MTBF.....	3
1.1	Allgemeines.....	3
1.2	Ausfallrate und Ausfallwahrscheinlichkeit	4

1 Hintergrundinformationen zur MTBF

1.1 Allgemeines

Was steht hier?

Die Mean Time Between Failure (MTBF) ist ein statistischer Mittelwert für den störungsfreien Betrieb eines elektronischen Gerätes. Durch die Angabe dieses statistischen Wertes in Jahren, wird dieser oft fälschlicher Weise als Lebensdauer (bzw. Gebrauchsdauer) der Komponente interpretiert. Im Folgenden wird daher gezeigt,

- was unter Lebensdauer und MTBF zu verstehen ist
- wie mit Hilfe der MTBF die Ausfallwahrscheinlichkeit ermittelt werden kann.

Was wird unter Lebensdauer (bzw. Gebrauchsdauer) verstanden?

Die Lebensdauer (bzw. Gebrauchsdauer) ist die Zeit, für die ein Gerät oder eine Baugruppe konstruktiv ausgelegt ist. Es handelt sich also um die Zeit bis zum Beginn der Verschleißphase, durch ein physikalisches Gesetz oder durch Alterung aufgrund chemischer Reaktionen. Bei Geräten mit elektromechanischen Teilen (Relais) wird die Lebensdauer im Wesentlichen von der Anzahl Schaltspiele und der angeschlossenen Last bestimmt.

Was wird unter MTBF verstanden?

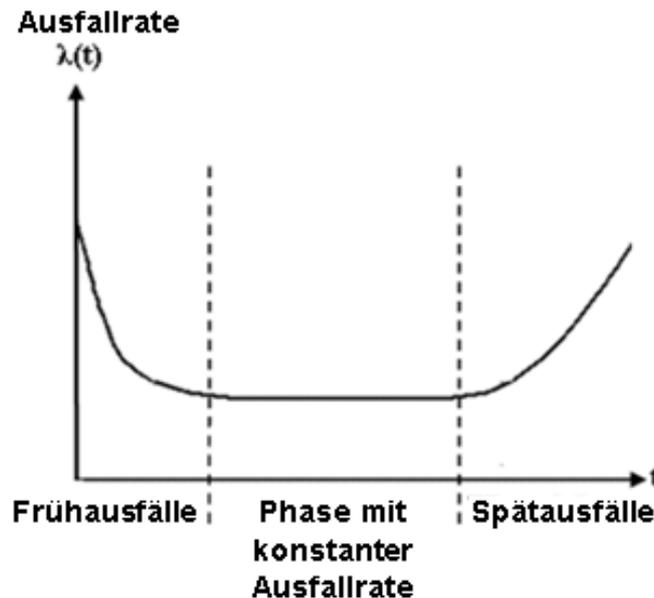
Die MTBF gilt nicht für eine einzelne Komponente, sondern stellt einen statistischen Mittelwert für die durchschnittliche Zeit, zwischen zwei Zufallsausfällen, während der normalen Gebrauchsdauer, dar. Die MTBF bezieht sich immer auf die Phase mit konstanter Ausfallrate (d. h. ohne Früh- und Spätausfälle) und ist nur dort gültig (siehe Bild "Badewannenkurve").

Je höher die MTBF, desto seltener fällt die entsprechende Komponente aus bzw. desto zuverlässiger ist sie. Unter Zuverlässigkeit versteht man gemäß DIN 40041 die "Beschaffenheit einer Funktionseinheit bzgl. ihrer Fähigkeit, während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei festgelegten Betriebsbedingungen die Zuverlässigkeitsanforderungen zu erfüllen." Es ist zu beachten, dass zusätzlich zum MTBF-Wert die zugrunde gelegten Umgebungs- und Funktionsbedingungen (insbesondere die Temperatur), die Ausfallkriterien sowie die Geltungsdauer des Wertes angegeben und betrachtet werden müssen. Wird ein Gerät außerhalb seiner Spezifikation betrieben (z.B. bei stark erhöhter Umgebungstemperatur oder ist es massiven EMV-Belastungen ausgesetzt), so gelten die MTBF-Werte nicht mehr und es kann zu gehäuften Ausfällen kommen.

1.2 Ausfallrate und Ausfallwahrscheinlichkeit

Badewannenkurve

Der Kehrwert der MTBF, die ein Maß für die Zuverlässigkeit einer Komponente darstellt, ist die Ausfallrate λ . Das Auftragen der statistischen Ausfallrate λ über der Zeit t führt zu der nachfolgend gezeigten Badewannenfunktion (Badewannenkurve):



Ausfallrate

Ausfallraten haben die Dimension $1/\text{Zeiteinheit}$. Für einzelne Bauelemente wird auch oft der Begriff FIT (failures in time) verwendet. Dieser beschreibt eine Ausfallrate, bezogen auf eine entsprechende Zeitbasis: $1 \text{ FIT} = 10^{-9} \text{ h}^{-1}$.

Die Phase der Frühausfälle wird zum größten Teil durch fehlerhafte Komponenten geprägt, die während der Herstellung erkannt werden und dem Anwender letztendlich nicht zur Verfügung stehen. Die Phase der Spätausfälle wird vorwiegend durch den Verschleiß der Komponenten bestimmt. Die Phase mit konstanter Ausfallrate stellt die Nutzungszeit der Komponente dar. In dieser Zeit kann von einem definierten (konstanten) Ausfall der Komponenten ausgegangen werden.

Ausfallwahrscheinlichkeit

Um die Ausfallwahrscheinlichkeit von elektronischen und elektrotechnischen Komponenten zu bestimmen, lässt sich die Exponentialverteilung anwenden. Dort gilt:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Dabei ist

- $F(t)$ die Ausfallwahrscheinlichkeit
- λ die Ausfallrate in 1/Zeiteinheit (z. B. 1/h)
- t die betrachtete Lebensdauer (z. B. h)

Dieser Zusammenhang gilt nur für die Phase mit konstanter Ausfallrate der Badewannenkurve, also für $\lambda = \text{konstant!}$ Unter dieser Voraussetzung gilt für die MTBF folgende Beziehung:

$$\text{MTBF} = 1 / \lambda \text{ oder } \lambda = 1 / \text{MTBF}$$

Ersetzt man nun die Ausfallrate λ in $F(t)$ ergibt sich:

$$F(t) = 1 - e^{-t/\text{MTBF}}$$

Somit lässt sich mit der vom Hersteller angegebenen MTBF auf einfache Weise, unter der Annahme einer konstanten Ausfallrate, die Ausfallwahrscheinlichkeit von Komponenten errechnen.

Beispiel

Nach einem Jahr Liefereinsatz befinden sich 20.000 Komponenten mit einer MTBF von 60 Jahren im Feld. Wie hoch ist die Ausfallwahrscheinlichkeit der Komponenten?

Mit $F(t) = 1 - e^{-t/60}$ mit $t=1\text{a}$ und $\text{MTBF}=60\text{a}$ ergibt sich:

$F(t) = 0,0165$, d. h. die Ausfallwahrscheinlichkeit der Komponenten beträgt 1,65%. Bei den angenommenen 20.000 Komponenten heißt das: Statistisch gesehen dürfen 330 Komponenten innerhalb eines Jahres ausfallen. Die Praxis hat allerdings gezeigt, dass insbesondere bei elektronischen Komponenten, die tatsächlichen Ausfälle wesentlich geringer sind.