FMEA: Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse als Grundlage risikoarmer Prozesse

Die FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) ist eine systematische Methode zur Identifikation potenzieller Fehler in Produkten und Prozessen, bevor sie auftreten. Sie stammt aus der Luft- und Raumfahrt und Automobilindustrie und ist heute ein Standardelement von Qualitätsmanagement und Lieferantenbewertung. Für Einkäufer ist die FMEA ein zentrales Werkzeug, um Lieferantenrisiken früh zu erkennen, Qualitätsanforderungen verbindlich zu vereinbaren und Prüfaufwand entlang der Wertschöpfung zu steuern.

Das Wichtigste in Kürze

- Die FMEA bewertet Fehler systematisch nach Auftretenswahrscheinlichkeit, Bedeutung und Wahrscheinlichkeit der Entdeckung.
- In der Automobilindustrie ist die FMEA über Standards wie AIAG-VDA vielfach vertraglich vom Lieferanten gefordert.
- Es werden typischerweise System-, Design- (DFMEA) und Prozess-FMEA (PFMEA) unterschieden.
- Die Bewertung erfolgt häufig über die Risikoprioritätszahl (RPZ) oder das neuere Action Priority (AP)-Format.
- FMEAs sind lebende Dokumente: Sie werden bei Änderungen von Produkt, Prozess oder Lieferanten aktualisiert.
- Für den Einkauf ist die FMEA ein Frühindikator für Lieferantenrisiko und Aufwand für Eingangs- und Warenprüfung.

Definition: FMEA

Die FMEA ist eine präventive Analysemethode des Qualitätsmanagements, die alle denkbaren Fehlerarten eines Produkts oder Prozesses, ihre Ursachen und Folgen strukturiert erfasst und bewertet. Ziel ist es, Risiken vor Serienstart oder Prozessfreigabe zu erkennen und geeignete Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen abzuleiten.

Arten der FMEA

Üblich sind drei Formen. Die System-FMEA betrachtet das Zusammenspiel von Komponenten und Schnittstellen, die Design-FMEA (DFMEA) konstruktionsbedingte Fehler eines Bauteils oder Baugruppenkonzepts, die Prozess-FMEA (PFMEA) Fehler im Fertigungs- und Montageprozess. Für Einkäufer relevant sind vor allem DFMEA und PFMEA des Lieferanten, da sie zeigen, wie sicher dessen Konstruktion und Fertigung die vereinbarte Qualität tatsächlich halten können.

Abgrenzung zu anderen Methoden

Die FMEA ist keine Ursachenanalyse nach einem eingetretenen Fehler, sondern eine

Prognosemethode vor dem Fehler. Sie ergänzt Werkzeuge wie die Wertstromanalyse, die den Materialfluss betrachtet, oder die Kostentreiberanalyse, die Kostenursachen aufschlüsselt. Während 8D-Reports und Reklamationsprozesse reaktiv arbeiten, ist die FMEA Teil der Fehlervermeidung und damit eng mit der Prozessoptimierung im Einkauf verbunden, etwa bei der Auswahl und Entwicklung von Lieferanten.

Ablauf und Bewertungsmethodik

Eine FMEA wird idealerweise in einem interdisziplinären Team aus Konstruktion, Fertigung, Qualität und Einkauf erstellt. Der Ablauf folgt einem bewährten siebenschrittigen Schema, das Struktur, Funktion, Fehler, Bewertung und Maßnahmen systematisch trennt.

Die Bewertungskriterien

Jeder potenzielle Fehler wird nach drei Kriterien bewertet: Auftreten (A), Bedeutung (B) und Entdeckung (D), jeweils typischerweise auf Skalen von 1 bis 10. Klassisch multiplizieren sich die Werte zur Risikoprioritätszahl (RPZ), wobei in der Praxis häufig Schwellenwerte wie 100 oder 125 als Handlungsgrenze dienen. Das modernere AIAG-VDA-Format ersetzt die reine Multiplikation durch die Action Priority (AP) mit den Stufen Hoch, Mittel und Niedrig, da sie auch hohe Einzelbewertungen – etwa ein sicherheitsrelevantes Merkmal – verlässlicher berücksichtigt.

Vom Risiko zur Maßnahme

Für jeden Fehler werden Vermeidungsmaßnahmen (etwa veränderte Konstruktion oder Prozessparameter) und Entdeckungsmaßnahmen (etwa 100%-Prüfung oder automatisierte Optical Inspection) abgeleitet. Nach Umsetzung wird neu bewertet. Wichtig für Einkäufer: Maßnahmen müssen terminiert, verantwortlich zugeordnet und im Rahmen von Projektplänen oder Qualitätssicherungsvereinbarungen verbindlich vereinbart werden.

Bedeutung der FMEA für den Einkauf

Für Beschaffungsorganisationen ist die FMEA weit mehr als ein Qualitätsdokument: Sie liefert rationale Erkenntnisse über die Risikolage eines Produkts und dessen Zulieferkette und ist damit eine Grundlage für Beschaffungsentscheidungen.

Lieferantenauswahl und -freigabe

Im Rahmen von Anfragen wie der Request for Proposal (RFP) und anschließender Lieferantenqualifizierung kann die FMEA eines Bewerbers Auskunft über dessen Qualitätskompetenz geben: Wer Fehler systematisch analysiert, arbeitet in der Regel auch prozessorientierter. Bei kritischen Bauteilen ergänzt die FMEA übliche Instrumente wie die Lieferantenklassifizierung und das Lieferantenzertifikat, da sie zeigt, wie der Anbieter Risiken konkret beherrscht.

Risiko und Beschaffungsstrategie

Die FMEA-Ergebnisse fließen in das übergreifende Lieferantenrisiko-Management ein: Hohe RPZ- oder AP-Werte bei einem Single-Source-Bauteil sind ein klares Signal, Zweitquellen aufzubauen oder Sicherheitsbeständen vorzuhalten. Auch für die Lieferantensegmentierung liefert die FMEA ein Kriterium: Lieferanten mit hohem Qualitätspotenzial verdienen intensivere Betreuung als Commodity-Lieferanten mit standardisierten, risikoarmen Prozessen.

Vertragliche Verankerung

FMEA-Pflichten, Aktualisierungspflichten bei Änderungen und das Recht auf Einsichtnahme sollten in Rahmenlieferverträgen und Qualitätssicherungsvereinbarungen festgeschrieben werden. Ergänzend können Penalty Clause und Reklamationsregelungen die Konsequenzen bei Verstoß gegen vereinbarte Maßnahmen regeln – wobei rechtliche Formulierungen im Einzelfall geprüft werden sollten.

FMEA in Projekten: APQP, Safe Launch und Serienanlauf

Die FMEA ist kein isoliertes Dokument, sondern Teil des ganzen Anlauf- und Change-Management-Prozesses. Sie steht am Anfang und zieht sich bis zur Serienüberwachung.

FMEA und Produktionslenkungsplan

In der Automobil- und Zulieferindustrie wird die FMEA typischerweise im Rahmen von APQP (Advanced Product Quality Planning) erstellt und speist direkt den Produktionslenkungsplan (Control Plan). Die dort festgelegten Prüfungseigenschaften bestimmen Umfang und Takt der Qualitätsprüfung beim Lieferanten und im eigenen Wareneingang – und damit auch den Prüfaufwand, den der Einkäufer einpreisen muss.

Safe Launch und Anlaufüberwachung

Für Bauteile mit hohen FMEA-Risiken hat sich die Safe Launch etabliert: In der Anlaufphase wird der Lieferant verpflichtet, für einen begrenzten Zeitraum erhöhte Prüftiefe und erhöhte Kennzeichnung vorzuhalten. In der Praxis werden typischerweise einige Wochen bis wenige Monate vereinbart, danach wird schrittweise auf das normale Prüfregime zurückgestellt. Der Einkauf sollte die damit verbundenen Mehrkosten früh verhandeln und dokumentieren.

Wichtige KPIs rund um die FMEA

Der Nutzen einer FMEA zeigt sich in messbaren Qualitäts- und Prozesskennzahlen. Der Einkauf sollte diese regelmäßig verfolgen und mit den Qualitätskollegen gemeinsam bewerten.

Reklamations- und Fehlerkennzahlen

Zentrale Indikatoren sind die Teile-je-Million-Fehlerrate (ppm), der Ausschussanteil und die Anzahl wiederkehrender Fehler. Bleiben trotz hoher FMEA-Risiken Reklamationen aus, spricht das für wirksame Präventions- und Entdeckungsmaßnahmen. Steigen die Werte, sind FMEA oder Control Plan möglicherweise veraltet oder unvollständig.

Kosten und Aufwand

FMEA-Arbeit kostet Zeit und damit Geld; gleichzeitig senkt sie Qualitätskosten und das Risiko teurer Sondertransporte wie Luftfrachtkosten-Komponenten bei kurzfristigen Ersatzbeschaffungen. Eine wirtschaftliche Betrachtung kann über die Kostentreiberanalyse erfolgen, indem Prüfkosten, Reklamationskosten und Risikokosten einander gegenübergestellt werden.

Risiken und typische Fehler bei der FMEA

In der Praxis scheitert der FMEA-Wert häufig weniger an der Methode als an ihrer Anwendung. Wer die folgenden Stolperfallen kennt, kann sie gezielt vermeiden.

Alibi-Dokumente und fehlende Aktualität

Häufig wird die FMEA einmalig zum Projektstart erstellt und danach nicht mehr gepflegt – ein klassisches Auditproblem. Änderungen an Konstruktion, Werkzeug oder Prozess dürfen nur mit aktualisierter FMEA und abgestimmter Änderungsmitteilung akzeptiert werden. Der Einkauf sollte dies im Rahmen von Due Diligence und Lieferanten-Audits stichprobenartig prüfen.

Formalismus statt Denkleistung

Zweite Gefahr: Die Bewertung wird mechanisch auf niedrige Werte „getrimmt“, um Schwellenwerte zu unterschreiten, ohne dass echte Verbesserungen umgesetzt wurden. Interdisziplinäre Teams, klare Verantwortlichkeiten und ein kritischer Blick auch auf „unwahrscheinliche“ Fehler verhindern dies. Entdeckungsmaßnahmen sollten niemals Vermeidungsmaßnahmen ersetzen.

Aktuelle Entwicklungen: AIAG-VDA, Software und Digitalisierung

Die FMEA-Methodik wurde mit dem harmonisierten AIAG-VDA-Handbuch grundlegend überarbeitet: Der Sieben-Schritt-Ansatz und die Action-Priority-Bewertung lösen vielerorts die klassische RPZ-Denke ab. Gleichzeitig setzen sich FMEA-Softwarelösungen durch, die Versionierung, Teamarbeit und Verknüpfung mit Control Plans und Anforderungen aus der Konstruktion unterstützen.

FMEA in der Lieferkette

Zunehmend wird die FMEA über die eigene Systemgrenze hinausgedacht: Lieferantenanalyse und Lieferkettenrisiken werden in die Betrachtung einbezogen, etwa Rohstoffverfügbarkeit oder logistische Störfälle. Diese Perspektive ergänzt klassische Instrumente wie Lieferantenrisiko-Scoring und Kapazitätsplanung beim Lieferanten – inklusive Feinplanung Einkaufskapazitäten in engen Marktsituationen.

FMEA und Einkaufskennzahlen verbinden

Moderne Beschaffungsorganisationen koppeln FMEA-Erkenntnisse an ihre Einkaufskennzahlen und Dashboard-Systeme, um Qualitätsrisiken sichtbar neben Kosten- und Lieferkennzahlen zu führen. So wird die FMEA vom Qualitätsdokument zum Steuerungsinstrument für Beschaffungsentscheidungen und Lieferantenentwicklungen.

Typische Kennzahlen

RPZ-Schwellenwert: häufig <= 100–125
In der Praxis übliche Handlungsgrenze; darüber sind Maßnahmen verpflichtend.

Teile-je-Million-Fehlerrate (ppm): < 50 ppm bei kritischen Teilen
Branchenabhängig; Automobilserienteile deutlich strenger.

Safe-Launch-Dauer: typischerweise 4–12 Wochen
Zeitraum erhöhter Prüftiefe nach Anlauf, danach schrittweise Reduktion.

FMEA-Aktualisierungsquote: > 95 %
Anteil FMEAs, die bei Änderungen nachvollziehbar aktualisiert wurden.

Praxisbeispiel

Ein mittelständischer Maschinenbauer beschafft ein hydraulisches Ventilgehäuse erstmals bei einem

neuen Gießerei-Lieferanten. Vor der Freigabe verlangt der Einkäufer die Prozess-FMEA des Lieferanten und stellt gemeinsam mit dem eigenen Qualitätsteam fest, dass ein Lunker-Fehler im kritischen Bereich nur durch Sperrproben entdeckt wird – ein hohes Entdeckungsrisiko. Auf Basis dieser Erkenntnis werden konkrete Gegenmaßnahmen verhandelt und dokumentiert.

- Umstellung des Gießprozesses mit zusätzlicher Simulation als Vermeidungsmaßnahme vor Freigabe.
- Vereinbarung einer Safe-Launch-Phase mit 100%-Röntgenprüfung und erweiterter Kennzeichnung für drei Monate.
- Verankerung der FMEA-Pflicht und Aktualisierungsregelung im Rahmenliefervertrag inklusive Einsichtsrecht.
- Aufnahme der Ergebnisse in das Lieferantenrisiko-Scoring und die Lieferantenklassifizierung als Grundlage künftiger Vergaben.

Fazit

Die FMEA ist für technische Einkäufer ein zentrales Instrument, um Qualitätsrisiken bei Produkten und Lieferanten strukturiert, nachvollziehbar und frühzeitig zu bewerten. Ihr Wert entsteht nicht durch das Dokument selbst, sondern durch konsequente Ableitung von Maßnahmen, deren Überwachung und die Verankerung in Verträgen und Lieferantenprozessen. Wer FMEA-Ergebnisse mit Beschaffungsentscheidungen, Lieferantenstrategie und Prüfaufwand verzahnt, reduziert Reklamationskosten und Anlaufrisiken messbar. Voraussetzung sind gepflegte, aktuelle Analysen und ein ehrlicher Umgang mit Bewertungen. In Kombination mit ergänzenden Instrumenten wie Control Plan, Safe Launch und Lieferantenaudits wird die FMEA so zu einem wirksamen Baustein modernen Risikomanagements im Einkauf.

Häufige Fragen

Was bedeutet FMEA einfach erklärt?

Die FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) ist eine Methode, mit der Teams mögliche Fehler in Produkten oder Prozessen systematisch erfassen, bewerten und vermeiden, bevor sie eintreten. Bewertet werden typischerweise Auftreten, Bedeutung und Entdeckung des Fehlers. Daraus abgeleitet werden Vermeidungs- und Prüfschritte.

Was ist der Unterschied zwischen DFMEA und PFMEA?

Die DFMEA (Design-FMEA) analysiert konstruktionsbedingte Fehler eines Produkts oder Bauteils. Die PFMEA (Prozess-FMEA) betrachtet Fehler im Fertigungs- und Montageprozess, also etwa falsche Werkzeugeinstellungen oder unzureichende Prüfschritte. In der Praxis ergänzen sich beide: Erst wenn Konstruktion und Prozess beherrscht sind, ist die Qualität stabil.

Wie wird die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet?

Klassisch multiplizieren sich die Bewertungen für Auftreten (A), Bedeutung (B) und Entdeckung (D), jeweils auf Skalen von 1 bis 10, zur RPZ mit einem Maximalwert von 1000. In der Praxis dienen Schwellenwerte als Handlungsgrenze. Das AIAG-VDA-Format ersetzt die Multiplikation durch die Action Priority (AP) mit den Stufen Hoch, Mittel und Niedrig und bewertet die Kriterien kombinatorisch.

Wann muss eine FMEA erstellt oder aktualisiert werden?

Üblich ist die Erstellung in der Entwicklungs- bzw. vor der Serienfreigabephase. Aktualisiert werden

muss sie bei jeder wesentlichen Änderung von Konstruktion, Prozess, Werkzeug oder Standort sowie nach gravierenden Fehlerfällen. Viele Kunden verlangen vertraglich die aktive Aufforderung des Lieferanten zur Aktualisierung.

Ist eine FMEA gesetzlich oder vertraglich vorgeschrieben?

Eine allgemeine gesetzliche Pflicht gibt es nicht; erforderlich kann sie sich jedoch aus Produktverantwortung und behördlichen Anforderungen in sicherheitsrelevanten Branchen ergeben. In der Automobil- und Medizintechnikindustrie ist die FMEA über Kundenstandards und Zertifizierungen vielfach vertraglich verlangt. Die konkrete Verpflichtung ergibt sich aus dem Einzelfall und sollte vertraglich geregelt werden.

Welche Vorteile hat eine FMEA für den Einkauf?

Die FMEA macht Qualitätspotenzial und Risiken eines Lieferanten transparent, bevor Reklamationen entstehen. Sie liefert Argumente für Lieferantenauswahl, Prüfaufwand im Wareneingang und Safe-Launch-Regelungen. Zudem fließen die Ergebnisse in das Lieferantenrisiko-Management und die Lieferantensegmentierung ein.