

Fehlertolerante Systeme

Sommersemester 2021
(LV 7201)

donnerstags, 14:15 bis 15:45

Prof. Dr. Bernhard Geib

Strukturierter Einstieg in das Thema **Funktionssicherheit**, **Zuverlässigkeitstechnik** und **fehlertolerante Systeme**

- Herausstellung von **Fehlertoleranzmaßnahmen**, die ein System weniger fehleranfällig machen gegenüber äußeren Einflüssen, inhärenten Schwachstellen und Fehlverhalten
- Vermittlung der Fähigkeiten beurteilen zu können, welche Kombination von Einzelkomponentenfehlern innerhalb welcher Zeitdauer zu **Systemausfällen** führen
- Fragestellungen der **Fehlervermeidung** und **Fehlerisolierung** diskutieren sowie deren Vor- und Nachteile gegenüberstellen

Drei Hauptaspekte der FTS

Fehlerbetrachtung

- Fehlerarten
- Fehlerlokalisierung und -behandlung
- Fehlerredundanz
- Fehlermodelle

Modellierung des Ausfallverhaltens

Fehlertoleranzmaßnahmen

- Strukturelle Redundanz
- Funktionelle Redundanz
- Informationsredundanz
- Zeitredundanz

Gegenmaßnahmen und Sicherheitsvorkehrungen

Zuverlässigkeitsberechnung

- Lebensdauer
- Überlebenswahrscheinlichkeit
- Verfügbarkeit
- Safety Integrity Level

Sicherheitsanalyse und Evaluation

1. Einführung in die Thematik
 2. Grundlagen fehlertoleranter Rechensysteme
 3. Graphische Hilfsmittel und systemtheoretische Grundlagen
 4. Verfügbarkeit einfacher und vermaschter Systemstrukturen
 5. Darstellung und Implementierung von Fehlertoleranzverfahren
-

-
- alle technischen Systeme nur begrenzte Lebensdauer
 - nur unbedingt notwendige Anzahl von Systemkomponenten
 - eine regelmäßige Wartung scheidet in vielen Fällen aus
 - eine Reparatur bedingt Zeitverzögerungen und Kosten

**⇒ bei fehlender Redundanz kommt es
zwangsläufig zum Systemausfall**

Fehlertoleranz

- Fähigkeit eines Systems, mit einer begrenzten Zahl fehlerhafter Teile bzw. Komponenten "leben" zu können.
- Erfordert im allgemeinen zusätzliche funktionale, strukturelle und/oder logische Mittel, d. h. den Einsatz von **Redundanz**.

tolerant *lat.* (duldsam, nachsichtig, versöhnlich)

redundant *lat.* (überflüssig, überreichlich, überzählig)

Beispiele für Fehlertoleranz:

- Biologische Organismen (Organe paarweise vorhanden)
- Technische Systeme (Zweikreisbremssystem im Auto)
- Ökonomische Systeme (Mischkalkulation bei Angeboten)

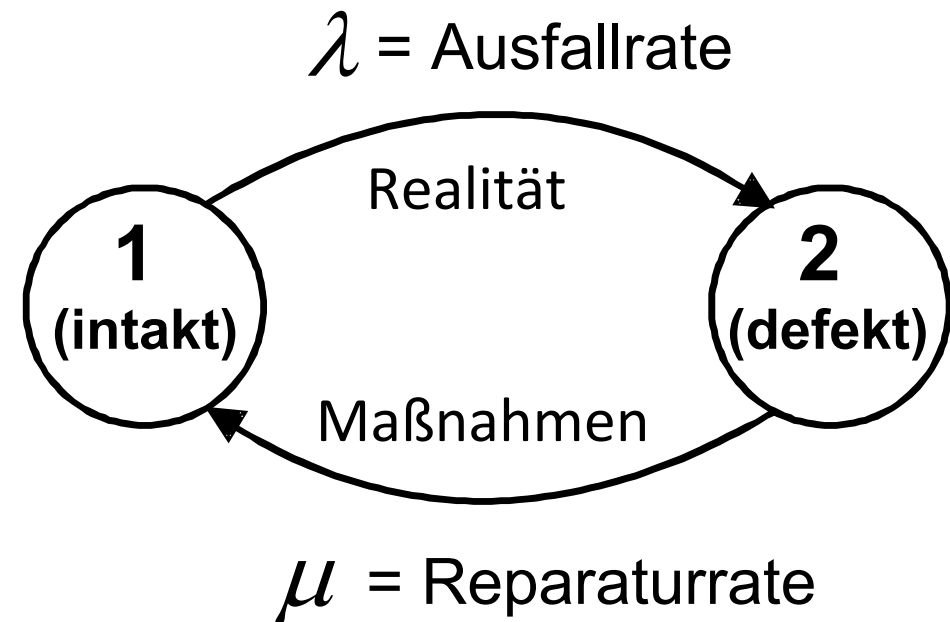
Probleme:

- Fehlende Reparaturmöglichkeiten (z. B. AKW, Satelliten)
 - Kosten und Zeitgründen (Fertigung)
 - Begrenzte Lebensdauer („Materialermüdung“)
-

Modellbildung für ein reparierbares System:

Ausfallursachen:

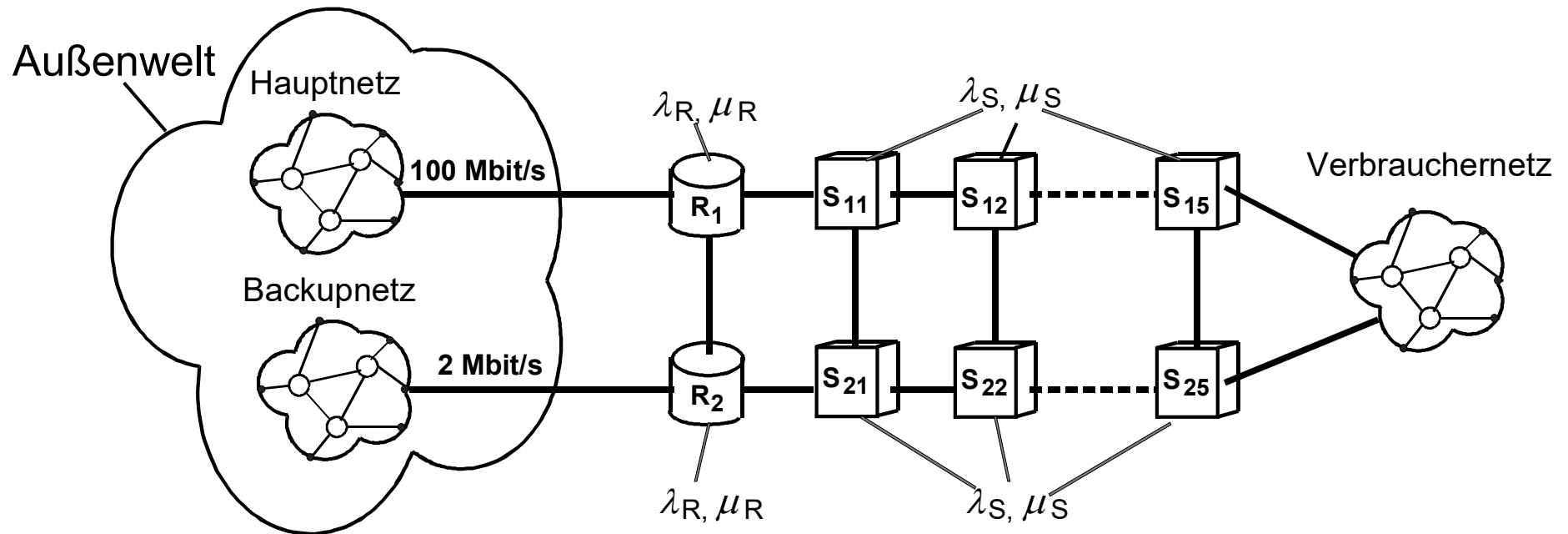
- Alterung
- Materialermüdung
- Abnutzung
- Verschleiß
- Materialdefekte
- Temperaturschwankungen
- Umwelteinflüsse



- Darstellung der grundlegenden Methoden zur Beurteilung von **Redundanzeigenschaften und Fehlertoleranz**
- Einführung in die **Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechnik** (Militär- und Hochsicherheitsbereich, Luft- und Raumfahrt, Flugsicherung, Telefonvermittlungssysteme etc.)
- **Beurteilung**, welche Kombinationen von Einzelkomponentenfehlern zum **Systemfehler** führen
- Verstehen, Klassifizieren, Darstellen und Analysieren von **sicherheitskritischen Problemstellungen**

⇒ Vorlesung + Praktikum ⇒ Leistungsnachweis:

Klausur (100 % als PL) und **Praktikum** (75 % Anwesenheit)



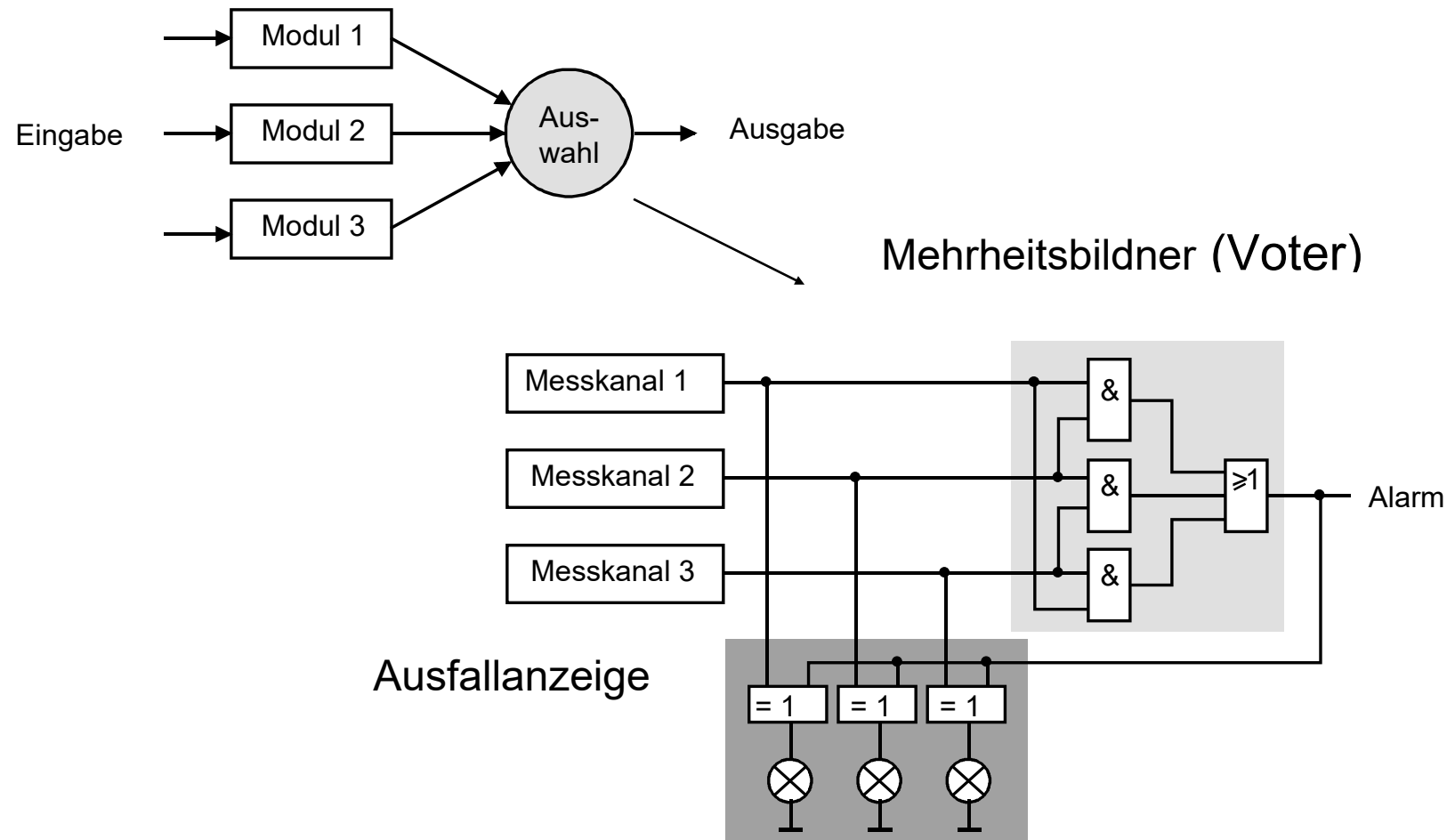
- zuverlässige und ausreichend schnelle IT-Infrastruktur
- Informationsaustausch mit Forschungspartnern
- Netzzugang von jedem Ort aus zwingend erforderlich



**Absturz der Rakete (Ariane 5)
bzw. Fehlsteuerung der Zugtür
aufgrund eines Computerfehlers**

Beispiel

Triple Modular Redundancy



- [1] Görke, W.: Fehlertolerante Rechensysteme, Oldenbourg Verlag, München Wien 1989
 - [2] Schneeweiss, W. G.: Zuverlässigkeitstechnik – von den Komponenten zum System, Datakontext-Verlag, Köln 1992
 - [3] Birolini, A: Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme, Springer-Verlag, Berlin 1985
 - [4] Störmer, H.: Mathematische Theorie der Zuverlässigkeit elektronischer Systeme, Oldenbourg Verlag, 1970
-

Folien und Übungsblätter zur Lehrveranstaltung

Befinden sich passwortgeschützt auf dem FB-Server und sind ausschließlich im Rahmen dieser Lehrveranstaltung zu verwenden.

www.cs.hs-rm.de/~rnlab/LVaktuell/FTS/Vorlesung/

www.cs.hs-rm.de/~rnlab/LVaktuell/FTS/Praktikum/

Sprechstunde

Außerhalb der Lehrveranstaltungszeiten jeweils

donnerstags zwischen 13:00 und 14:00 Uhr im Raum C210