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

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 4

FMECA
Accomplishment

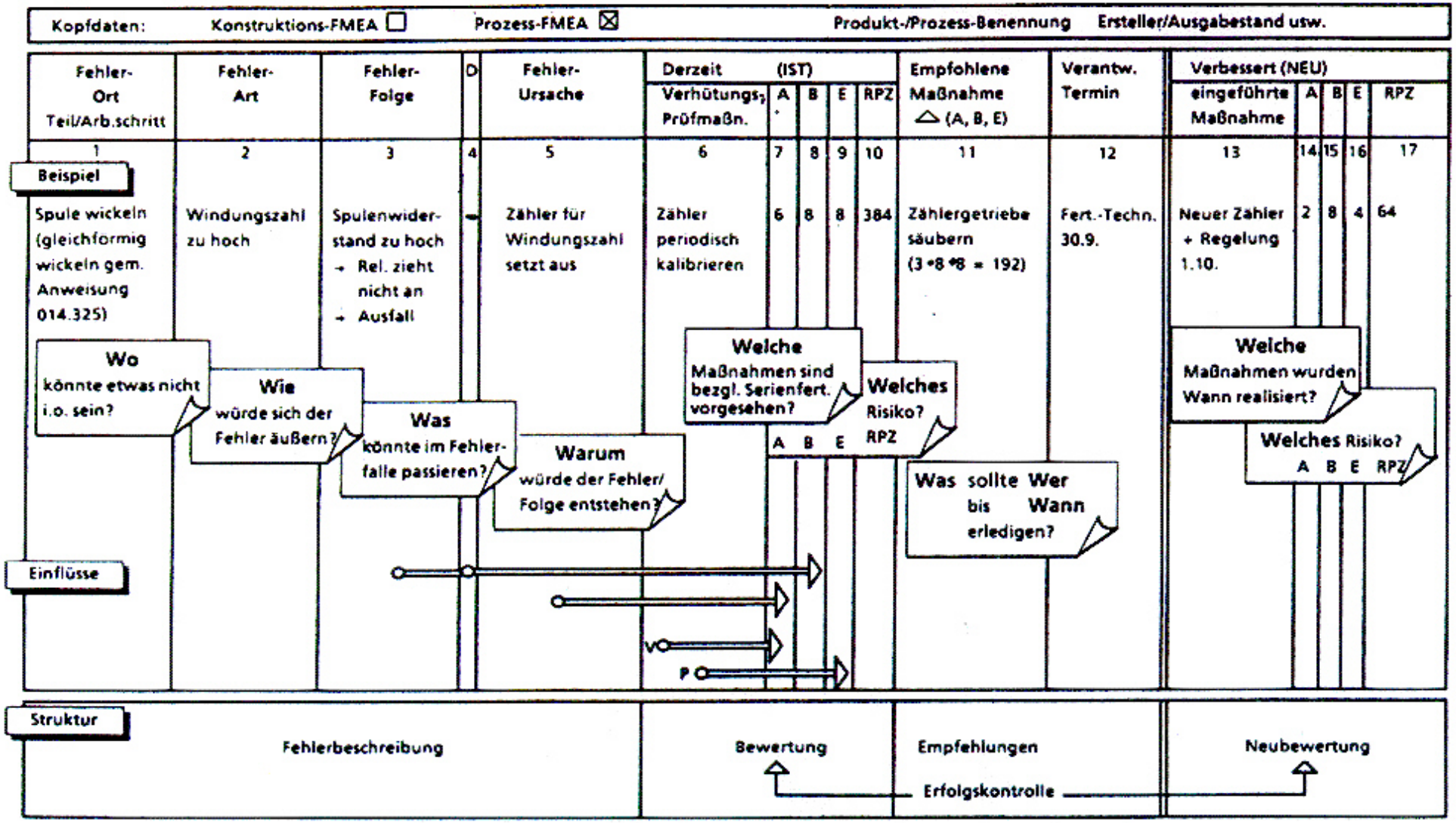
- **Formulate proposed actions**
  - Gear proposed solutions towards fault prevention
  - High occurrence probabilities of faults: An improvement is definitely necessary (also in the case of low severity and high detection probability)
  - High severity: In this case corrective measures are also required 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