



Mathematische Bestimmung der Ausfallraten von Baugruppen und Systemen
Mathematische Betrachtung, MTBF-Berechnung

SGS CTS CQE LW&SS
Dr. Maksim Gladkov System Reliability

WHEN YOU NEED TO BE SURE

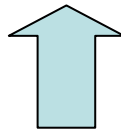
SGS



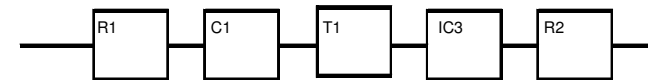
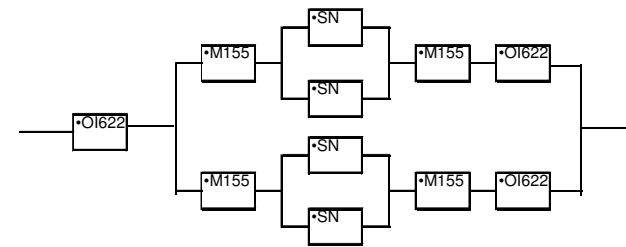
- **Klassifikation der Beschreibungsebenen der Zuverlässigkeitsanalyse**
- **Übersicht Betrachtungsebenen**
 - Komponentenebene
 - Systemebene
- **Verlauf der Ausfallrate**
- **Berechnung der Ausfallraten und MTBF**
 - Grobprognose
 - Feinprognose
- **Übersicht über das Service-Portfolio**



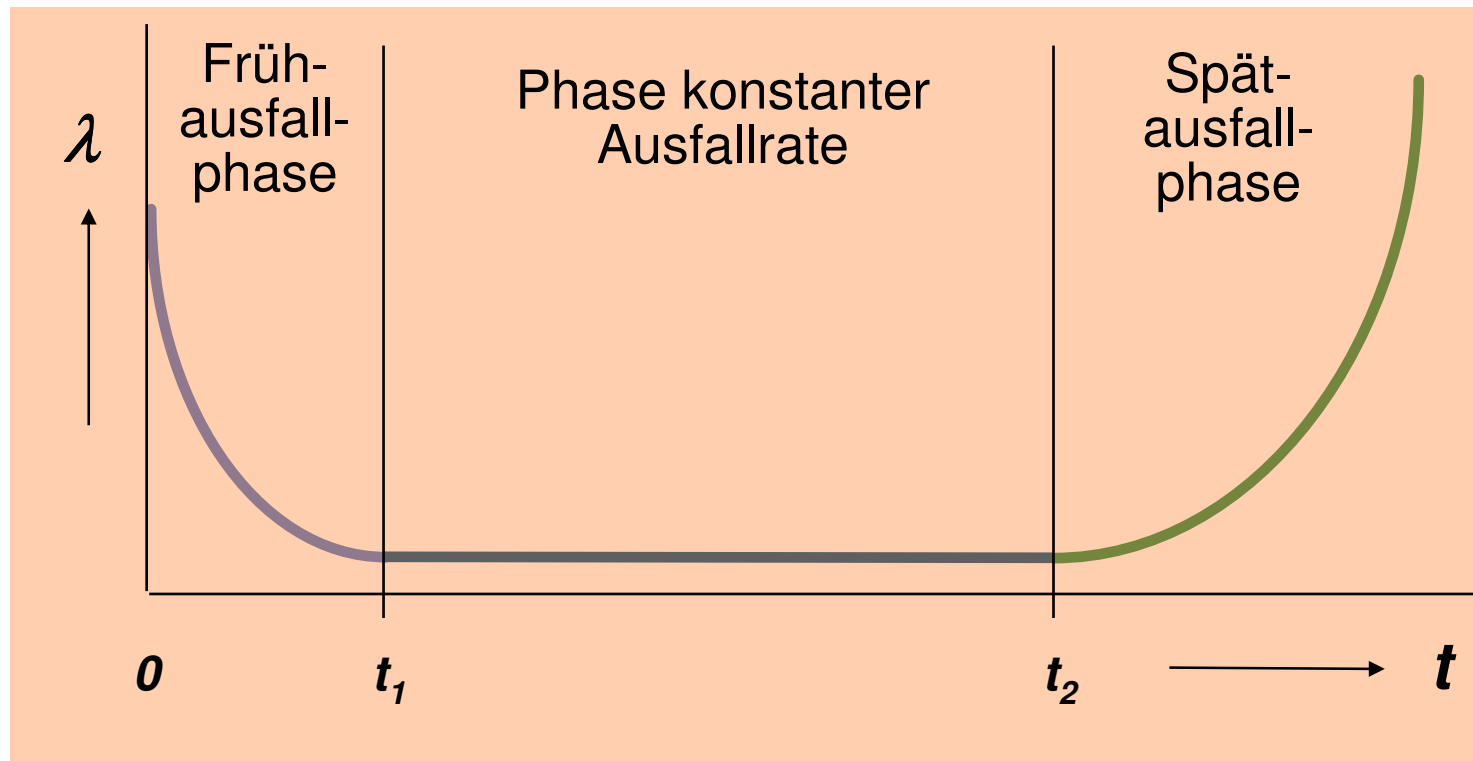
Zuverlässigkeit auf Systemebene



Zuverlässigkeit auf Komponentenebene



Die "Badewannenkurve"





- als interner Unternehmensstandard entwickelt
- Erste Ausgabe datiert auf 1978
- weltweit von den meisten Siemens Gruppen genutzt
- weit reichender Einsatz auch außerhalb des Unternehmens
- grundsätzlich zur Berechnung von Siemens Telekommunikationssystemen eingesetzt
- weltweit von Kunden geschätzt
- in voller Übereinstimmung mit EN/IEC 61709

Siemens-Methode zur Berechnung der Fehlerrate

| | | |
|-------------|------------|---|
| Part | 1: | Allgemeines |
| Part | 2: | integrierte Schaltkreise |
| Part | 3: | diskrete Halbleiter |
| Part | 4: | passive Bauelemente |
| Part | 5: | elektrische Verbindungsstellen, Steckverbinder |
| Part | 6: | zurückgezogen |
| Part | 7: | Relais |
| Part | 8: | zurückgezogen |
| Part | 9: | Schalter und Tasten |
| Part | 10: | Melde- und Signallampen |
| Part | 11: | Schutze |
| Part | 12: | optische Bauelemente |
| Part | 13: | zurückgezogen |
| Part | 14: | zurückgezogen |
| Part | 15: | elektromechanische Schutzgeräte |

$$\lambda = \lambda_{ref} \times \pi_1 \times \pi_2 \times \dots \times \pi_n$$

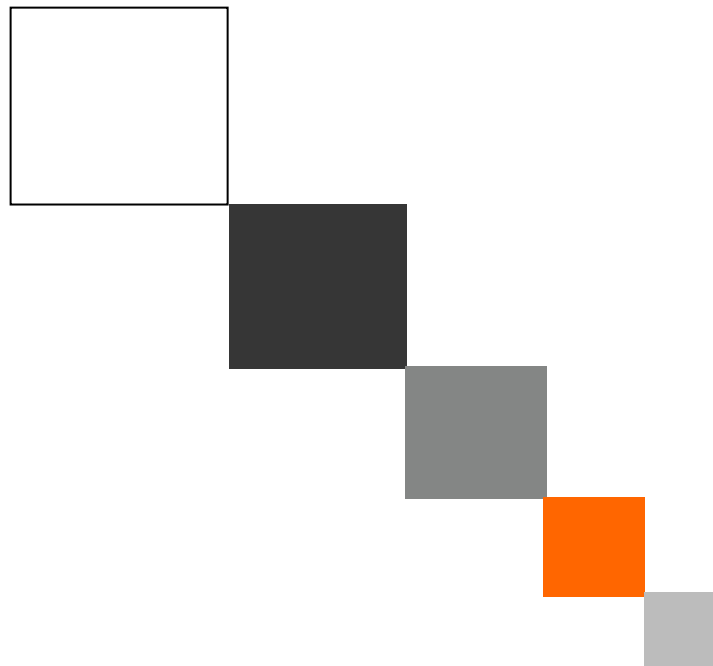
- π_U Spannungsabhängigkeitsfaktor
- π_I Stromabhängigkeitsfaktor
- π_T Temperaturabhängigkeitsfaktor
- π_W Aussetzbetriebsfaktor
- π_D Driftempfindlichkeitsfaktor
- π_Q Faktor für Kondensator-Qualität
- π_L Lastabhängigkeitsfaktor (Relais)
- π_S Schalthäufigkeit (Relais)
- π_K Faktor für Ausfallkriterium (Relais)
- π_F Faktor für Frühausfallphase

$$\pi_T = \frac{A \cdot e^{Ea_1 \cdot z} + (1 - A) \cdot e^{Ea_2 \cdot z}}{A \cdot e^{Ea_1 \cdot z_{ref}} + (1 - A) \cdot e^{Ea_2 \cdot z_{ref}}}$$

with $z = 11605 \cdot \left(\frac{1}{T_{U,ref}} - \frac{1}{T_2} \right)$ in $\frac{1}{eV}$ and $z_{ref} = 11605 \cdot \left(\frac{1}{T_{U,ref}} - \frac{1}{T_1} \right)$ in

- A Konstante
- Ea_1, Ea_2 Aktivierungsenergie in eV
- $T_{U,ref}$ Referenz-Umgebungstemperatur in K
- T_1 Referenz-Ersatzsperrschichttemperatur*) in K
- T_2 tatsächliche Ersatzsperrschichttemperatur*) in K

*) abhängig vom Typ der Komponente (siehe SN 29500, Part 1, Kap. 4.3)



Stückliste vom Kunden (Excel)
Evtl. einige Datenblätter



Grobprognose / Parts Count



Rückmeldeformular an Kunden und zurück an CQE



Feinprognose / Part Stress
mit Berücksichtigung der individuellen Belastung der Komponenten

Ausfallraten und **MTBF** für elektronische Module und Geräte, entsprechend der Berechnungsmethoden

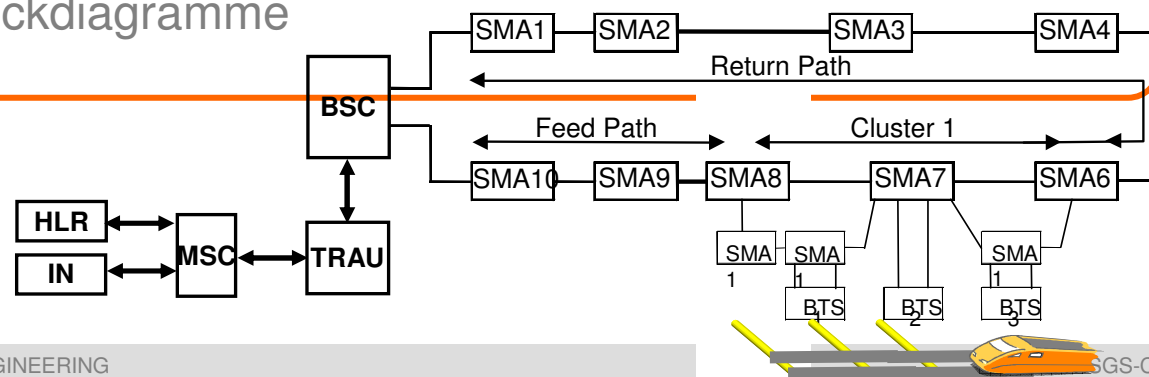
- EN /IEC 61709
- SN 29500
- MIL-HDBK-217F

Die Berechnung wird mit Hilfe des Softwarepakets EXAR ausgeführt

Berechnung der erwarteten **Systemverfügbarkeit**

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

- Fehlerbaumanalyse
- Zuverlässigkeits-Blockdiagramme
- Markov-Methode





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

SGS Germany GmbH

Dr. Maksim Gladkov

Hofmannstr. 50 · D-81359 München

Telefon: +49 (0)787 475 240

Telefax: +49 (0)787 475 217

Internet: www.sgs-cqe.de

E-Mail: maksim.gladkov@sgs.com

WHEN YOU NEED TO BE SURE

SGS