# Safety and Reliability of Embedded Systems

## (Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme)

## FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)



© Prof. Dr. Liggesmeyer, 1

# Content

- Definition
- Accomplishment
- Literature



© Prof. Dr. Liggesmeyer, 2

# FMECA
# Definition

- **Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA)** is a preventive method for the identification of problems, their risks and effects (DIN 25448, IEC 812)
- FMECA has the following goals:
  - Detection of hazards and problems
  - Identification of potential risks
  - Quantification of risks
  - Determination of corrective measures
- FMECA can be performed as **component FMECA** (e.g. for a hardware module), as **system FMECA** (e.g. for a medical device) or as **process FMECA** (e.g. for a system development process)

# FMECA
# Accomplishment

- FMECA is done in the following steps
  - **Fault analysis**: Collection of possible faults including available information about the type, causes and consequences
  - **Risk evaluation** with the aid of the risk priority number (RPZ)

**RPZ = occurrence probability * severity of consequences * probability of non-detection**

- If for the three influencing factors a value between 1 and 10 is used (1= no risk, minor occurrence; 10 = high risk, high occurrence), the RPZ is a value between 1 and 1000
- The risk priority number generates a ranking for the causes of faults
- Causes of faults with a high risk priority number are to be handled with priority

# FMECA
# Accomplishment

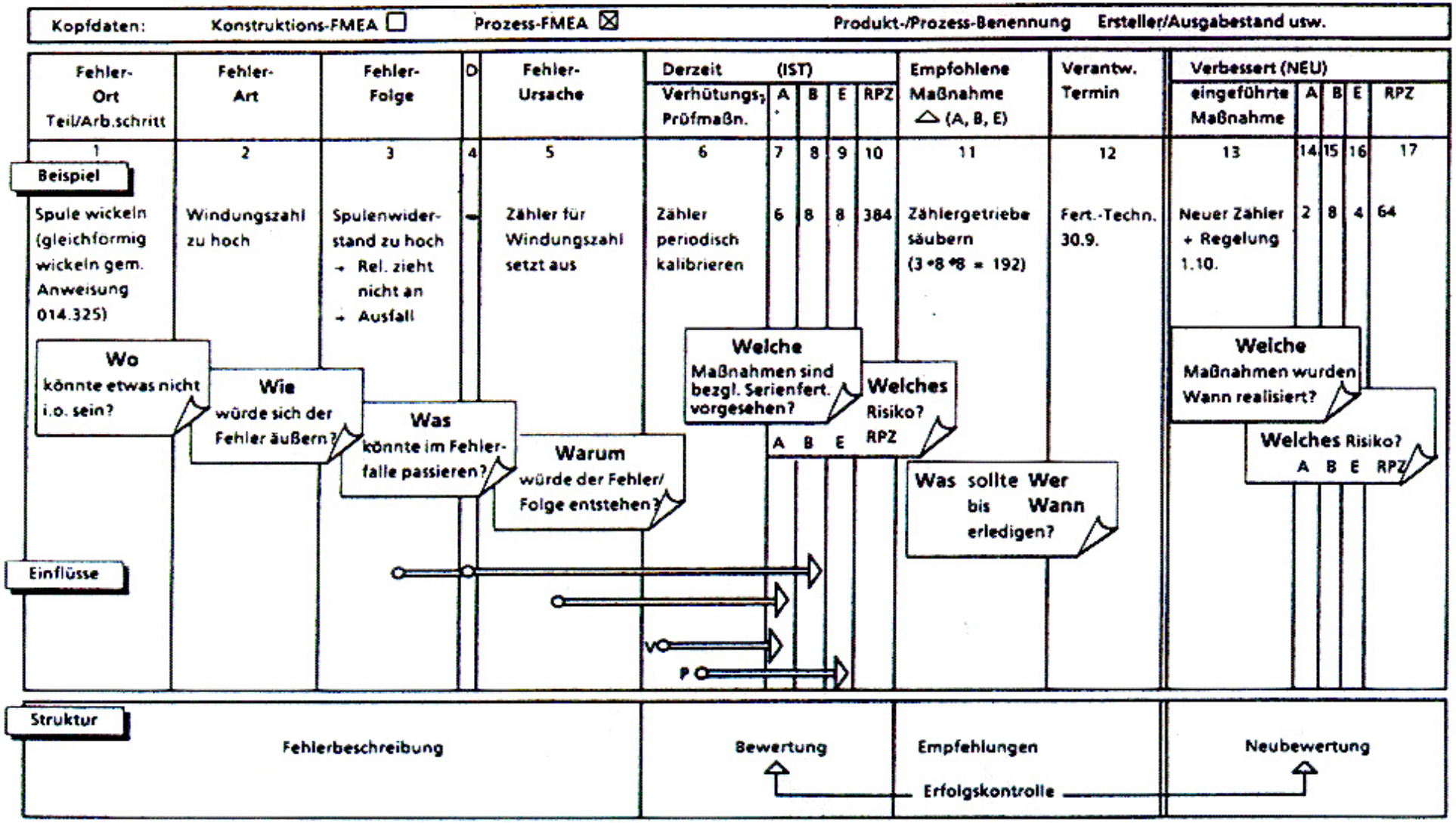
- **Formulate proposed actions**
  - Gear proposed solutions towards fault prevention
  - High occurrence probabilities of faults: An improvement is definitely necessary (also in the case of low severity and high detection probability)
  - High severity: In this case corrective measures are also required because of the consequences
  - High non-detection probability: Improvement of detection probability by suitable analytical instruments
- **Decide for actions**
- **Analyze residual risk** (recalculate RPZ)
- **Conduct cost-benefit analysis**
- **Comparison of RPZ** before and after the improvement
- **Relate obtained improvement to invested effort**


© Prof. Dr. Liggesmeyer, 5

# FMECA
# Accomplishment

| Bewer-tung | Bedeutung (B) | Auftretenswahrscheinlichkeit (A) | Entdeckungswahrschein-lichkeit (E) | |
|---|---|---|---|---|
| | Beschreibung | Beschreibung | Beschreibung | p(E) |
| 10 | Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze | Fehler nahezu sicher; zahlreiche Fehler mit gleichen oder ähnlichen Konstruktionen bekannt | Keine Entdeckungsmaßnahmen bekannt oder geplant | <90% |
| 9 | Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze möglich | Sehr große Zahl von Fehlern wahrscheinlich | Entdeckung möglich aber unsicher | 90% |
| 8 | Totaler Funktionsausfall, Kunde sehr verärgert | Große Zahl von Fehlern wahrscheinlich | Sehr geringe Wahrscheinlichkeit | |
| 7 | Funktionen stark eingeschränkt, Kunde verärgert | Mäßig große Zahl von Fehlern wahrscheinlich | Geringe Wahrscheinlichkeit einer Entdeckung | 98% |
| 6 | Ausfall einzelner Hauptfunktionen, Kunde, ziemlich verärgert | Mittlere Zahl von Fehlern wahrscheinlich | Nahezu mittlere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung | |
| 5 | Mäßige Einschränkung des Gebrauchsnutzens, Kunde etwas verärgert | Gelegentliche Fehler wahrscheinlich | Mittlere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung | |
| 4 | Gebrauchsnutzen wenig eingeschränkt, Kunde verdrossen | Wenige Fehler wahrscheinlich | Mäßig hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung | 99,7% |
| 3 | Gebrauchsnutzen geringfügig eingeschränkt, Kunde leicht verdrossen | Sehr wenige Fehler wahrscheinlich | Hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung | |
| 2 | Auswirkung sehr gering, Kunde kaum berührt | Fehler selten | Sehr hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung | 99,9% |
| 1 | Kunde bemerkt Auswirkungen nicht | Fehler unwahrscheinlich, ähnliche Konstruktionen bisher ohne Fehler. | Nahezu sichere Entdeckung | 99,99% |

# FMECA
# Accomplishment






© Prof. Dr. Liggesmeyer, 7

# FMECA
## Literature


- DIN 25448, Ausfalleffektanalyse (Fehler-Möglichkeits- und -Einfluß-Analyse), Berlin: Beuth Verlag, Mai 1990
- IEC 812, Analysis Techniques for System Reliability - Procedure for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), International Electrotechnical Commission, 1985
- Liggesmeyer, Qualitätssicherung softwareintensiver technischer Systeme, Heidelberg: Spektrum-Verlag, 2000
- Mäckel O., Software-FMEA: Chancen und Nutzen der FMEA im Entwicklungsprozess, QZ Qualität und Zuverlässigkeit, Januar 2001, pp. 65 – 68




© Prof. Dr. Liggesmeyer, 8