

Fehlerfahndung

Risikomanagement mit kreativem FMEA-Verfahren

Bernd Gimpel, Aachen;
Detlef Stolten, Hendrik Dohle
und Jürgen Mergel, Jülich

Die klassische FMEA erfüllt zwar die formalen Anforderungen aus den Normenwerken, führt aber nicht immer zur praktischen Fehler Eindämmung. Mit einem Verfahren, das auf der Kreativitätstechnik des Mind Mappings beruht, konnte ein Forschungszentrum Fehler aufdecken und mit Priorität abstellen.

Die klassische Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) ist ein systematisches Verfahren zur Risikoanalyse bzw. -minimierung und basiert auf einem Formblatt, das sehr aufwändig zu bearbeiten ist. Dieser Formalismus demotiviert viele Anwender, so dass eine FMEA häufig als Zwangsveranstaltung und Zeitfresser angesehen wird. Über mögliche Fehler wird nicht kreativ nachgedacht, das Verfahren wird erst gegen Ende eines Projekts durchgeführt, und der Nutzen einer derartigen Vorzeige-FMEA geht damit gegen null – besonders wenn keine Zeit mehr zum Abstellen von Problemen verbleibt.

Mit der Zielsetzung, schnell und gezielt Risiken zu minimieren, entwickelte die Unternehmensberatung Quality Engineers, Aachen, die klassische FMEA weiter. Das so entstandene Riskman-Verfahren basiert auf der Kreativitätstechnik des Mind Mappings und wurde von der Forschungszentrum Jülich GmbH zur Entwicklung von Brennstoffen eingesetzt.

Fehler kreativ finden und abstellen

Bei der projektbegleitenden Anwendung des Riskman-Verfahrens steht das kreative Aufdecken der Fehler und das sichere Abstellen im Vordergrund. Das Verfah-

ren ist in den unterschiedlichsten Branchen erprobt und in vielen Beratungsprojekten mit Erfolg eingesetzt worden. Die Vorgehensweise zur Risikominimierung gliedert sich in drei Phasen (Bild 1):

Vorbereitung

Die Risikoanalyse erfolgt in einem bereichsübergreifenden Team, dem je nach Aufgabenstellung auch Kunden und Lieferanten angehören sollten. Nach der Zusammenstellung des Teams wird im Vorfeld festgelegt, wer Informationen für den Workshop zusammentragen kann. Dabei handelt es sich beispielsweise um Beschreibungen des Prozesses, um wesentliche Produktmerkmale oder um Reklamationen. Daneben werden Räumlichkeiten und Infrastruktur für die Workshops organisiert. Der Riskman-Fehlerbaum wird am effizientesten online über einen Beamer mit geeigneter Software wie dem Mindmanager erstellt, damit die Ergebnisse am Ende der Sitzung gespeichert vorliegen [1].

Workshop Risikoanalyse

Die Risikoanalyse mit Riskman kann sowohl für Produkte als auch für Prozesse durchgeführt werden. Zunächst wird der Prozess grob gegliedert und in Form eines Baumdiagramms bzw. Mind Maps dargestellt. Dies geschieht auf Grundlage der in der Vorbereitungsphase zu-

sammengetragenen Informationen. Die Gliederung kann auch durch den Moderator in Verbindung mit den Mitarbeitern vorbereitet werden. Das so entstehende Diagramm stellt einen Mix aus Prozessstruktur und Fehlerbaum dar.

Im Team werden dann die Hauptprozessschritte nach Kritikalität sortiert. Hierzu hat sich die Methode des Bubble Sorts bewährt, ein einfach zu handhabendes Verfahren. Man beginnt mit dem obersten Prozessschritt im Diagramm und vergleicht ihn mit dem darunterliegenden. Der vom Team als kritischer bewertete Schritt wird nach oben sortiert. Diese Vorgehensweise wird nun auf den nächsten Schritt angewendet. Ähnlich wie Luftblasen in einem Glas Wasser aufsteigen, werden nun die einzelnen Prozessschritte in eine Reihenfolge gebracht – dies erklärt den Namen Bubble Sort. Das Verfahren arbeitet ähnlich wie der paarweise Vergleich, ist aber um Klassen schneller, zumal das Tauschen der Äste mit der Software leicht von der Hand geht. Wichtig ist der nachfolgende Plausibilitätscheck. Dabei hat jedes Teammitglied die Möglichkeit zu sagen, ob es seine Sichtweise in der Sortierung wiederfindet. Ist dies nicht der Fall, so wird die Sortierung so lange überarbeitet, bis sich alle in der festgelegten Ordnung wiederfinden. Eine Diskussion dieser neuen Prozessordnung nach Kritikalität ist be-

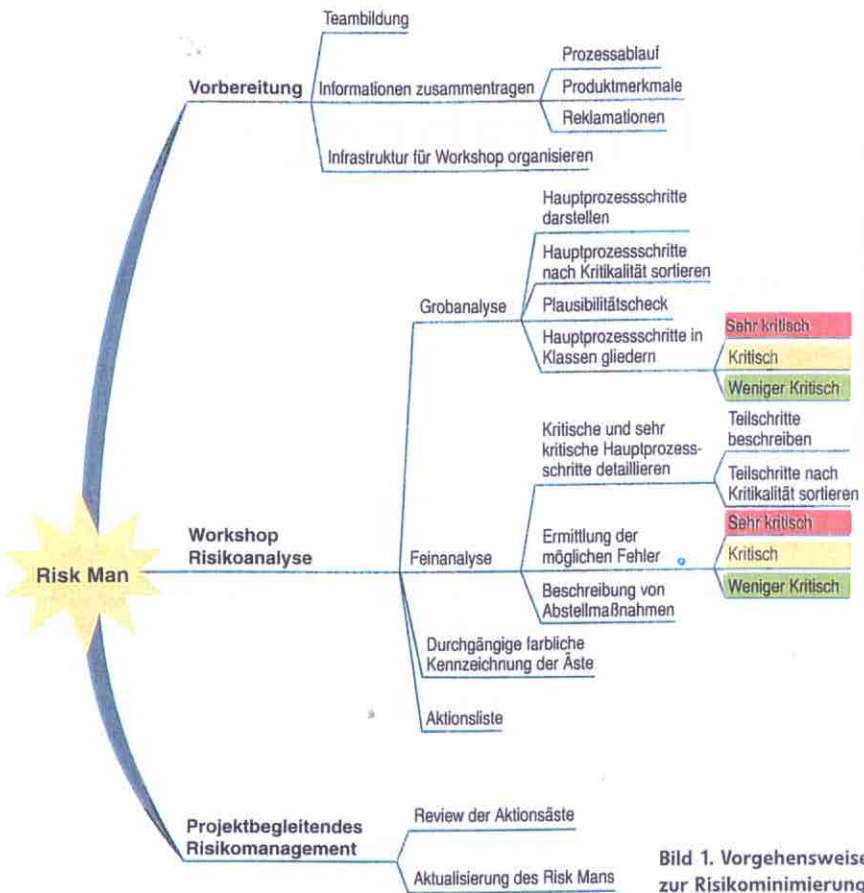


Bild 1. Vorgehensweise zur Risikominimierung

sehr schnell der Status intuitiv erfassbar: Viel Rot bedeutet viel Ärger – alles Grün heißt Gefahr gebannt.

Systematisch und konstruktiv vorgehen

Riskman ist in einer Vielzahl von Projekten mit Erfolg eingesetzt worden. Ein Projekt im frühen Entwicklungsstadium bei der Entwicklung einer Brennstoffzelle zeigt beispielhaft das Potenzial des Verfahrens. Die Forschungszentrum Jülich GmbH entwickelt unter anderem Direkt-Methanol-Brennstoffzellen. Brennstoffzellen wandeln die chemische Energie eines Brennstoffs direkt in elektrische Energie um und kommen ohne bewegte Teile aus. Das Entwicklungsziel lag in der Entwicklung einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle mit einer Leistung im Bereich von 2 kW bis 5 kW. Bisher gibt es lediglich Direkt-Methanol-Brennstoffzellen im Leistungsbereich von einigen Watt bis einigen hundert Watt, da die Entwicklung von größeren Einheiten zunehmend schwieriger wird. Reproduzierbarkeit der Einzelkomponenten und Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten miteinander sind dabei wesentliche Herausforderungen an die Entwicklung.

Zur Durchführung des Projekts wurde ein festes Projektkernteam gebildet, dem Mitarbeiter sowohl aus der Entwicklung als auch aus der Fertigung des Forschungszentrums Jülich angehörten. Die Moderation erfolgte durch die Quality Engineers, die die jeweiligen QM-Tools schulten und deren Anwendung moderierten. Wesentliche eingesetzte QM-Tools waren Quality Function Deployment sowie Design of Experiments. Die projektbegleitende Risikoanalyse wurde mittels Riskman durchgeführt.

Projektplan

Ausgehend von einer generellen Beschreibung der Aufgabe „Brennstoffzellenentwicklung“ wurde zunächst ein Projektablaufplan erstellt, mit dessen Hilfe zeitkritische Vorgänge und Meilensteine herausgearbeitet wurden. Den einzelnen Vorgängen wurden dann verantwortliche Mitarbeiter zugeordnet. Neben den technischen Anforderungen galt es auch die Terminsituation hinsichtlich Anfragen, Angeboten und Lieferzeiten zu klären, um so eine erste Abschätzung der Liefersituation und Realisierbarkeit im gesetzten Zeitrahmen zu erhalten.

sonders wichtig, da bereits die unterschiedlichen Sichtweisen Hinweise auf schwerwiegende Probleme geben können.

Nun werden nach dem Ampelschema Risikostufen markiert: rot für sehr kritische Prozessschritte, gelb für kritische und grün für unkritische. Dieser intuitive Ansatz führt erneut zu kreativen Diskussionen und am Ende zu einer einheitlichen Sichtweise. Die roten und gelben Bereiche werden jetzt detailliert betrachtet. Es werden Unterprozessschritte beschrieben, die ebenfalls nach Höhe des Risikos sortiert werden. Danach gelangt man auf die Fehlerebene. Je nach Kritikalität werden die Fehler dann ebenfalls rot oder gelb, unkritische Bereiche werden grün markiert.

Abschließend wird der so entstandene Fehlerbaum, der so genannte Riskman, von unten nach oben farblich markiert. Dabei gilt die Regel, dass sich die kritischste Farbe in einem Zweig eines Unterasts auf den Oberast auswirkt. Gibt es beispielsweise in einem Unterast zwei gelbe und einen roten Fehler, dann wird der Oberast rot eingefärbt. Klappt man den Ast ein, so sieht man immer noch, dass sich darunter rote Punkte befinden.

Ziel ist es, alle Äste in den grünen Risikostatus zu heben. Hierzu werden Fehlerabstellmaßnahmen definiert und in einer Aktionsliste festgehalten. Damit jeder Mitarbeiter im Betrieb mit dieser Liste arbeiten kann, wird sie in Excel geführt und am besten auf einem Server abgelegt, auf den alle Teammitglieder Zugriff haben. Durch die Verwendung von Standardfilterfunktionen kann diese Liste später gut verfolgt werden. So kann z.B. sofort gefiltert werden, welche Aufgaben eine bestimmte Person zu erledigen hat.

Risikomanagement

Das Abstellen von Risiken ist in den seltensten Fällen eine kurzfristige Aktivität. Aus diesem Grund sollte sich das Team nach etwa vierzehn Tagen erneut für maximal zwei Stunden zu einem Review treffen. Besser noch ist es, das Risikomanagement zum festen Bestandteil regelmäßiger Meetings, beispielsweise von Treffen von Projektgruppen zu machen. Dabei wird die Aktionsliste durchgegangen und aktualisiert sowie der Status der Farben im Riskman aktualisiert. Durch die komprimierte Darstellung der Farben ist auch bei komplexen Projekten



Bild 2. Riskman für das Projekt Brennstoffzelle im eingeklappten Zustand

Aufgabenteilung

Die Aufgabe „Brennstoffzellenentwicklung“ wurde anhand von Zielgrößen wie robustes Design, Zeitstabilität, Baugröße oder Wirkungsgrad näher beschrieben. Die Aufgabe wurde anschließend in Teilaufgaben gesplittet:

- ▶ Herstellung der Membran-Elektroden-Einheiten,
- ▶ Eigenfertigung von mechanische Bauteilen wie Platten, Dichtungen etc.,
- ▶ Auslegung der Zusatzaggregate wie Pumpen, Verdichter, Steuerung.

Die Teilaufgaben können prinzipiell durch verschiedene Konzepte gelöst werden. Deren Bewertung erfolgte anhand einer Target Performance bzw. eines Riskportfolios im Stil einer QFD-Matrix. Dabei stand im Vordergrund, bei der Auswahl von Materialien und Verfahren nicht nur die Leistungsfähigkeit, sondern auch die damit verbundenen Risiken zu bewerten. Entscheidend war dabei die Beteiligung aller Teilnehmer, um das jeweilige Material oder Konzept auch mit Hilfe der Erfahrungen der jeweils anderen Gruppen zu bewerten. Aus Sicht der Entwickler der mechanischen Baugruppen sind beispielsweise weiche Dichtungen zu bevorzugen, die sich an Fertigungsungenauigkeiten anpassen und so Dichtheit garantieren. Aus Sicht der Spezialisten für die Membran-Elektroden-Einheiten stellen weiche Dichtungen allerdings ein unkalkulierbares Risiko dar, wenn mit der Zeit Weichmacher aus dem Dichtungsmaterial austreten, sich an den empfindlichen Oberflächen der MEAs anreichern und so die Leistung der Brennstoffzelle verringern.

Analyse

Nachdem die Konzepte ausgewählt waren und die Planung stand, wurde das

Gesamtprojekt mittels Riskman analysiert. Hierzu wurden neben dem Projektkernteam auch Lieferanten eingeladen. Ausgehend vom Projektplan wurde ein Fehlerbaum erstellt, der die wesentlichen Projektkomponenten enthielt. Diese wurden detailliert und gemäß der möglichen Probleme mit einem Ampelsystem bewertet. Für kritische Bereiche wurden die Probleme im Detail beschrieben und Aktionen in einer Aktionsliste festgelegt (Bild 2).

Anhand der Farbgebung wurde deutlich, dass für das Projekt noch großer Handlungsbedarf bestand. Beim Aufklappen der Äste zeigte sich, wo die einzelnen Risiken lagen (Bild 3). Die kleinen Buchsymbole an den Ästen weisen auf verborgene Kommentare und Erläuterungen hin, Pfeile an den Ästen auf eine Aktion in der Aktionsliste.

Review

Der Review des gesamten Entwicklungsprojekts konnte an einem Tag durchgeführt werden. Dabei wurden die wesentlichen Schwachpunkte entdeckt und Gegenmaßnahmen eingeleitet. Der Riskman wurde dann regelmäßig bei den folgenden Projektsitzungen reviewed und aktualisiert, bis alle Äste grünen Status hatten. Diese Reviews waren auf Grund der einfachen Struktur des Riskman mit geringem Zeitaufwand realisierbar.

I Vorteile des Verfahrens nutzen

Das Riskman-Verfahren unterscheidet sich in drei Aspekten von der klassischen FMEA:

Risikominimierung statt Wissensdatenbanken

Im Gegensatz zur klassischen FMEA verzichtet Riskman auf den Aufbau einer Wissensdatenbasis. Naturgemäß gelingt die Recherche in einer Datenbank nur unter Verwendung standardisierter, nicht umgangssprachlicher Begriffe. Dies hemmt jedoch die Kreativität bei der Durchführung einer FMEA. Das Verfahren gerät dann zu einem Auswählen von Begriffen aus Katalogen und trägt nicht zum Auffinden von Risiken bei. Riskman setzt deshalb darauf, Probleme unter Einsatz von Kreativmethoden gezielt zu finden und abzustellen.

Kein Formalismus

Insbesondere in der Automobilindustrie werden genormte Formblätter verlangt. Hier verkommt die Idee der Risikoanalyse oft zum Bürokratismus. Falls der Einsatz klassischer FMEA-Formulare gemäß QS-9000 oder VDA gefordert wird, können die Ergebnisse des Riskman im Anschluss an das Projekt im kleinen Kreis in den Formblättern dokumentiert werden. Dadurch entfällt das zeitraubende Bearbeiten der Formblätter im gesamten Team.

Konzentration auf einflussreiche Fehler

Die klassische FMEA erhebt den Anspruch einer vollständigen und umfassenden Analyse und Bewertung im Detail. Dies führt in der Praxis dazu, dass Mengen möglicher Fehler beschrieben werden und deshalb meist keine Zeit mehr für deren Abstellung bleibt. Riskman setzt auf das Pareto-Prinzip und

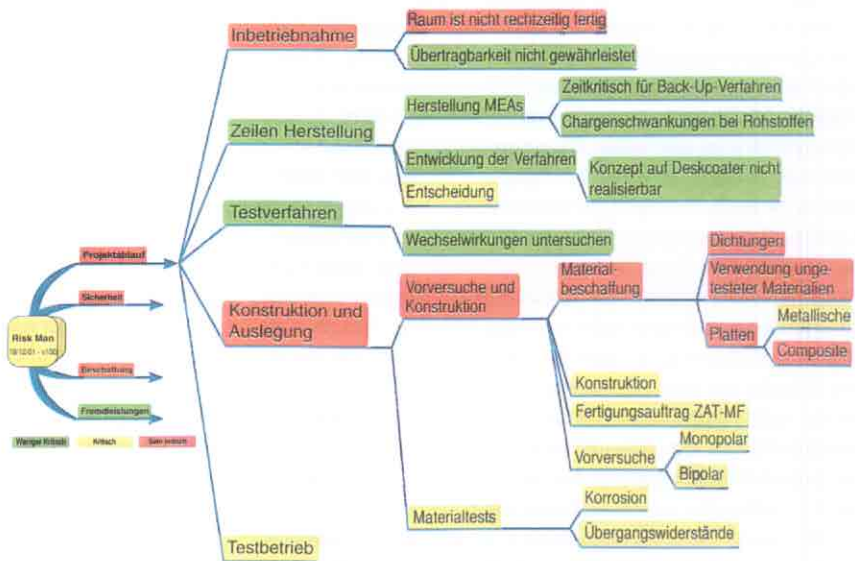


Bild 3. Aufgeklappter Riskman für das Projekt Brennstoffzelle

konzentriert sich auf die gravierendsten Fehler. Erst wenn diese abgestellt sind, werden die kleineren Fehler betrachtet – gemäß dem Motto: Besser ein Fehler abgestellt, als zwanzig mögliche Fehler dokumentiert.

■ Literatur

- 1 Kommer, I.; Reinke, H.: Mind Mapping am PC. Carl Hanser Verlag, München 2001.

■ Die Autoren dieses Beitrags

Dr.-Ing. Bernd Gimpel, geb. 1961, studierte Fertigungstechnik an der RWTH in Aachen. Von 1987 bis 1991 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) in Aachen und leitete dort die Gruppe Qualitätsmanagement. Nach seiner Promotion über die Optimierung von Prozessen wurde er geschäftsführender Gesellschafter eines Beratungsunternehmens. Seit 1996 ist er Inhaber der Unternehmensberatung Quality Engineers Dr. Bernd Gimpel mit Sitz in Aachen und Heidelberg.

Prof. Dr.-Ing. Detlef Stolten, geb. 1958, studierte Hüttenwesen an der TU Clausthal. Nach seiner Promotion 1989 im Rahmen einer beruflichen Tätigkeit bei der Robert Bosch GmbH schlossen sich Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Daimler-Benz/Dornier-Forschung an. 1997 wechselte er als Marketingmanager zur Dornier Satellitensysteme GmbH. Seit 1998 ist er Direktor am Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik in der Forschungszentrum Jülich GmbH. 2000 folgte die Ernennung zum Universitätsprofessor an der RWTH Aachen. Seit 2000 ist er zudem Leiter des Kompetenznetzwerkes Brennstoffzelle NRW im Rahmen der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW.

Dr.-Ing. Hendrik Dohle, geb. 1969, studierte Maschinenbau an der RWTH Aachen. Seit 1996 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik. 2000 promovierte er über das Thema Direkt-Methanol-Brennstoffzellen.

Dipl.-Ing. Jürgen Mergel, geb. 1950 studierte Chemietechnik an der FH Aachen. Seit 1973 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungszentrum Jülich GmbH und leitet dort seit 2000 die Abteilung Elektrochemische Wandler/Niedertemperatur im Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik.

Transparenz in der Zulieferkette

Eine Software zur Warenrückverfolgung in Supply Chains sollte in der Lage sein, beispielsweise in Verbindung mit dem PPS-System SAP R/3 lagerrelevante Daten online zur Verfügung zu stellen. Damit können Unternehmen den Auslastungsgrad ihrer Lager steigern und die Fehlerquote bei der Warenauslieferung, den Verwaltungsaufwand sowie die Warenumlaufzeiten reduzieren. Die daraus resultierende hohe Transparenz entlang der Distributionskette schafft die Basis für eine Optimierung der Warenflüsse. Das IT-System Supply Chain Visibility (SCV) von IBS bietet eine Lösung für die gesamte Logistikkette und lässt sich nahtlos in bestehende IT-Infrastrukturen integrieren. Unternehmen können ohne größeren Aufwand eine beliebige Anzahl von Lieferanten, Herstellern, Händlern oder Kunden sowie Hardwarekomponenten und Kundensysteme in SCV-Lösungen integrieren. Schnittstellen zu SAP R/3 ermöglichen die zentrale Datenverarbeitung für die gesamte Logistikkette: Identifikationstechniken (Barcoder, Scanner, RDT), Warenlager-, Transport-, Auftrags- sowie Finanzmanagement, Online-Bestellabwicklung, Online-Kommissionierung/Bestandsreduzierung und automatische Lieferscheinerstellung sowie automatisierte Rechnungsstellung. Das schafft eine hohe Transparenz