Risikobeurteilung eines Bandförderers

**Hausarbeit im Fach Risikobeurteilung**

des Studienganges Maschinenbau

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Heidenheim an der Brenz

Abgabe: 03. Dezember 2019

Bearbeitungszeitraum 10 Wochen

Matrikelnummern 5620331 (KE), 3225750 (KE), 1790705 (MT), 9269794 (MT)

Kurs TM 2018 KM

Selbstständigkeitserklärung

Studienbereich Technik

Studiengang Maschinenbau

|  |
| --- |
| ***Matrikelnummer***  ***Matrikelnummer***  3225759  ***Matrikelnummer***  ***Matrikelnummer*** |
| ***Erklärung***  *gemäß § 5 (3) der „Studien- und Prüfungsordnung DHBW Technik“ vom 01.10.2015.*  *Ich habe die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die*  *angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift* |
|  |

**Inhaltsverzeichnis**

[1 Einleitung 1](#_Toc26131587)

[2 Anforderungsliste 2](#_Toc26131588)

[3 FMEA 3](#_Toc26131589)

[3.1 Betrachtungsumfang 3](#_Toc26131590)

[3.2 Strukturanalyse 3](#_Toc26131591)

[3.3 Vorselektion 3](#_Toc26131592)

[3.3.1 Kano-Modell 4](#_Toc26131593)

[3.3.2 Paarweiser Vergleich 4](#_Toc26131594)

[3.3.3 T-Tabelle 5](#_Toc26131595)

[3.4 Funktionsanalyse 5](#_Toc26131596)

[3.5 Fehleranalyse 5](#_Toc26131597)

[3.6 Risikobewertung 5](#_Toc26131598)

[3.7 Optimierung 6](#_Toc26131599)

[4 House of Quality 8](#_Toc26131600)

[5 CE-Risikobeurteilung und Konformitätserklärung 10](#_Toc26131601)

[6 Fazit 11](#_Toc26131602)

**Anhang**

Anforderungsliste

Paarweiser Vergleich

T-Tabelle

FMEA

House of Quality

Datenblätter Wettbewerber

CE-Risikobeurteilung

CE-Konformitätserklärung

# Einleitung

Das Projekt Bandförderer birgt in seiner Neuartigkeit sowohl für den Kunden als auch für die Konstrukteure neben den Chancen auf den ersten Blick unabwägbare Risiken. Es ist allgemein bekannt, dass rund 95 % aller Projekte nicht erfolgreich sind, weshalb ein methodisches Vorgehen unabdingbar ist. Das Ziel dieser Arbeit ist es, mithilfe von Werkzeugen der Risikobeurteilung und -analyse die Anforderungen des Kunden zu spezifizieren, zu bewerten und im Voraus Aussagen über mögliche Schwierigkeiten und Risiken zu machen. Auf dieser Informationsbasis können Handlungsnotwendigkeiten und Empfehlungen abgeleitet werden sowie Entscheidungen objektiv nachvollziehbar getroffen werden. Die verwendeten Tools stammen aus der Vorlesung Risikobeurteilung und -analyse des dritten Semesters an der DHBW Heidenheim. Die bearbeiteten Tabellen finden sich im Anhang, die zugehörigen Aussagen sind in dieser Arbeit dargelegt.

# Anforderungsliste

Um die Basisanforderung und Wünsche des Kunden zu visualisieren, wurde eine Anforderungsliste erstellt. Sie gliedert sich in die verschiedenen Rubriken der Antriebstrommel, die auch für den Kunden von Bedeutung sind. Neben den konstruktiven Anforderungen sind auch funktionelle Anforderungen aufgelistet. Zudem erkennt man, wer für die jeweilige Anforderung zuständig ist. Anhand der Eintragung „Forderung“ oder „Wunsch“ wird erkennbar, wie erforderlich die Erfüllung einer Anforderung ist. Die Basisanforderungen stehen in den folgenden Kapiteln nicht zur Diskussion. Bei den mit „Wunsch“ gekennzeichneten Anforderungen ist jedoch im Rahmen des Budgets und Aufwands sowie anhand der Wichtigkeit zu präzisieren, ob und in welchem Ausmaß die Spezifikation erfüllt werden soll.

Während einige Grundanforderungen an die Geometrie zwingend erforderlich sind, weil sie vom Kunden in der Aufgabenstellung präzisiert wurden (zum Beispiel der Trommeldurchmesser oder die Motorposition), sind andere geometrische Anforderungen (z.B. die Kettenlänge) variabel.

Vor allem die Sicherheitsanforderungen und Termine sind Basisanforderungen, die in keinem Fall abgeändert werden dürfen. Auch die Antriebsart ist bereits vorgegeben. Die Forderung nach dem Herstellverfahren der Lagerböcke rührt von der Tatsache her, dass eine bestehende, vor kurzem gekaufte Anlage genutzt werden soll. Außerdem hat der Kunde schlechte Erfahrungen mit Lebenszeitschmierungen gemacht, weswegen eine Nachschmierung vorgesehen werden soll. Weiterhin soll dafür der bereits im Fettlager vorhandene Schmierstoff verwendet werden, um Verwechslungen zu vermeiden und übermäßigen Lagerbeständen vorzubeugen.

An die Umgebungsanpassungen werden einige Basisanforderungen gestellt, die den geplanten Aufstellort der Anlage berücksichtigen. Die als Wunsch gekennzeichneten Umgebungsanpassungsanforderungen könnten durch Abschirmung bzw. Isolierung realisiert werden, würden jedoch durch eine durchdachte Konstruktion wegfallen.

Die Anforderungsliste dient als Basis für den paarweisen Vergleich.

# FMEA

Um das Risiko bei einer Neuproduktentwicklung zu reduzieren, wird eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse durchgeführt. Dabei wird das gesamte Produkt analysiert und im Team durchgeführt. Es werden Funktionen untersucht, die bei Versagen zum Scheitern des Produktes führen.

## Betrachtungsumfang

Im ersten Schritt der FMEA wird der Betrachtungsumfang festgelegt.

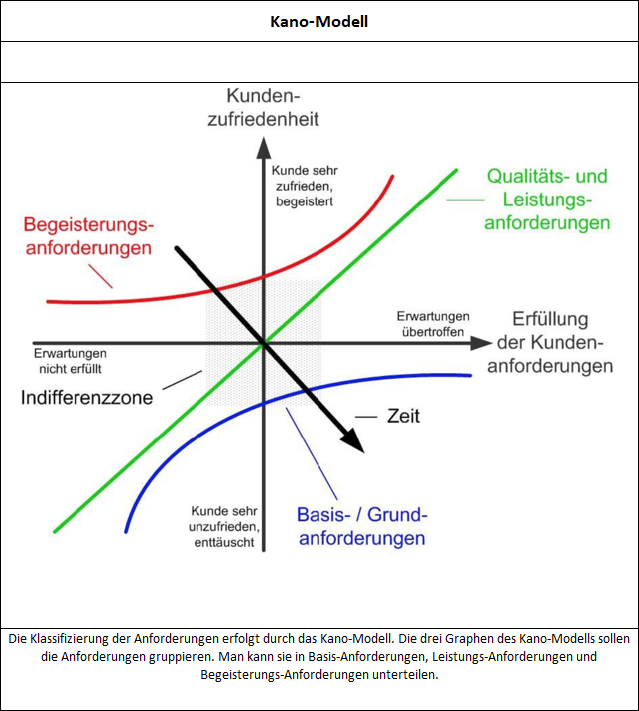
## Strukturanalyse

Die Strukturanalyse dient dazu eine Systemstruktur zu ermitteln. Diese Visualisierung ist im Anhang zu finden.

## Vorselektion

In der Vorselektion werden komplexe Zusammenhänge auf wichtige und kritische Punkte reduziert. Hierfür wurde das KANO-Modell, der Paarweise Vergleich und eine T-Tabelle erstellt.

### Kano-Modell



Die Klassifizierung ist in der letzten Spalte der Anforderungsliste zu finden.

### Paarweiser Vergleich

Mit der Methode des Paarweisen Vergleichs werden nun die Wunschanforderungen aus der Anforderungsliste miteinander verglichen, um Spezifikationen mit besonders hohem Stellenwert herauszufiltern. Jeweils zwei Anforderungen werden direkt gegenübergestellt, um ihre Wichtigkeit zueinander festzustellen. Aus den von mehreren Gruppenmitgliedern demokratisch und in Diskussion ermittelten Zahlenwerten (2 = wichtiger, 1 = gleich wichtig, 0 = weniger wichtig) wird die Summe sowie ein normierter Faktor gebildet. Die zehn Spezifikationen mit den höchsten normierten Faktoren und damit höchster Priorität werden in die T-Tabelle übernommen, in der sie weiter bewertet werden.

### T-Tabelle

In der T-Tabelle werden zunächst die wichtigsten variablen Anforderungen im Vergleich zu den in der Konstruktion vorhandenen Funktionen betrachtet. Eine Funktion ist eine zu erfüllende Aufgabe des Gesamtsystems. Anschließend wird analysiert, welche Auswirkung eine Funktion auf die Spezifikation hat.

## Funktionsanalyse

1-4 Matthias

## Fehleranalyse

Die FMEA-Tabelle ist ein Werkzeug, um strukturiert auf Fehlersuche zu gehen. Begonnen wird mit der für den Kunden sichtbaren Auswirkung auf die Funktion des Produkts oder auf die Erfüllung der Anforderungen. Sodann folgt der Grund/ die Gründe dafür. Gibt es mehrere Gründe, werden sie in einzelnen Zeilen aufgetragen. Für jeden Grund gibt es einen oder mehrere Ursachen. Diese sollen mit der 5W-Methode, dem fünfmaligen Fragen nach dem Warum, bis zur Wurzel hin verfolgt werden, damit diese Wurzel des Fehlers beseitigt werden kann. Es ergeben sich Fehler-Folge-Ursache-Ketten.

Um eine möglichst umfassende Betrachtung aller relevanten Auswirkungen zu erhalten, ist die vorher erarbeitete Funktions- und Strukturanalyse hilfreich.

## Risikobewertung

Für jede Fehler-Folge-Ursache-Kette ist eine Bewertung des sich daraus ergebenden Risikos durchzuführen. Als Bewertungskriterien gelten die Schwere des Fehlers (1=niedrig, 10=sehr hoch), die Auftrittswahrscheinlichkeit (1=unwahrscheinlich, 10=wahrscheinlich) und die Entdeckungswahrscheinlichkeit (1=wahrscheinlich, 10= unwahrscheinlich). Fehler mit der Auswirkung einer Schädigung auf den Menschen sind als besonders schwer einzustufen. Die Multiplikation der drei Parameter ergibt die Risikoprioritätszahl. Außerdem wird eine Aufgabenpriorität (high, middle, low) anhand von bestimmten Zahlenkombinationen vergeben, um besonders kritische Punkte hervorzuheben. Im Fall des Bandförderers sind das Hineinziehen von Kleidung oder Gliedmaßen und die Umweltgefährdung durch auslaufendes Öl als besonders hoch priorisiert und müssen deshalb auf jeden Fall durch Maßnahmen angegangen werden.

## Optimierung

Diejenigen Fehler-Folge-Ursache-Ketten, deren Aufgabenpriorität als M (mittel) oder H (hoch) eingestuft wurde, müssen primär auf Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung untersucht werden. Diese Maßnahmen sind in einer weiteren Spalte der FMEA-Tabelle eingetragen. Anschließend erfolgt eine Zweitbewertung der drei Kriterien „Schwere“ (unverändert), „Auftrittswahrscheinlichkeit“ und „Entdeckungswahrscheinlichkeit“. Daraus ergibt sich eine neue Risikoprioritätszahl und eine neue Aufgabenpriorität, die niedriger sein sollte als die ursprüngliche Zahl.

**Gebots-, Verbots- und Warnzeichen**

Manche der als mittel oder hoch eingestuften Fehler-Folge-Ursachen-Ketten können nicht durch konstruktive oder routinemäßige Änderungen gelöst werden; ihre Risikoprioritätszahl sinkt nicht oder kaum. Für diesen Rest-Anteil des Risikos sind Warnzeichen auf der Anlage anzubringen. Eine Auflistung der ermittelten Warn-, Gebots- und Verbotszeichen ist im Anhang zu finden.

**Das Pareto-Diagramm**

Das Pareto-Diagramm ist im Anhang zu finden.

Im Balkendiagramm sind die Risikoprioritätszahlen sowie der Beitrag zum Gesamtrisiko in Prozent der einzelnen Fehler-Folge-Ursache-Ketten auf der y-Achse aufgetragen. Jeder Balken steht für eine Fehler-Folge-Ursache-Kette, deren fortlaufende Nummer unter dem Balken angegeben ist. Die Zahl über dem Balken gibt die absolute Risikoprioritätszahl an. Neben der Erstbewertung in blau ist die Zweitbewertung in grün aufgetragen. Es wurden nur Maßnahmen mit der Aufgabenpriorität H (hoch) und M (mittel) neu bewertet.

Das Pareto-Diagramm macht sichtbar, welche Maßnahmen zur Umsetzung des 80-20-Prinzips zuerst erledigt werden sollten. Alle Fehler-Folge-Ursache-Ketten werden hinsichtlich ihres Beitrages zum Gesamtrisiko klassifiziert. Ganz links stehen diejenigen mit der höchsten Risikoprioritätszahl bei der Erstbewertung. Im konkreten Fall müssten 19 von 52 Fehler-Folge-Ursache-Ketten beseitigt werden (=37%), um 80% des Zieles zu erreichen. Dies entspricht nicht dem Optimum von 20%, weil viele kleinere Fehler bereits vor der FMEA konstruktiv gelöst wurden und somit nicht in der Liste erscheinen. Für die restlichen 20% würde ein wesentlich größerer Aufwand anfallen, weswegen außer in Fällen höchster Priorität darauf verzichtet wird, die Fehler-Folge-Ursache-Ketten anzugehen.

# House of Quality

Im House of Quality werden die einzelnen Schritte der QFD dokumentiert.

Quality Function Deployment (QFD) ist eine Methode, um Kundenwünsche und Kundenanforderungen in konkrete Leistungen eines Unternehmens und in Funktionen eines Produkts zu übersetzen. Diese Methode leitet in mehreren Schritten aus einer einzelnen Kundenanforderung ab, welches Produktmerkmal, welche Funktion oder welches Leistungsmerkmal wie konstruiert, verändert verbessert werden muss, um die Kundenanforderung zu erfüllen.

Quality: Instrumentarium zur kundengerechten Planung und Entwicklung von Qualitätsmerkmalen

Function: Sicherung der Q-Merkmale durch interdisziplinäre Zusammenarbeit im ganzen Unternehmen

Deployment: „Truppen in Stellung bringen “ (Bündelung der Kräfte) um die Q-Ziele auf allen Ebenen zu erreichen.

Zu Beginn werden die Kundenanforderungen gesammelt (Paarweiser Vergleich). Diese werden nach dem Ergebnis des paarweisen Vergleichs gewichtet. Außerdem wird das Produkt mit Wettbewerbsprodukten und Vorgängerprodukten verglichen. Mit einer Bewertung von eins bis drei erkennt man den Grad der Erfüllung der Kundenanforderungen für jede Variante. Nach der Auswertung erkennt man die Beziehungen zwischen den Kosten, der Komplexität, Herstellverfahren und Möglichkeiten für das Lösen der eventuell auftretenden Probleme.

Die Bewertungen der Erfüllung der Kundenanforderung werden addiert, daraus ergibt sich ein Summenprodukt im Zusammenspiel mit der Bewertung aus der T-Tabelle. Die grün markierten Felder sind diejenigen Produkte, die die Spezifikationen am besten erfüllen.

Die technische Bedeutung eines Wunsches ist am höchsten, wenn die Zahl der „technischen Bedeutung (Kunde)“ am höchsten ist. Hier ist im konkreten Fall der Motor am wichtigsten für den Kunden. Als eher unwichtig haben sich die Trommel und die Lagerböcke herausgestellt. Dies lässt sich auch logisch bestätigen, da die Trommel und die Lagerböcke einer Basisanforderung entsprechen und somit die Begeisterung des Kunden nicht wecken können (d.h. in den aufgeführten Spezifikationen nicht erfasst sind).

Das Dach des HoQ beschreibt die Abhängigkeiten der Funktionen voneinander. Beim Vergleichen der Gruppen miteinander wird ein +, - oder eine 0 eingetragen. Das Plus oder Minus beschreiben eine positive oder eine negative Abhängigkeit. Bei einer Null besteht keine Abhängigkeit voneinander. Zum Beispiel hat eine Änderung der Welle unter Umständen einen negativen Einfluss auf den Motor. Jedoch hat die Änderung der Abdichtung eine positive Wirkung auf die Lagerböcke.

Am rechten Rand sind verschiedene Produkte in Abhängigkeit der erfüllten Kundenanforderungen dargestellt. Je höher die Zahl, desto besser wurde die Kundenanforderung erfüllt. Als vergleichbare Produkte zum Beurteilen wurden zwei Wettbewerbsförderbänder kategorisiert. Im House of Quality für das Produkt Bandförderer erfüllt das eigene Produkt die von uns erstellten Kundenanforderungen am besten.

# CE- Konformitätsbewertung und -erklärung

Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Inverkehrbringer, dass das Produkt den geltenden Anforderungen entspricht.

Somit gelten in Europa einheitliche sicherheitstechnische Bestimmungen für unterschiedlichste Produkte.

Das CE-Zeichen bringt der Hersteller in den meisten Fällen selbst an. Nur in Ausnahmefällen muss eine externe Zertifizierungsstelle beigezogen werden.

Durch die Kennzeichnung in Kombination mit der Konformitätserklärung bestätigt der Hersteller, dass alle auf das Produkt zutreffenden CE-Vorschriften erfüllt wurden.

Man beginnt bei der CE-Konformitätsbewertung mit der Klärung wichtiger Fragen, wie beispielsweise vorhersehbare Fehlanwendung und Risiken. Im Anschluss werden die Lebensphasen, Personenkreise, die mit dem Produkt in Berührung kommen könnten, und die Tätigkeiten, die mit dem Produkt durchgeführt werden, analysiert. Es folgt die Risikoanalyse und Risikobewertung. Bei hoch bewerteten werden Maßnahmen formuliert. Dabei wird zuerst versucht das Risiko durch konstruktive Veränderungen zu senken. Ist dies nicht zielführend, so wird die technische Schutzvorrichtung der Maschine erweitert. Sollte auch dies nicht ausreichend sein, so steht als letzter Schritt eine Markierung der Maschine mit Warnhinweisen, ein Warnhinweis in der Bedienungsanleitung oder, wenn dies sinnvoll ist, eine Schutzausrüstungsvorschrift an. Nach der Optimierung folgt eine Zweitbewertung. Besteht danach bei manchen Punkten immer noch hohe Risiken, so wird erneut versucht passende Maßnahmen zu treffen. Hierbei muss allerdings auf Faktoren wie Geld, Zeitdauer, technische Komplexität und Umsetzbarkeit Rücksicht genommen werden. Es kann also vorkommen, dass am Ende immer noch ein Restrisiko bestehen bleibt.

# Fazit

Die Durchführung einer Risikoanalyse können Problemstellen eines Projekts offenbart werden. Das Projekt schafft somit einerseits Transparenz bezüglich der Aufgabenstellung, andererseits wird ein angemessenes Sicherheitsniveau durch die Auswahl wirtschaftlicher Maßnahmen geschaffen.

Die Risikobeurteilung erschien bei der Entwicklung des Förderbands sinnvoll, da hier viele Vorsichtsmaßnahmen und Sicherheitsprobleme auftreten. Durch die FMEA konnte man die Ursachen und Folgen erkennen. Bestimmte Maßnahmen unterbinden die Probleme. Man erkannte außerdem die enormen unterschiede zu den bereits entwickelten Produkten im House of Quality. Es folgt daraus, dass unser Produkt fortschrittlich konstruiert wurde.