

fmea3d – Implementierung einer alternativen RPZ-Berechnungsmethode in R

Tilman Wilke^{1,2}, Brigitte Petersen²

¹)GIQS e.V
Katzenburgweg 7-9
53115 Bonn
t.wilke@giqs.org

²)Universität Bonn
Abteilung Präventives Gesundheitsmanagement
b-petersen@uni-bonn.de

Abstract: Im Rahmen der präventiven Qualitätsmanagement-Methode FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) wird jedes Risikoelement durch die Parameter Bedeutung (B), Auftretenswahrscheinlichkeit (A) und Entdeckungswahrscheinlichkeit (E) charakterisiert. Um die Risikoelemente rangieren zu können, wird für jedes Risikoelement eine Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet. Für diese Berechnung existieren verschiedene Methoden. Eine vielversprechende alternative Berechnungsmethode ist der von Werdich [Wer12] vorgeschlagene ‚3D-Ampelfaktor‘. Bisher gab es jedoch keine einfach zugängliche Implementierung des Ampelfaktors. Um diese Lücke zu schließen, wurde die Methode des Ampelfaktors auf der technischen Basis der Statistiksoftware R und Microsoft Excel™ implementiert. Das entwickelte R-Skript liest diese Daten ein, und erzeugt daraus eine interaktive 3D-Darstellung, 2D-Projektionen sowie eine tabellarische Ausgabe der Bewertungsergebnisse.

1 Hintergrund

Bei der FMEA (englisch: Failure Mode and Effects Analysis, deutsch: Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) handelt es sich um eine präventive Qualitätsmanagement-Methode. Die Methode FMEA wird traditionell in der Entwicklung technischer Produkte oder Prozesse eingesetzt. Die FMEA wird aber auch in Bereichen der Tierproduktion und Lebensmittelsicherheit erfolgreich eingesetzt, z.B. im Qualitätsmanagement der Schweinefleischproduktion [GMP06] und in der Beratung landwirtschaftlicher Betriebe im Tiergesundheitsmanagement [Sch06].

Im Rahmen der FMEA wird das betrachtete System eingegrenzt, in seine Funktionen zerlegt, und Fehlerfolgen und Fehlerursachen dieser Funktionen gesucht (Systemanalyse). Anschließend werden die mit den Fehlerfolgen verbundenen Risiken bewertet, um Vermeidungsmaßnahmen vornehmen, priorisieren und kontrollieren zu können (Risiko-

bewertung). Im Rahmen der Risikobewertung werden Fehlerfolgen hinsichtlich ihrer Bedeutung (B), ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit (A) sowie ihrer Entdeckungswahrscheinlichkeit (E) bewertet. Um die Risikoelemente für das Risikomanagement rangieren zu können, wird auf Grundlage von B, A und E für jedes Risikoelement eine Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet. Die am weitesten verbreitete und einfachste Form der RPZ ergibt sich als Produkt aus $B \cdot A \cdot E$.

Es bestehen jedoch erhebliche Zweifel an der Aussagekraft dieser einfachen RPZ-Berechnungsmethode und sie wird daher von FMEA-Spezialisten, Fachgremien und Normgebern mehrheitlich abgelehnt [Wer12]. Eine vielversprechende Alternative ist der von Werdich [Wer12] vorgeschlagene ‚3D-Ampelfaktor‘: Werdichs Methode basiert auf dem Prinzip der Risikomatrix, bei dem paarweise Kombinationen von B, A und E bewertet werden – üblicherweise mit einer 3-stufigen Bewertungsskala. In der Praxis werden die 3 Bewertungsstufen als Ampelfarben dargestellt (grün = kein Handlungsbedarf, gelb = kein zwingender Handlungsbedarf, rot = dringender Handlungsbedarf). Die Risikomatrizes geben also die Einstellung des Risikomanagers wieder. Werdichs Ampelfaktor berücksichtigt bei der Berechnung der RPZ die Kombination dieser 3 Risikomatrizes. Die drei Risikomatrizes bilden dabei die Seitenflächen eines Würfelraumes. Im ersten Schritt wird jedes Risikoelement anhand der Zahlenwerte aus der Risikobewertung in diesem B-A-E-Koordinatensystem platziert. Dann wird für jedes Risikoelement und für alle drei Seitenflächen ermittelt, welche Farbe das Feld der Risikomatrix besitzt, über dem das Risikoelement „schwebt“. Indem die Ampelfarben der Risikomatrizes mit Zahlenwerten assoziiert sind (grün=0, gelb=1, rot=2), ergibt sich für jedes Risikoelement ein Zahlentripel zwischen (0, 0, 0) und (2, 2, 2). Um die finale RPZ zu errechnen wird die Summe dieses Tripels gebildet, die zwischen 0 und 6 liegen kann. Bei Untersuchungen des Fraunhofer IPA ergab diese RPZ eine sehr viel bessere Übereinstimmung mit einer von Experten erarbeiteten Referenzrangierung, als mit der klassischen RPZ-Berechnungsmethode [Sch11].

2 Problemstellung

Bisher gibt es keine frei zugängliche Implementierung des Ampelfaktors. Dies erschwert aus Sicht der Autoren die Anwendbarkeit dieser Methode in der FMEA-Praxis sowie in der Ausbildung im Bereich Qualitäts- und Risikomanagement. Denn hier kommen erfahrungsgemäß solche Methoden zum Einsatz, für die leicht zugängliche Werkzeuge verfügbar sind. In der Zusammenarbeit mit kleinen und mittleren Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft machten die Autoren die Erfahrung, dass selten Bereitschaft besteht, für die Durchführung einer FMEA besondere Software anzuschaffen. Gleichzeitig ist es im Bereich der Ausbildung notwendig, dass den Studierenden Werkzeuge an die Hand gegeben werden können, die einerseits den Stand von Wissenschaft und Praxis widerspiegeln, und andererseits nicht als „Black-Box“ arbeiten, sondern nachvollziehbar bleiben.

3 Lösungsansatz

Um dieses Problem zu lösen, sollte eine Software-Lösung entwickelt werden, die die Logik des Ampelfaktors implementiert, und außerdem für den Einsatz in der Lehre und in der Zusammenarbeit mit Unternehmen geeignet ist. Für die Implementierung des Ampelfaktors fiel die Wahl auf eine Kombination aus R und Microsoft Excel™ (oder ein zu Open Office XML kompatibles Tabellenkalkulationsprogramm). Solche Tabellenkalkulationsprogramme sind sowohl bei Unternehmen als auch bei Studierenden sehr weit verbreitet, und funktionieren mit Standard-Benutzerrechten. R wurde ausgewählt, weil es als frei verfügbares Statistikprogramm gerade bei Studenten wachsende Verbreitung findet. Falls R nicht bereits installiert ist, kann es ohne spezielle Kenntnisse und Benutzerrechte installiert werden. Weil R eine Skriptsprache ist, bleiben alle Arbeitsschritte des Programms nachvollziehbar und erweiterbar.

4 Ergebnis und Diskussion

Das Ergebnis ist eine Kombination aus einem R-Skript und einer Excel-Arbeitsmappe. Die Excel-Arbeitsmappe im Open Office XML Format mit vier Arbeitsblättern dient als Quelle für die drei Risikomatrizes und die B-A-E-Risikobewertungen. Das entwickelte R-Skript liest diese Datei ein und erzeugt eine interaktive 3D-Darstellung, 2D-Projektionen, sowie eine tabellarische Ausgabe der Bewertungsergebnisse. Das Programm ist auf individuelle Anforderungen einer FMEA anpassbar: Die Bewertungsskalen der FMEA (1-10) und der Risikomatrizes (1-3) können frei gewählt werden, ebenso wie die Farben, die Ausrichtungen und die Bezeichnungen der Risikodimensionen. Abbildung 1 zeigt ein Bildschirmfoto der interaktiven 3D-Grafik sowie die 2D-Darstellung in Form der drei Risikomatrizes. Die Zahlenwerte in der 2D-Darstellung geben an, wie viele Elemente auf einem Feld der Risikomatrix liegen und welche Bewertung diese Elemente haben.

Für die eigentliche FMEA-Arbeit ist die tabellarische Ausgabe am wichtigsten. Sie enthält neben dem Ampelfaktor auch die klassische RPZ und die Rangierung nach beiden Methoden. Die Tabelle kann als separate Datei gespeichert werden, oder als neues Arbeitsblatt in die Eingabe-Datei geschrieben werden. Im Rahmen von Abschlussarbeiten und in der Lehre soll die vorliegende Implementierung in Zukunft dazu genutzt werden, um den Einsatz zeitgemäßer FMEA-Methodik zu fördern, und die Bedeutung der Auswahl der RPZ-Berechnungsmethode zu veranschaulichen. Eine Erweiterung des Skripts um weitere RPZ-Berechnungsmethoden ist leicht möglich.

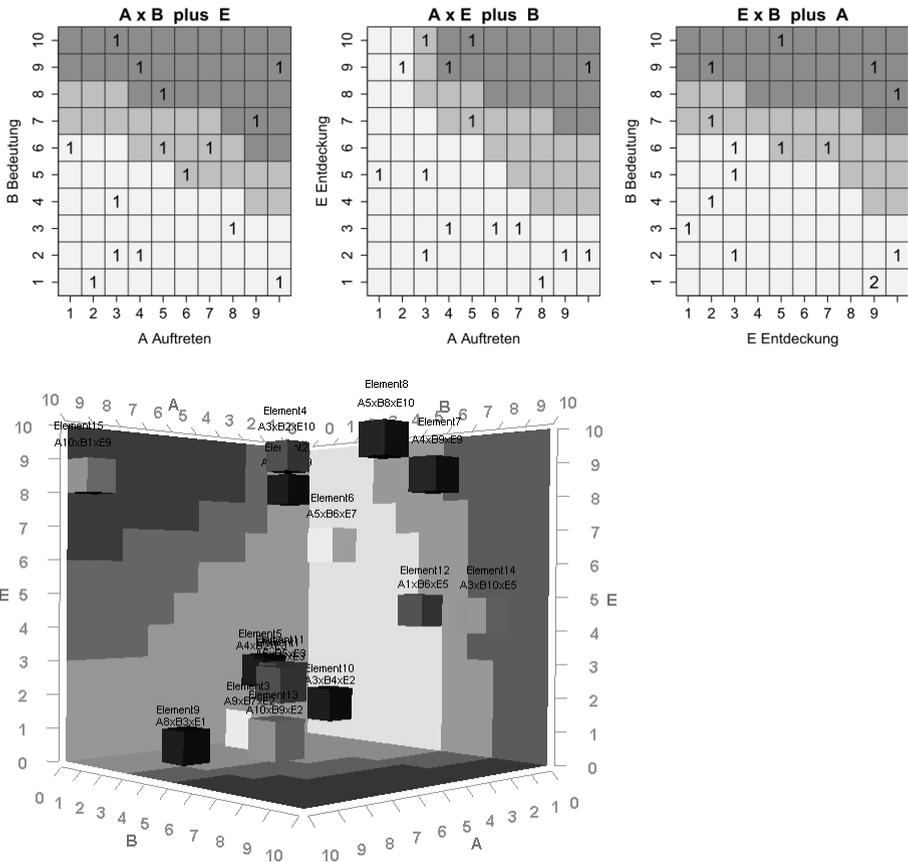


Abbildung 1: Vom R-Skript *fmea3d* erzeugte Darstellungen der FMEA-Risikobewertung mittels der RPZ-Berechnungsmethode ‚Ampfaktor‘: 2D-Darstellung und interaktive 3D-Darstellung.

Literaturverzeichnis

- [GMP06] Gödderz, A. et al.: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) as a decision support tool within a quality information system in pork production chains. In (Theuvsen, L. et al. Hrsg.): Quality Management in Food Chains. Wageningen Academic Publishers, 2006; S. 139–148.
- [Sch06] Schmitz, T.: Entwicklung eines Modells zum Einsatz präventiver Qualitätsmanagementmethoden in der Beratung von Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Shaker, Aachen, 2006.
- [Sch11] Schloske, A.: Studie zur Risikobewertung in der FMEA. Fraunhofer Institut IPA, Osnabrück, 2011.
- [Wer12] Werdich, M. Hrsg.: FMEA - Einführung und Moderation. Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen Risikominimierung (inkl. Methoden im Umfeld). Vieweg & Teubner, 2012.