

Dokumentation

Entkoppelungsmöglichkeiten- und Schadensanalyse „EMSA“

Dr.-Ing. Simon Georg Rekers
DX FACTURE GmbH

Florian Pleier
Universität Augsburg

Erstellt für:

„Smart Decoupling“ Konsortium

Version: 2.0

Datum: 13.08.2025

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Grundlagen FMEA	3
2.1	Ziel der FMEA	3
2.2	Vorteile FMEA	4
3	Stand der Forschung	4
4	Durchführung der EMSA	5
4.1	Systemanalyse	6
4.1.1	Modellierung der unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse durch BPMN	6
4.1.2	Von der BPMN-Modellierung zum EMSA-Formblatt	6
4.2	Schadensanalyse	6
4.3	Bewertung	7
4.4	Anwendung / Use Case	7
5	Fazit / Ausblick	7
6	Offene Punkte	7

1 Einleitung

Die Entkoppelungsmöglichkeiten- und Schadensanalyse (EMSA) ist eine systematische Methode zur Identifizierung und Bewertung potenzieller Coupling-Risiken in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken (WSN) zu diskreten Zeitpunkten. Ihre Konzeption und Anwendung ist angelehnt an die im Qualitätsmanagement weit verbreitete Methode der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA). Die EMSA ist im Rahmen des Projektes Smart-Decoupling entstanden.

Das Ziel der Nutzung der EMSA innerhalb des Projektes „Smart-Decoupling“ besteht in der Identifikation von kritischen, unternehmensspezifischen Coupling-Risiken, welche die Use-Cases im Projekt darstellen. Grundsätzlich kann die EMSA jedoch mit dem Ziel genutzt werden frühzeitig Coupling-Risiken im Unternehmen zu erkennen, quantifizieren und entsprechende Maßnahmen zur Reduktion der Risiken einzuleiten.

Ausgehend von den unternehmensinternen Wertschöpfungsprozessen innerhalb der Produktion ist das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk und derer äußeren Einflussfaktoren wie z.B. Politik, Ökonomie, Umwelt, Soziales Gegenstand der Betrachtung. Gleichzeitig werden innere Rahmenbedingungen getrieben durch die Corporate Governance mit einbezogen.

2 Grundlagen FMEA

Die entwickelte FMEA basiert vom Grundgedanken her auf der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).

- Methode zur Analyse von Fehlerrisiken [1]
- systematischen Risikoanalyse bei komplexen Systemen oder Prozessen [1]
- Unterschiedliche Formen: Produkt-FMEA (bestehend aus System- und Konstruktions-FMEA) und Prozess-FMEA [1]
- wichtiges methodisches Instrument, um frühzeitig mögliche Fehlerarten, deren Fehlerursachen und Fehlerfolgen, insbesondere bei neuen Konzepten, zu erkennen und diese zu vermeiden. [2]

2.1 Ziel der FMEA

Ziel der Anwendung ist das Erkennen, Nachvollziehen, Eingrenzen und Abstellen von potenziellen Schwachstellen und Risiken und somit die Vermeidung von Fehlern. [1]

Der Zweck der FMEA ist [2]

- Risiken zu erkennen
- Risiken zu bewerten
- Risiken zu reduzieren

Die FMEA unterstützt die Team- und Projektarbeit vor allem durch die konsequente Strukturierung der Fehlermöglichkeiten eines Systems.[2]

Der Hauptzweck der Durchführung einer FMEA besteht darin, die Möglichkeit zu verhindern, dass ein neues Design, ein neuer Prozess oder ein neues System unter bestimmten

Bedingungen – wie einem definierten Verwendungszweck und vorgegebenen Grenzen – ganz oder teilweise die vorgeschriebenen Anforderungen nicht erfüllt.[3]

2.2 Vorteile FMEA

Es gibt viele Vorteile, die für eine FMEA sprechen. All diese Vorteile sorgen dafür, dass die Kundenzufriedenheit gesteigert und sichergestellt wird. Das wiederum trägt zum Wachstum der Wettbewerbsfähigkeit der Firma und die Verbesserung des Images des Unternehmens bei. [3]

- frühere Erkennung von Fehlern, Folgen und Ursachen. Dadurch können Maßnahmen rechtzeitig ermittelt werden. [4]
- Die FMEA ist eine Möglichkeit, nahe an die Vollständigkeit der Funktionen und Fehler zu kommen. [4]
- Der gesamte Entwicklungsprozess wird dokumentiert und ist somit für Kunden, Vorgesetzte und Gutachter (z. B. bei einem Rechtsstreit) bewertbar und transparent. [4]
- Die strukturierte Dokumentation der FMEA kann für nachgeschaltete Aufgaben, oder bei späteren Weiter und Neuentwicklungen für die Einarbeitung und die Fehlervermeidung genutzt werden. [2] [4]
- Kostensenkung durch Vermeidung von Rückläufern und Nacharbeit [3] [4]
- schnellere Time-to-Market [3]
- Verbesserung der Qualität und der Zuverlässigkeit der Produkte [3]
- Erhöhung der Betriebssicherheit in der Produktion [3]
- Durch die FMEA werden die Kundenerwartungen an das Produkt erfüllt. [3]
- Die FMEA ist universell auch für nicht technische Systeme und Prozesse anwendbar. [4]

3 Stand der Forschung

4 Durchführung der EMSA

Die wesentlichen Schritte in der Durchführung der EMSA sind:

- die **Systemanalyse**, in der die relevanten Geschäftsprozesse skizziert und modelliert werden,
- die **Schadensanalyse**, in der potenzielle Schäden, Schadensfolgen und deren Schadensursachen durch eintretende Coupling-Risiken identifiziert werden und
- die **Bewertung**, also die Quantifizierung der Schäden durch den einen Koppelungskritikalitätsindikator.

Die skizzierten Schritte werden sukzessive durchgeführt. Hierzu wird ein Team benötigt, welches mit den relevanten Geschäftsprozessen vertraut ist. Darüber hinaus empfiehlt sich die Nutzung einer BPMN-Modelling Software (z.B. Modelio) zur Modellierung der Geschäftsprozesse einschließlich der beteiligten Akteure/Abteilungen, Aktivitäten und Datenflüsse. Die eigentliche EMSA wird schließlich mit Hilfe eines Formblattes vervollständigt, um die hinsichtlich der Coupling-Risiken kritischsten Aktivitäten zu identifizieren. Es empfiehlt sich möglichst detailliert die relevanten Geschäftsprozesse zu analysieren, damit ein möglichst transparentes Bild über die unternehmensexternen Schadensursachen auf unternehmensinterne Schadensfolgen entsteht.

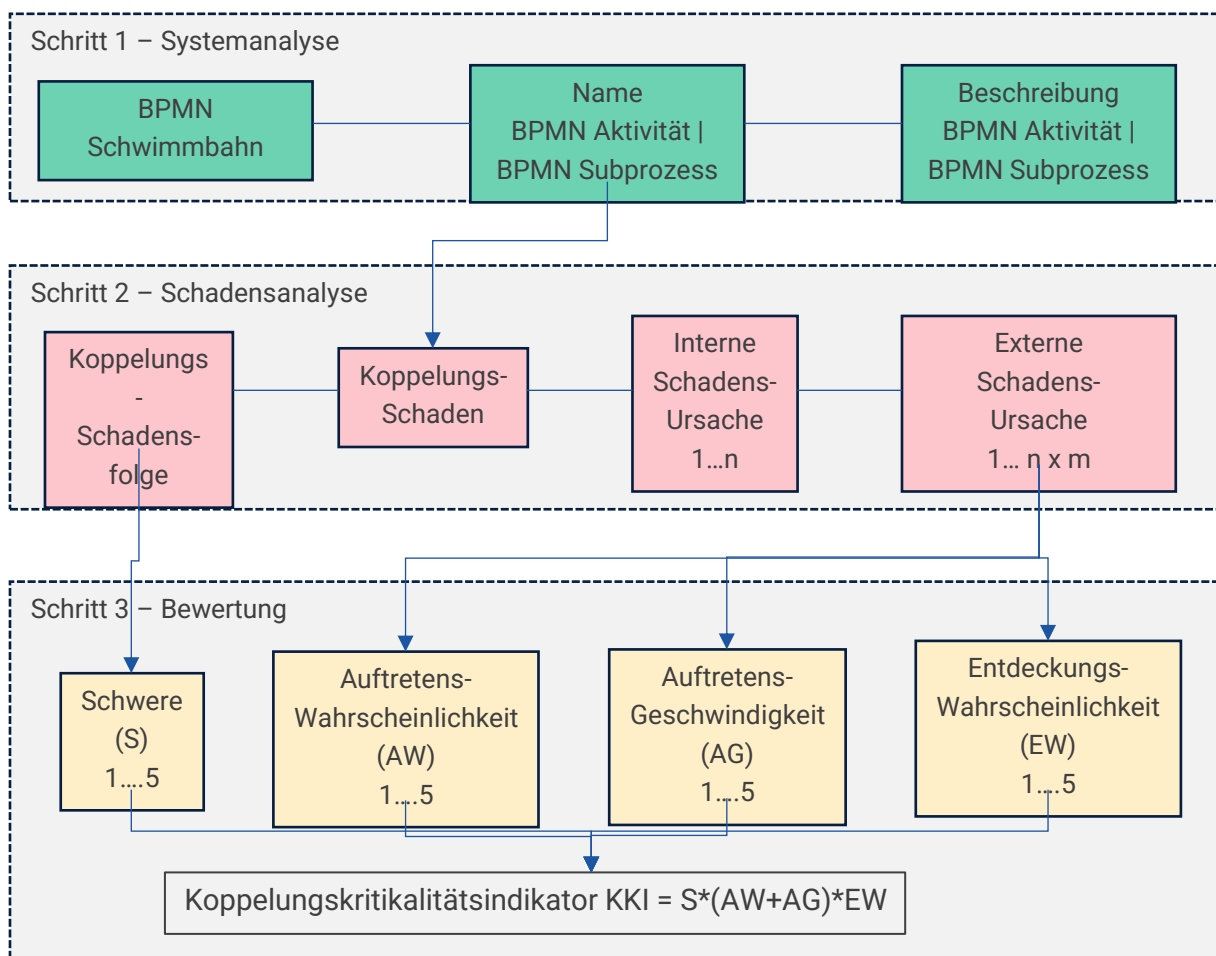


Abbildung 1: Ablauf der Durchführung der EMSA

4.1 Systemanalyse

4.1.1 Modellierung der unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse durch BPMN

Die Grundlage der Systemanalyse der EMSA ist die Modellierung der unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesse. Das Ziel ist die Herstellung der Transparenz über die mit potenziell Couplig-Risiken behafteten Geschäftsprozesse zu identifizieren. Als Werkzeug hierzu empfiehlt sich die standardisierte grafische Notation zur Modellierung von Geschäftsprozessen (BPMN Business Process Model and Notation). Die an dem betrachteten Geschäftsprozess beteiligten Akteure/Abteilungen werden durch sogenannte Swimlanes abgebildet. Die Aktivitäten, Subprozesse und Datenflüsse werden gemäß des BPMN Standards modelliert ([Business Process Model and Notation \(BPMN\), Version 2.0](#)).

4.1.2 Von der BPMN-Modellierung zum EMSA-Formblatt

Das EMSA Team entscheidet auf Grundlage der BPMN-Modellierung, welche Aktivitäten und Subprozesse in das EMSA-Formblatt übernommen werden. In der Abwägung sollte vor allem die Einschätzung darüber, ob eine Aktivität oder Subprozess einem Coupling-Risiko ausgesetzt ist oder nicht die größte Rolle spielen.

Für die identifizierten Aktivitäten und Subprozesse wird anschließend eine Beschreibung hinterlegt, die präzise die Aufgabe der Aktivität bzw. Subprozesses in dem Wertschöpfungsnetzwerk darstellt. Dieses sollte sorgfältig geschehen, da dies im direkten Zusammenhang mit dem Schritt der Schadensanalyse aufgeführten Koppelungsschaden steht. Sobald alle relevanten Aktivitäten und Subprozesse mit den korrespondierenden Beschreibungen und Schwimmbahnen eingetragen sind, kann mit der Schadensanalyse begonnen werden.

4.2 Schadensanalyse

In der Schadensanalyse wird wie folgt vorgegangen:

1. Identifikation von Koppelungsschäden. Die Koppelungsschäden werden abgeleitet aus einem potenziellen nichterfüllen der der skizzierten BPMN-Aktivitäten bzw. Subprozesse aus der Systemanalyse.
2. Benennung der Koppelungsschadensfolge. Den zur identifizierten Koppelungsschäden werden Koppelungsschadensfolgen zugeordnet. Hier hat **genau ein Koppelungsschaden eine Koppelungsschadensfolge**. Der Zusammenhang sollte kausal, plausibel und monetär bewertbar sein.
3. Ausgehend von den Koppelungsschäden werden die internen und externen Schadensursachen abgeleitet. Je Koppelungsschaden gibt es mindestens eine interne Schadensursache. Je interner Schadensursache gibt es mindesten eine externe Schadensursache, wobei die externe Schadensursache das bestehende Koppelungs-Risiko beschreibt.

In Summe betrachtet wird in der Schadensanalyse der kausale Zusammenhang zwischen dem einem Koppelungsrisiko und einer unternehmensrelevanten Schadensfolge hergestellt. In der anschließenden Bewertung werden diese Koppelungs-Risiken nun quantifiziert.

➔ Genauere Beschreibung der Kausalzusammenhänge, da dies Kernpunkt des Ganzen

4.3 Bewertung

Das Ziel der Bewertung ist die Quantifizierung eines potenziellen Koppelungs-Risikos auf die Geschäftsaktivitäten. In der EMSA wird hierzu der Koppelungskritikalitätsindikator (KKI) gebildet. Je höher dieser ausfällt desto größer ist das Koppelungsrisiko und der Handlungsbedarf sich präventiv auf das Risiko vorzubereiten. Der KKI setzt sich aus vier einzelnen Kennwerten zusammen und wird gemäß der Formel in Abbildung 1 errechnet. Der Kennwert Schwere S ist aus dem Koppelungsschaden abzuleiten während die Kennwerte Auftretenswahrscheinlichkeit, Auftretensgeschwindigkeit und Entdeckungswahrscheinlichkeit der externen Schadensursache zuzuordnen sind.

4.4 Anwendung / Use Case

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde die EMSA zur Identifizierung relevanter Prozesse und Schwachstellen in Bezug auf Decoupling verwendet. Durch eine praktische Anwendung der EMSA konnten in einem iterativen Prozess Anpassungen und Verbesserungen vorgenommen werden, um die EMSA möglich leicht zugänglich und allgemein anwendbar zu machen. Bei den Anwendungspartnern handelte es sich um Unternehmen unterschiedlicher Branchen mit unterschiedlichen Kernprozessen, um die Übertragbarkeit der Methode auf verschiedene Kontexte sicherzustellen.

5 Fazit / Ausblick

Weitere Schritte im Projekt

Weiterentwicklungsoptionen der EMSA

6 Offene Punkte

- Idee: EMSA als erste Veröffentlichung des Projekts (Dokumentation des Fortschritts und Abschluss des AP1)
- Generelle Haltung / Meinung des Konsortiums – Veröffentlichung ja/nein?
- Art bzw. Ort der Veröffentlichung? (Artikel, Konferenz-Paper, Journal)
- Sprache (falls deutsch bleibt - Umgang mit spezifischen englischen Begriffen?)
- Beteiligung des Konsortiums (Möchte sich noch jemand beteiligen?)
- Weitere mögliche Inhalte (Fokus, Kapitel etc. – Was fehlt noch?)
- Grenzen (Wo bzw. wann hören wir auf?)

