



# FMEA

## Fehlermöglichkeiten u. Einflussanalyse

Einführung .....	2
Ziel und Nutzen.....	2
Grundlagen .....	2
Einführung in die FMEA-Methode .....	2
Die 7 Schritte der FMEA.....	3
Das 3-Ebenen Modell.....	4
Das FMEA-Formblatt.....	4
Besondere Merkmale .....	6
FMEA in Visual-XSel 2026 SysAnalysis & DatExplorer .....	7
Fehlerbaum .....	8
Editieren von Einträgen .....	9
Definition von Auftreten A bzw. der Auftretenswahrscheinlichkeit.....	10
Die Risikomatrix - Zusammenfassung der Einträge .....	11
Grafischer Fehlerbaum im Hauptfenster .....	12
Grafische Darstellung des Strukturbaums .....	13
Import von externen Excel-Formblättern .....	14
KI-Unterstützung .....	16
Anlage.....	18

### Voraussetzung und verwandte Themen

Für diese Beschreibungen sind Grundlagen der Statistik vorteilhaft. Weiterführende und verwandte Themen sind unter:

[www.versuchsmethoden.de/Fehlerbaumanalysye.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Fehlerbaumanalysye.pdf)

[www.versuchsmethoden.de/Systemanalyse.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Systemanalyse.pdf)

### Keywords:

FMEA, Design-FMEA, Prozess-FMEA, Risikoanalyse, VDA, AIAG, Excel, Formblatt, Strukturbaum, FTA, Fehlerbaum, Fehleranalyse, Bedeutung, Auftreten, Entdeckung, Import, Export, Besondere Merkmale, KI, P-Diagramm, Software, Visual-XSel

## Einführung

FMEA steht für Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse und ist eine systematische, präventive Methode zur Risikoanalyse in Produkten und Prozessen. Ziel ist es, potenzielle Fehlerarten frühzeitig zu erkennen, ihr Risiko zu bewerten und Gegenmaßnahmen festzulegen, bevor es zu Ausfällen beim Kunden kommt.

Anwendungsbereiche sind:

- Entwicklung neuer Produkte (D-FMEA), um Schwachstellen im Entwurf rechtzeitig zu finden.
- Planung und Optimierung von Prozessen (P-FMEA), z.B. in Fertigung und Montage.
- Besonders verbreitet ist die Methode in der Automobilindustrie, in der Luft- und Raumfahrt sowie Medizintechnik, zunehmend aber auch in anderen Branchen.

## Ziel und Nutzen

Frühzeitige Fehlervermeidung senkt Reklamations-, Rückruf- und Nacharbeitskosten und erhöht die Zuverlässigkeit.

Verbesserung von Produkt- und Prozessqualität sowie Nachweis eines risikobasierten Vorgehens im Qualitätsmanagement

Gefordert bei Zertifizierungen durch die ISO 9001 und der IATF 16949. Seit 2019 gibt es einen internationalen [AIAG/VDA-FMEA-Standard](#).

In den folgenden Grundlagen werden nur die grundsätzlichen Punkte der FMEA kurz beschrieben. Für weitere Details sei auf die weit verbreitete Literatur zu diesem Thema verwiesen und insbesondere auf den [AIAG/VDA- FMEA-Standard](#).

## Grundlagen

### Einführung in die FMEA-Methode

Eine am meisten angewendete Eingangsmethode für die FMEA ist das sogenannte P-Diagramm. Das P-Diagramm (Parameter-Diagramm) ist ein zentrales Hilfsmittel in der Planungsphase der FMEA und liefert die strukturierte Grundlage für die nachfolgenden Analysen. Es visualisiert Eingänge, Ausgänge, Funktionen, Steuergrößen und Störfaktoren eines Systems, wodurch potenzielle Fehlerquellen systematisch identifiziert werden können. Störgrößen und Fehl-Outputs aus dem P-Diagramm werden zu Ursachen und Folgen in der FMEA, sodass die sogenannte Risikobewertung (RPZ) gezielt auf reale Einflüsse fokussiert ist

Eine ideale Ergänzung ist aber auch die Anwendung einer [QFD](#). Diese übersetzt Kundenanforderungen in technische Merkmale, die FMEA analysiert anschließend die Risiken bei deren Umsetzung. Die QFD fokussierte die Risikoanalyse auf das, was für den Kunden am wichtigsten ist, und verringert den Aufwand bei der FMEA-Erstellung.

## Die 7 Schritte der FMEA

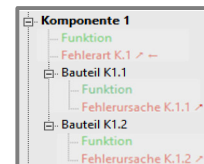
Nach dem [AIAG/VDA-FMEA-Standard](#) sind die 7 Schritte der FMEA:

### 1. Planung und Vorbereitung (Scoping)

Festlegen von Zweck, Betrachtungsumfang, Systemgrenzen, Team, Zeitplan und Hilfsmitteln der FMEA.

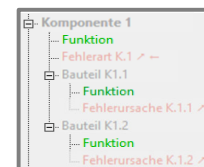
### 2. Strukturanalyse

Aufbau des Systems, des Produktes oder des Prozesses in einen Strukturbaum (Baugruppen, Komponenten, Prozessschritte).



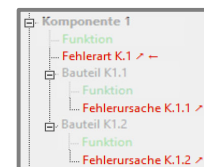
### 3. Funktionsanalyse

Beschreibung der **Funktionen** der Strukturelemente und ihrer Schnittstellen als Grundlage für die spätere Fehlerbetrachtung.



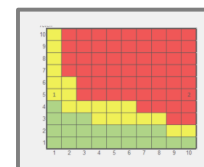
### 4. Fehleranalyse

Identifikation möglicher Fehlermodi, ihrer Ursachen und Folgen für jedes Element bzw. jeden Prozessschritt.



### 5. Risikoanalyse und Risikomatrix

Bewertung der erkannten Fehlermodi nach Bedeutung, Auftretenswahrscheinlichkeit und Entdeckbarkeit und Festlegung der Aufgabepriorität **AP**.



### 6. Optimierung

Ableitung, Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Risikoreduzierung (Vermeidung und Entdeckung), anschließend Neubewertung.


### 7. Ergebnisdokumentation

Zusammenfassung und Dokumentation der Risiken, Bewertungen und Maßnahmen, inklusive Wirksamkeitsprüfung und Lessons Learned für zukünftige Projekte.

Im Punkt 6 wird das sogenannte FMEA Formblatt gezeigt. Dieses ist die klassische Darstellung der FMEA. Viele kleinere Projekte werden oft über Excel-Formblätter bearbeitet. Im späteren Kapitel wird gezeigt, wie man aus einem bestehenden Excel-Formblatt einen Strukturbaum erstellt, mit dem man alle weiteren Bearbeitungen vornehmen kann.

Neben den gezeigten 7 Schritten gibt es noch den Fehlerbaum, der Toolseitig die Brücke von der [Fehleranalyse](#) in das FMEA Formblatt bildet und der ebenfalls eine wichtige Dokumentation darstellt.

Im Weiteren werden zunächst die wichtigsten Bestandteile der FMEA erläutert:

### Das 3-Ebenen Modell

Die Strukturanalyse in Schritt 2 behandelt:

- 1.) Systemebene oder Subsystem (z.B. Getriebe)
- 2.) Komponente oder Schnittstelle (z.B. Kupplung)
- 3.) Bauteilebene, Merkmale oder Eigenschaften (z.B. Reibbelag)

Der nächste Schritt 3 ordnet dazugehörig Funktionen und Anforderungen zu

- 1.) Funktion und Hauptanforderung (z.B. Drehzahlübersetzung)
- 2.) Funktion der Komponente und deren Anforderungen (z.B. Kraftschluss bilden)
- 3.) Funktion und Anforderung der Merkmale (z.B. Reibwert)

Nach der Festlegung der Funktionen erfolgt in Schritt 4 die Analyse der Fehlermöglichkeiten

1. Fehlerfolge (z.B. was ist die Folge des Ausfalles des Getriebes)
2. Fehlerart (z.B. Kupplung rutscht durch)
3. Fehlerursache (z.B. Reibbelag verschliessen)

Schritt 4, die Fehleranalyse ist der wichtigste Bearbeitungsschritt der FMEA. Im FMEA-Formblatt müssen immer Fehlerfolge, Fehlerart und Fehlerursache behandelt werden. Man bezeichnet dies auch als Fehlerfolgenkette. Oft reduziert man jedoch aus Platzgründen die Tabellenspalten auf die Bauteilebene und deren Funktionen.

### Das FMEA-Formblatt

Das folgende Beispiel zeigt ein solches typisches FMEA-Formblatt mit den weiteren Spalten der Vermeidung der Fehlerursache und deren Entdeckungsmöglichkeiten:

Struktur	Fehleranalyse					Aktueller Stand				
	Bauteil/Merkm.	Fehlerfolge	B	Fehlerart	K	Fehlerursache	Vermeidung	A	Entdeckung	E
Schnecke	Langsame Bew.		schwergängig		Reibung hoch	Schmierung		Drehm. messen		

Annotations: übergeordnete Struktur (dashed arrow from 'Struktur' to 'Bauteil/Merkm.'). Bedeutung (arrow from 'B' to 'Fehlerfolge'). Kennzeichng. bes. Merkmale (arrow from 'K' to 'Fehlerart'). Auftretenswahrscheinlichkeit (arrow from 'A' to 'Vermeidung'). Entdeckung (arrow from 'E' to 'Entdeckung').

Für die spätere Analyse gibt es 3 Kennzahlen:

- B : Bedeutung
- A : Auftreten
- E : Entdeckung

Jede Kennzahl hat eine Abstufung von 1..10, siehe Anhang. Aus dem Produkt dieser 3 Kennzahlen errechnet sich eine sogenannte Risikoprioritätszahl, kurz RPZ. Diese hat etwas an Bedeutung verloren und man konzentriert sich heute mehr auf das Produkt  $B \times A$  und der daraus gebildeten sogenannten Aufgaben-Priorität AP. Hier gibt die Einstufung H (hoch), M (mittel) und N (niedrig). Es wird empfohlen, dass mindestens bei der Bedeutung der Fehlerfolgen von 9-10 und der Aufgabenpriorität hoch und mittel eine Überprüfung einschließlich getroffener Maßnahmen erfolgen soll. Zu weiteren Informationen hierzu sei auf den [AIAG/VDA-FMEA-Standard](#) oder auf die allgemein verfügbare Literatur verwiesen.

### **Bedeutung B**

Die Bedeutung bewertet die schwerwiegendste Fehlerfolge für den Ausfall der Funktion auf der Systemebene. Dies erfolgt ohne Berücksichtigung des Auftretens oder der Entdeckungswahrscheinlichkeit. Beispiel: Aufgrund des Durchrutschens der Kupplung ist die Beschleunigung des Fahrzeuges aus einer Gefahrensituation unzureichend.

### **Auftretenswahrscheinlichkeit A**

Hier bewertet man nicht, wie oft der Fehler insgesamt passiert, sondern wie wahrscheinlich es ist, dass die **spezifische Ursache** eintritt und somit den Fehler auslöst.

- **Frage:** Wie oft tritt die Ursache unter Berücksichtigung der aktuellen Vermeidungsmaßnahmen auf?
- **Fokus:** Prävention (z. B. robustes Design, Wartungsintervalle).

### **Entdeckungswahrscheinlichkeit E**

Dies ist oft ein Punkt für Missverständnisse. In der aktuellen harmonisierten FMEA (AIAG & VDA) bezieht sich die Entdeckung auf zwei Szenarien:

1. Die Entdeckung der **Ursache**, bevor der Fehler überhaupt entsteht.
2. Die Entdeckung der **Fehlerart**, die durch diese Ursache hervorgerufen wurde. Möglichkeiten sind z. B. Sensoren, Endprüfungen, Sichtkontrollen, etc.).

Auftreten **A** und die Entdeckung **E** beziehen sich primär auf die **Fehlerursache**.

Neben diesen 3 Kennzahlen gibt es noch eine Kennzeichnungsspalte K, die z.B. für sogenannte Besondere Merkmale genutzt werden kann:

## Besondere Merkmale

Besondere Merkmale, kurz BM, werden primär der zugehörigen Funktionen und deren technischen Realisierungen (Merkmale) auf der Ebene der Fehlerursache zugeordnet.

Es gibt die Einstufungen:

BM-S : Sicherheitsrelevant

BM-F : Funktion

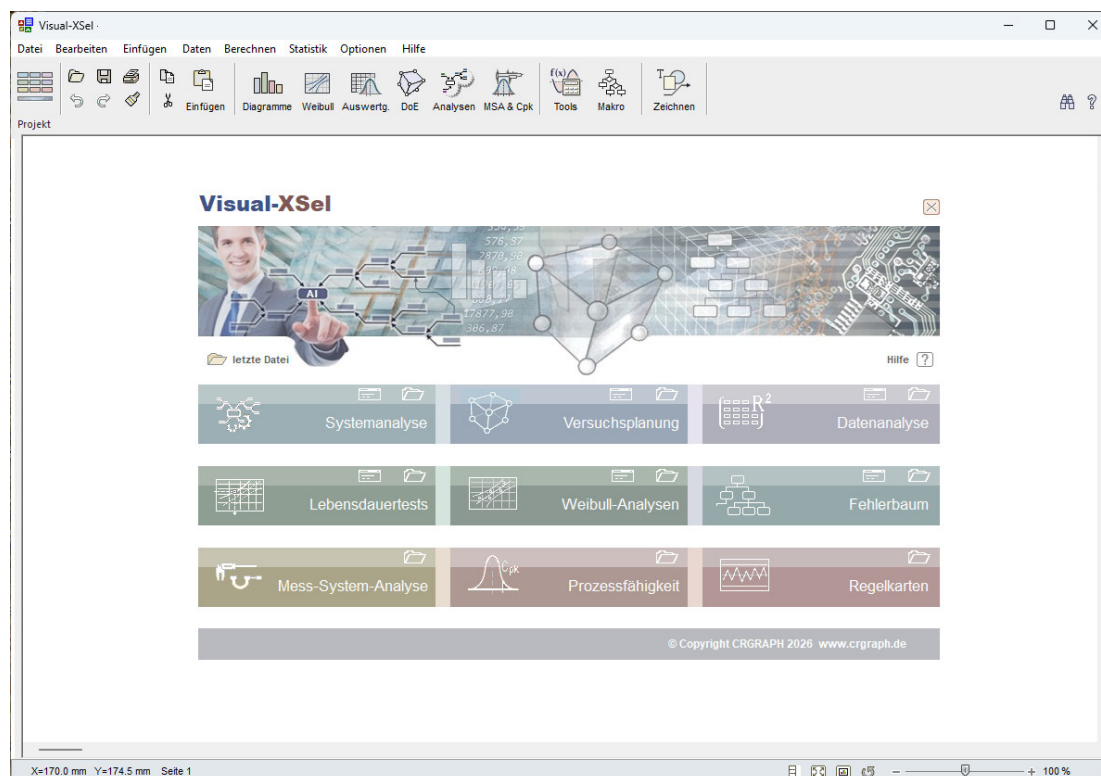
BM-Z : Zulassungsrelevant, Einhaltung von Gesetzen oder BM-L für Legal

Design-FMEA (Produkt): Hier kennzeichnet das BM eine kritische Eigenschaft der Geometrie oder des Materials (z. B. eine Passung).

Prozess-FMEA (Herstellung): Hier bezieht sich das BM oft auf einen Prozessparameter (z. B. Drehmoment oder Temperatur), der direkt das Produktmerkmal beeinflusst.

Weitere Informationen sind dem [VDA-Band Prozessbeschreibung Besondere Merkmale \(BM\)](#) zu entnehmen. In diesem Zusammenhang sei auch auf die sogenannten [Zuverlässigkeits-Indikatoren](#) verwiesen.

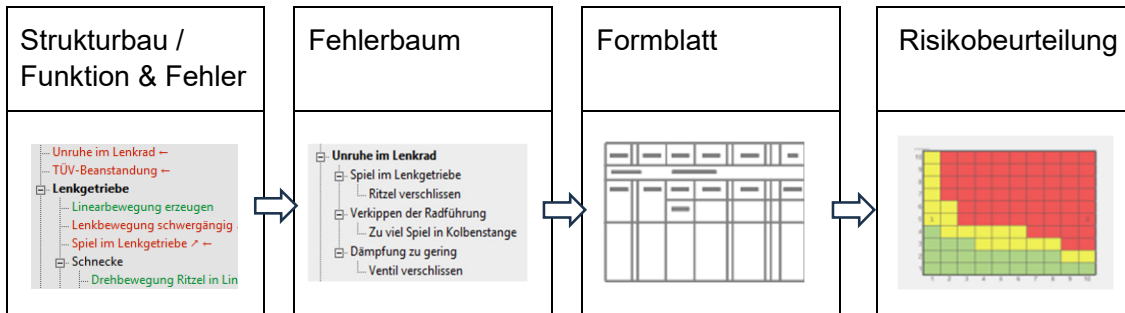
Im Folgenden wird die Vorgehensweise in Visual-Xsel 2026 beschrieben



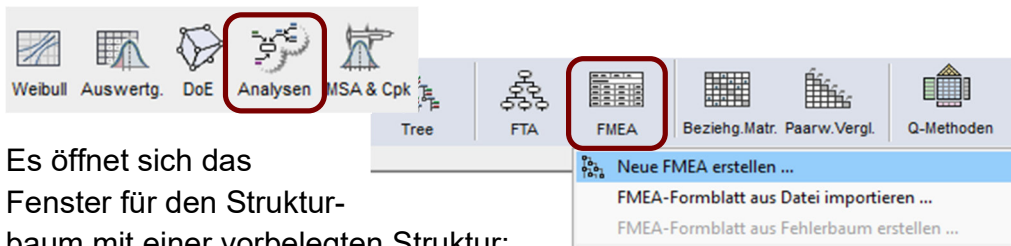
## FMEA in Visual-XSel 2026 SysAnalysis & DatExplorer



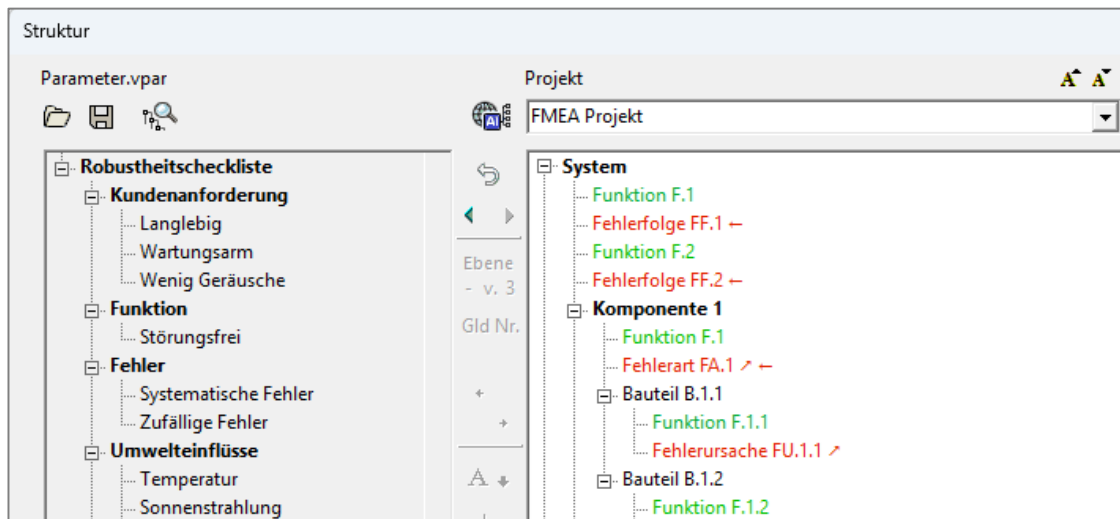
In Visual-XSel wird eine FMEA über folgende Schritte erstellt und bearbeitet:



Im Hintergrund werden für Struktur- und Fehlerbaum Gliederungen in der Tabelle angelegt. Der Einstieg erfolgt über die Ikone Analyse



Es öffnet sich das Fenster für den Strukturbau mit einer vorbelegten Struktur:



Auf der linken Seite gibt es die Parameterbibliothek für die wichtigsten technischen Einflussgrößen. Am Ende befindet sich die Robustheitscheckliste, auch das sogenannte P-Diagramm genannt (die kleine Schwester der FMEA). Diese Parameterbibliothek kann auch durch eine eigene Auswahl ersetzt werden.

Die schwarzen Titel stellen die Komponenten und Bauteile dar, die grünen die Funktionen und die roten die Fehler.

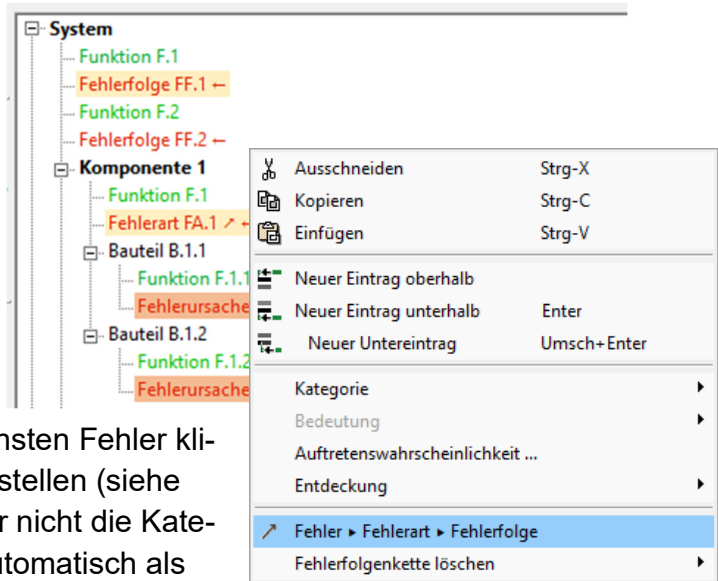
Die Festlegung erfolgt über die rechte Maustaste und den Menüpunkt Kategorie.



Die Fehlerfolgenkette erstreckt sich hier über verschiedene Ebenen bis zu Fehlerfolge FF.1 auf der Systemebene oben. Fährt man mit der Maus über die Einträge, werden die Verknüpfungen entsprechend angezeigt. Wo es welche gibt, wird auch grundsätzlich mit kleinen Pfeilen am Ende angezeigt. Eine neue Fehlerkette kann durch die rechte Maustaste und den Menüpunkt

**Fehler ▶ Fehlerart ▶ Fehlerfolge**

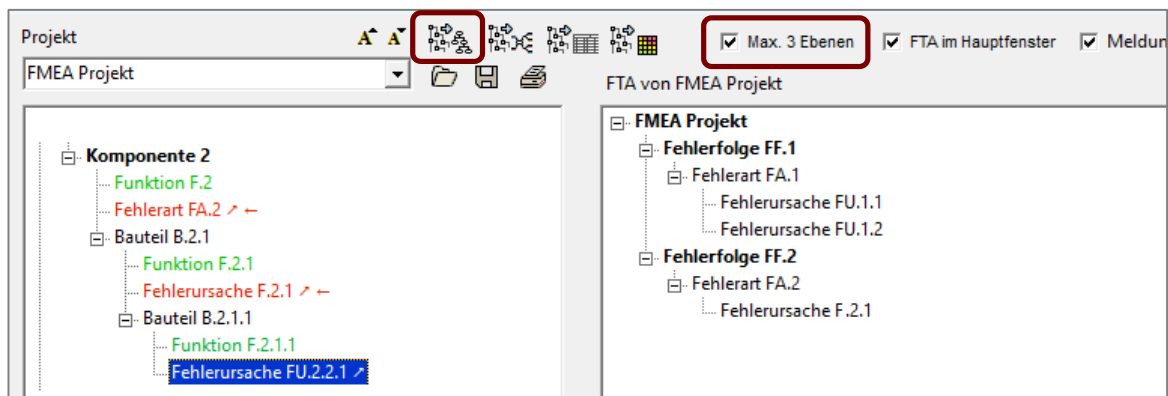
gebildet werden. Dabei ändert sich der Mauszeiger zu einem großen Pfeil mit dem man dann auf den nächsten Fehler klicken muss, um die Fehlerkette zu erstellen (siehe oberes Bild). Sollte ein Eintrag bisher nicht die Kategorie Fehler sein, so wird das Ziel automatisch als Fehler gesetzt.



Die Frage ist, wie definiert wird, was hier Fehlerursache, Fehlerart und Fehlerfolge ist. Es hängt davon ab, ob es mehr als 3 Ebenen gibt.

### Fehlerbaum

Die aktuell vorhandenen Ebenen lassen sich am besten über den [Fehlerbaum](#) erkennen (hierzu Ikone FTA drücken).



Ist die Option „Max. 3 Ebenen“ gesetzt, so werden nur die 3 höchsten Fehlerebenen verwendet. Die Fehlerursache FU 2.2.1 wird nicht berücksichtigt. Dabei ist wichtig, dass die Auftretenswahrscheinlichkeit A in der Fehlerursache F.2.1 zu definieren ist.

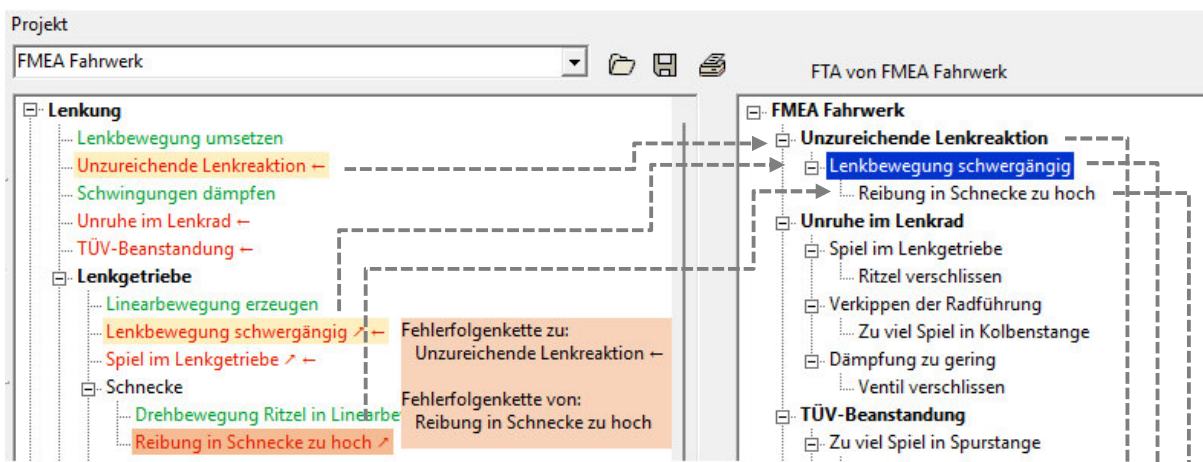
Ist die Option „FTA im Hauptfenster“ gesetzt, erfolgt gleichzeitig eine grafische Ausgabe im Hauptfenster. Mehr dazu in einem späteren Kapitel.

Ist die Option „Max. 3 Ebenen“ nicht gesetzt, werden die Ebenen beginnend von der untersten Ebene verwendet. Das führt dazu, dass Fehlerart FA.2 nun zur Fehlerfolge wird und dass die Bedeutung B aus der Fehlerart FA.2 zu definieren ist.

Bauteil / Merkmal / Schnittstelle	Mögliche Fehlerfolge	B	Mögliche Fehlerart	K	Mögliche Fehlerursache
Bauteil B.1.1	Fehlerfolge FF.1	10	Fehlerart FA.1		Fehlerursache FU.1.1
Bauteil B.1.2	Fehlerfolge FF.1	10	Fehlerart FA.1		Fehlerursache FU.1.2
Bauteil B.2.1.1	Fehlerart FA.2	1	Fehlerursache F.2.1		Fehlerursache FU.2.2.1

Zu empfehlen ist diese Vorgehensweise nur in Sonderfällen, wie z.B. wenn man von einem eigenständigen Fehlerbaum im Hauptfenster ohne Strukturbaum das FMEA-Formblatt erstellt.

Folgendes Beispiel für eine Fahrwerk-FMEA zeigt das „normale“ 3-Ebenen-Modell:



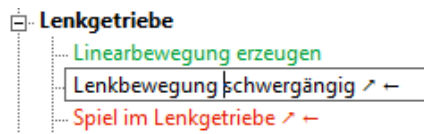
ergibt folgendes Formblatt:

Bauteil / Merkmal / Schnittstelle	Mögliche Fehlerfolge	B	Mögliche Fehlerart	K	Mögliche Fehlerursache
Schnecke	Unzureichende Lenkreaktion	8	Lenkbewegung schwergängig		Reibung in Schnecke zu hoch
Ritzel	Unruhe im Lenkrad	4	Spiel im Lenkgetriebe		Ritzel verschlissen
Kolbenstange	Unruhe im Lenkrad	4	Verkippen der Radführung		Zu viel Spiel in Kolbenstange

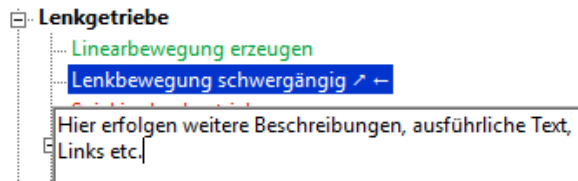
### Editieren von Einträgen

Um im Strukturbaum, oder in der Parameter-Bibliothek Texte zu ändern, muss man auf einen bestehenden Texteintrag langsam einmal mit der Maus klicken. Der Text wird dann umrahmt:

Einfacher Mausklick



Doppelklick



Auf der rechten Seite ist zu sehen, wie sich ein weiterer Eingabebereich öffnet, wenn man auf den Texteintrag einen Doppelklick macht. Hier lassen sich unbeschränkte Textbeschreibungen eingeben, Links zu anderen Dokumenten oder zu Web-Seiten definieren.

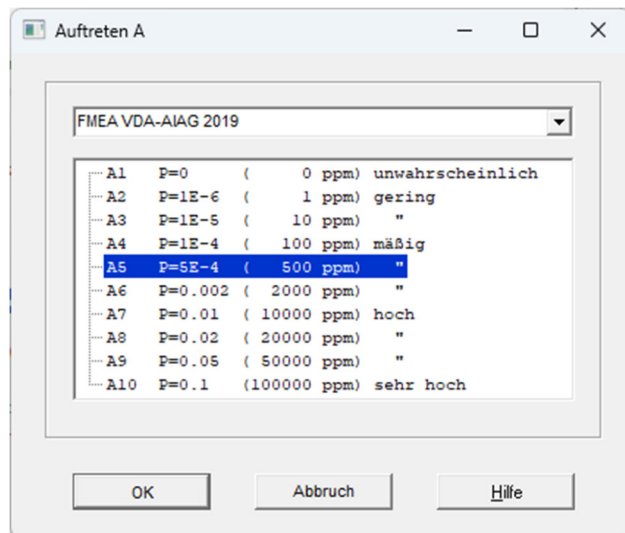
Zu beachten ist, dass der reguläre Texteintrag von der Länge her im Fehlerbaum beschränkt ist. Dort werden Überhänge des Texteintrages in den Kommentarbereich verschoben, wenn dieser zu groß ist. Die Texteinträge sollten deshalb möglichst kurz und prägnant sein. Das schafft auch eine bessere Lesbarkeit des Strukturbaumes.

Ganze Äste mit Untereinträgen können mit Drag & Drop verschoben werden. Hier ist darauf zu achten, dass nur Äste auf der gleichen Ebenen verschoben werden. Es gibt Fehlermeldungen, wenn die Fehlerfolgenkette nicht von unten nach oben zeigt. Der Aufbau des Fehlerbaumes kann deshalb u.U. nicht korrekt aufgebaut werden.

### Definition von Auftreten A bzw. der Auftretenswahrscheinlichkeit

Für jede Fehlerursache ist eine Auftretenswahrscheinlichkeit A festzulegen (Popupmenu mit rechter Maustaste). Es sollte der neue FMEA VDA-AIAG-Standard verwendet werden. Die ältere Version steht unter der oberen Auswahl noch zur Verfügung.

Eigene branchenspezifische A-Bewertungen lassen sich über die Auswahl „Benutzerdefiniert“ im Format \*.vtre importieren. Diese können über die Funktion Tree erstellt werden. Dazu sollte als Vorlage für das Format die Datei *FMEA VDA-AIAG 2019.vtre* im Verzeichnis *C:\Program Files (x86)\XSei20\System* verwendet werden.



### Speichern des Strukturbaums

Die Inhalte des Strukturbaumes erfolgt nach Schließen des Fensters zunächst als Textgliederung in die Tabellenseite #Strukturbaum. Die Ikone Speicher im Fenster des Strukturbaumes speichert diesen Tabelleninhalt als \*.vtre ab (reines Textformat). Neben den reinen Texten werden alle weiteren Informationen, wie Bewertungen etc. ab Spalte D mit ausgegeben. Diese können mit der rechten Maustaste mit „Spalten einblenden“ sichtbar gemacht werden, denn standardmäßig ist unter Optionen der Tree-Analyse „Zusatzinformationen in Gliederungstabelle ausblenden“ gesetzt.

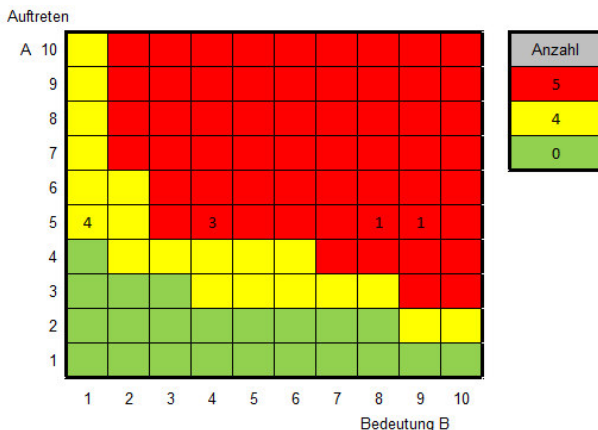
### Die Risikomatrix - Zusammenfassung der Einträge

Nachdem alle B-, A- und E-Bewertungen definiert wurden, kann eine Risikomatrix für B zu A erstellt werden, sowie eine Pareto-Tabelle mit RPZ und AP.



Wie beschrieben, hat die RPZ-Zahl nicht mehr die Bedeutung wie früher. Für die Pareto-Darstellung rechts bietet sie jedoch eine feinere Unterteilung der wichtigsten und kritischen Themen.

Risikomatrix



Ranking

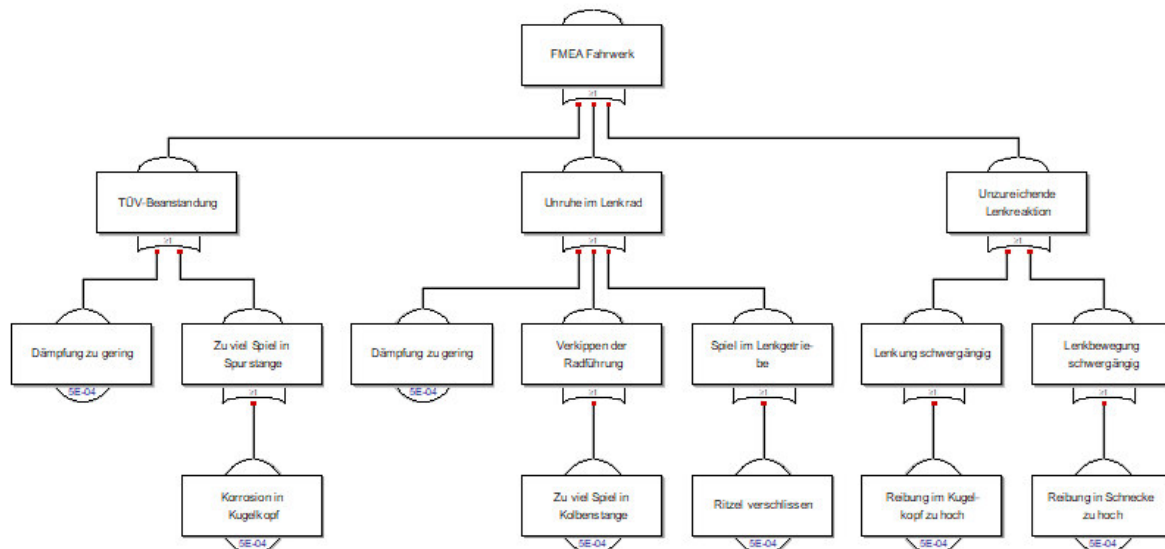
RPZ	AP	Bauteil	Fehlerursache
270	H	Kugelkopf	Korrosion in Kugelkopf
200	H	Kugelkopf	Reibung im Kugelkopf zu hoch
180	M	Stoßdämpfer	Dämpfung zu gering
160	H	Ritzel	Ritzel verschlissen
160	M	Schnecke	Reibung in Schnecke zu hoch
80	N	Kolbenstange	Zu viel Spiel in Kolbenstange
80	N	Stoßdämpfer	Dämpfung zu gering
25	N	Kugelkopf	Reibung im Kugelkopf zu hoch

Darstellung und Berechnungen können im FMEA – Formblatt (... \System\FMEA.xlsx) entsprechend eigener Wünsche angepasst werden. Wählen Sie hierzu zuerst mit der rechten Maustaste innerhalb der Tabelle „verborgene Tabellen zeigen“. Die AP-Berechnungen befinden Sie im Tabellenblatt AP. Wählen Sie hier mit der rechten Maustaste „Spalten einblenden“ um Hilfsspalten anzuzeigen. Die Pareto-Tabelle rechts wird über interne Routinen erzeugt und kann nicht angepasst werden.

Die Aufteilung der roten, gelben und grünen Felder in der Risikomatrix deckt sich nicht exakt mit der Einstufung von hoch, mittel und niedrig in der AP-Logik, ist aber die klassische Darstellung von wichtigen und zu bearbeitenden Punkten.

## Grafischer Fehlerbaum im Hauptfenster

Wie im Kapitel Fehlerbaum beschrieben, lässt diese direkt neben dem Strukturbaum ausgeben. Ist der Haken „FTA im Hauptfenster“, wird diese grafisch in Anlehnung an genormte FTA-Elemente im Hauptfenster ausgegeben. Ausführliche Informationen hierzu sind zu finden unter [www.versuchsmethoden.de/Fehlerbaumanalyse.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Fehlerbaumanalyse.pdf). Dort wird auch gezeigt, wie man aus einer alleinstehenden FTA ein FMEA-Formblatt erhält.



Zu beachten ist hier, dass gleiche Basis-Elemente (Fehlerursachen) auf mehrere darüberliegende Gates (Fehlerarten) hier auch mehrfach dargestellt werden.

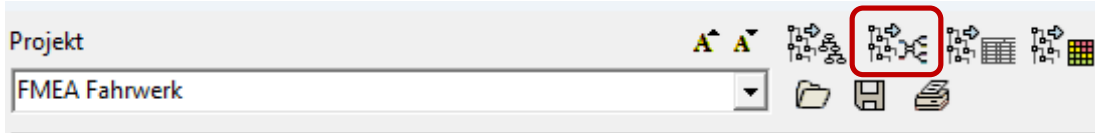
Es ist hier nicht das Ziel einer Berechnung der Wahrscheinlichkeit des Top-Events. Vielmehr dient die Darstellung einem qualitativen Fehlerbaum. Dennoch werden die A-Bewertungen als korrekte Wahrscheinlichkeit in die Basis-Elemente übernommen (siehe Anlage).

Mit zunehmender Größe des Strukturbaums wird die Darstellung im Hauptfenster sehr umfangreich. Zu beachten ist, wie bereits beschrieben, dass Texte im Fehlerbaum beschränkt sind. Dort werden Überhänge in den Kommentarbereich verschoben und können hier durch einen Doppelklick auf ein Element angezeigt und editiert werden.

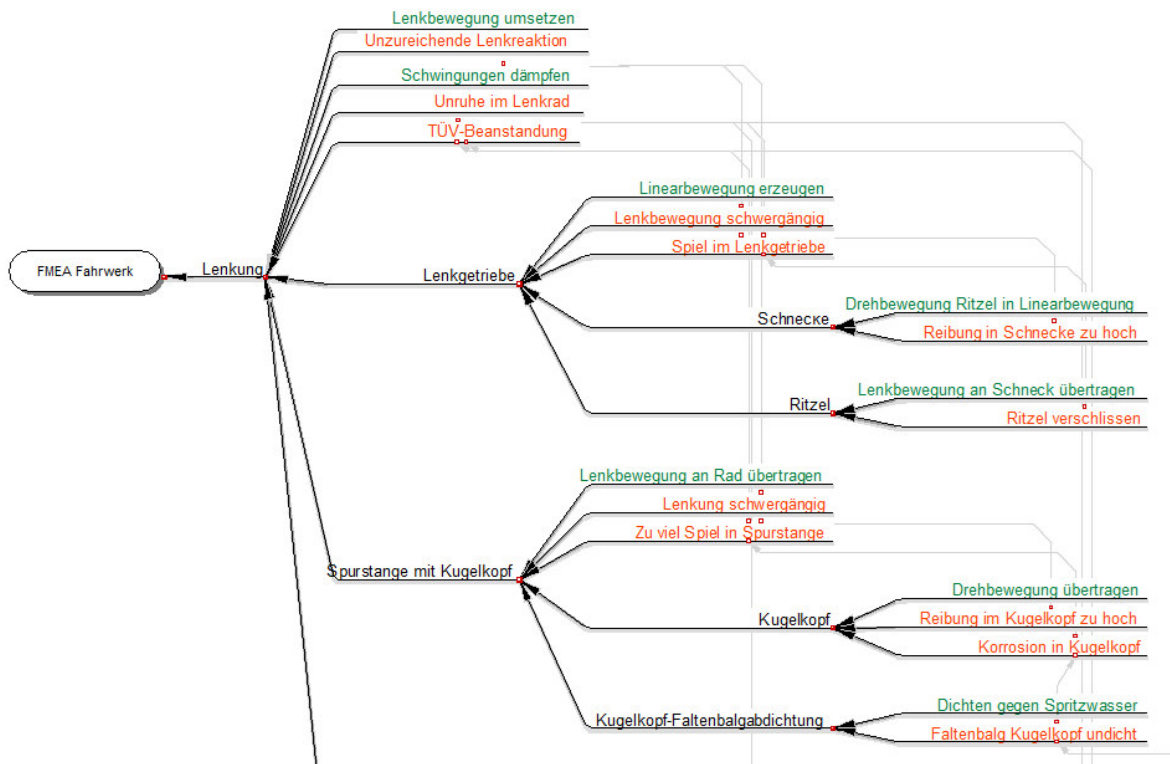
**Wichtig:** Im Gegensatz zur Funktionalität der Tree-Analyse werden hier Änderungen im grafischen Fehlerbaum nicht in den Strukturbaum übernommen!

### Grafische Darstellung des Strukturbaums

Der gesamte Strukturbaum kann ebenfalls ins Hauptfenster übertragen werden. Hierzu ist die zweite Ikone zu drücken.



Die Fehlerfolgenkette wird über graue Verbindungslinien dargestellt.

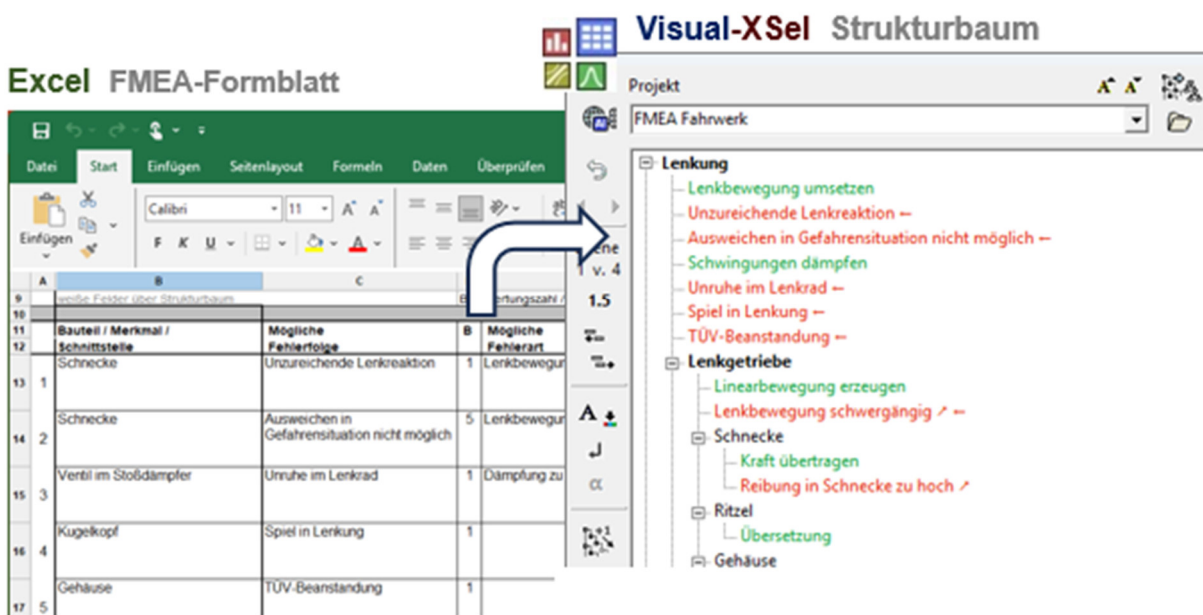


Auch hier wird mit zunehmender Größe des Strukturbaums die Darstellung im Hauptfenster sehr umfangreich und im Gegensatz zur Funktionalität der Tree-Analyse werden hier Änderungen nicht in den Strukturbaum zurück übernommen! Für den Ausdruck oder für eine Dokumentation kann aber die Anordnung verändert und verschoben werden.

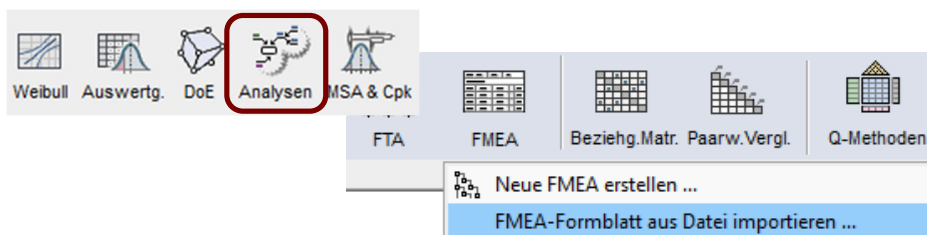
### Import von externen Excel-Formblättern

FMEA-Formblätter in Excel sind relativ unflexibel, was Änderungen oder Ergänzungen betrifft. Zudem sind sie in vielen Fällen nicht akzeptiert, wegen fehlender Verknüpfung der Elemente, Fehleranfälligkeit und nicht durchgehender Abbildung des VDA/AIAG-Standards.

Da Excel jedoch praktisch immer vorhanden ist, existieren viele FMEAs in Form von Excel-Formblättern. In Visual-XSel können diese einfach übernommen werden und zunächst in einen Strukturbaum überführt werden. Dort sind Änderungen und deren Dokumentation leicht zu handhaben.



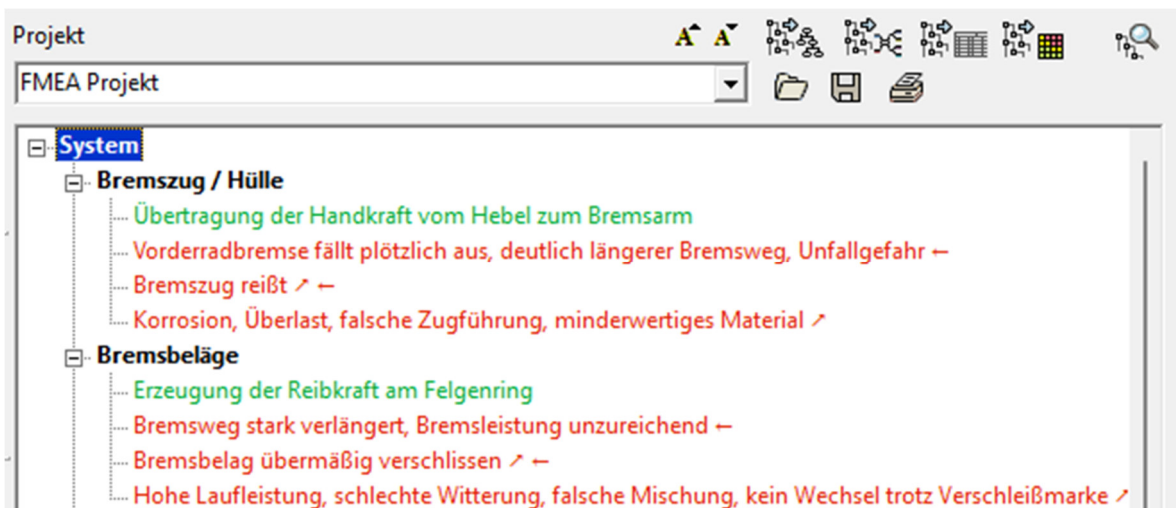
Der Import erfolgt über die Analysen / FMEA ...:



Das folgende Beispiel zeigt ein FMEA-Formblatt, bei dem die Inhalte ab Zeile 3 beginnen und bei dem Fehlerart und Fehlerfolge in einer anderen Reihenfolge stehen, als es standardmäßig beschrieben ist. Visual-XSel scannt die Titel und übernimmt die Zuordnungen automatisch:

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1									
2		<b>Funktionsgruppe / Bauteil</b>	<b>Funktion</b>	<b>potenzielle Fehlerart</b>	<b>potenzielle Fehlerfolge</b>	<b>B</b>	<b>potenzielle Fehlerursache(n)</b>	<b>A</b>	<b>vor Ver</b>
3		Bremszug / Hülle	Übertragung der Handkraft vom Hebel zum Bremsarm	Bremszug reißt	Vorderradbremse fällt plötzlich aus	9	Korrosion, Überlast, falsche Zugführung	4	Spe korr konk: Zugl Sich
4		Bremsbeläge	Erzeugung Reibkraft am Felgenring						Belä Vers Mat Min
5		Bremsbeläge	Erzeugung Reibkraft am Felgenring						Einc Mat
6		Bremshebel	Umwandlung Handkraft in Seilzugkraft						Fes Prüf Übe der
7		Bremshebel / Mechanik	Rückstellung Hebels						Sch Fed Spri

Diese Zuordnungen sind nochmal zu prüfen mit OK zu übernehmen. Nach ein paar Sekunden werden die Inhalte in den Strukturbaum überführt und können mit der Ikone FMEA-Formblatt in das eigene Format übernommen werden.



Beim Import von FMEA ergibt sich ein klassisches 3-Ebenen-Modell, bei dem Fehlerfolge, Fehlerart und Fehlerursache immer unter der Funktion stehen. Visual-XSel bildet die Verknüpfung davon automatisch, was an den Pfeilen am Ende zu erkennen ist.

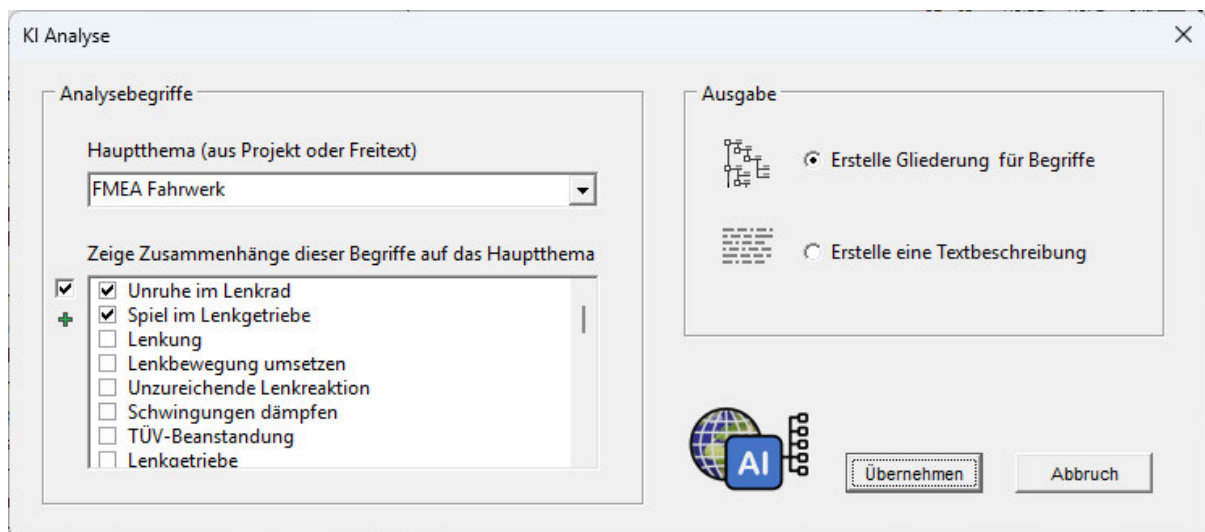
Es ist nun leicht möglich, z.B. die Reihenfolge von Bremszug und Bremsbeläge mit Drag & Drop zu ändern, was bei der Übernahme in das Formblatt dann übernommen wird.

Mit dieser Option des FMEA-Imports und der Möglichkeit des Exports durch die Gliederung des Strukturbaums ist Visual-XSel ein ideales Tool flexibel bestehende Projekte weiter zu bearbeiten und auszutauschen. Dies ist insbesondere für Firmen von Vorteil, die sich keine teuren FMEA Softwarepakete zulegen wollen. Gibt es aber FMEA-Programme, so ist die Vorgehensweise in der Regel so, dass das FMEA-Formblatt exportiert werden muss. Je nach Version heißt es meist:

- FMEA-Formblatt-Layout wählen
- Menü Datei oder Extras ⇒ Funktionen für Export/ Bericht (z.B. Liste/Report erzeugen).
- Als Excel-kompatibles Format ausgeben.

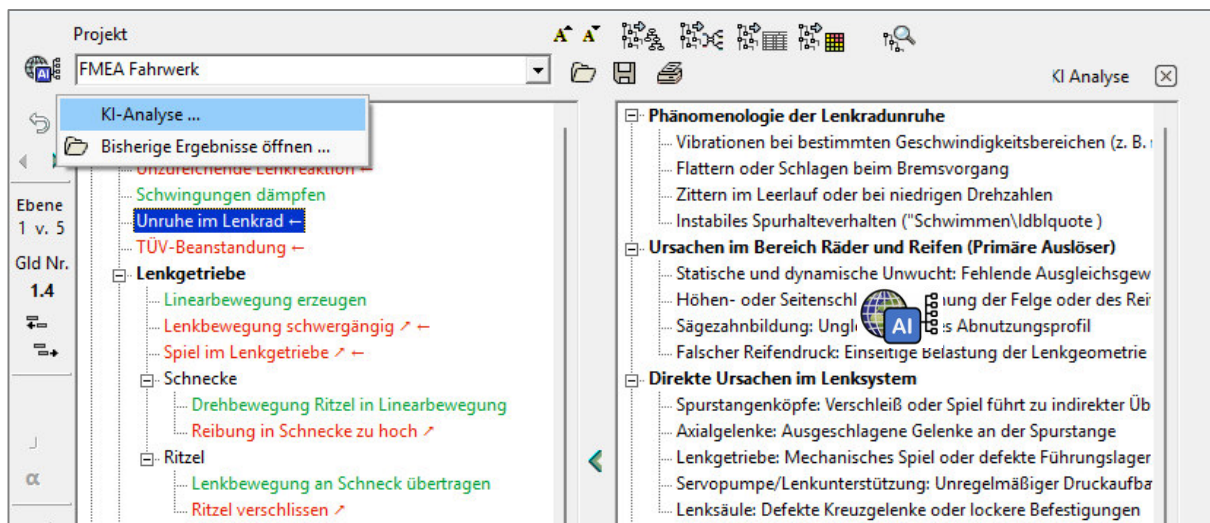
## KI-Unterstützung

In Visual-XSel gibt es die Möglichkeit zum Hauptthema oder zu einem Eintrag weitere Vorschläge zu erhalten. Hierzu ist zunächst ein beliebiger Eintrag anzuklicken. In diesem Beispiel ist es das „Spiel im Lenkgetriebe“. Nach Klick auf das blaue AI-Symbol erscheint zunächst eine Übersicht und Auswahl der Ausgabe:



Über die linke „+“-Taste werden alle Einträge eingblendet und können optional dazu gewählt werden.

Es soll eine Gliederung erstellt werden (Option oben rechts). Anstelle des Hauptthemas können jederzeit andere Titel mit Freitext gewählt werden. Nach Bestätigung mit der Taste Übernehmen erscheint nach etwas Zeit z.B. die rechte Ausgabe:



Die Ergebnisse hängen vom gewählten Provider und vom KI-Modell ab. Das Beispiel wurde mit Gemini erstellt.

Per Drag & Drop können einzelne Einträge in den Strukturbaum übernommen werden. Die rechten Ergebnisse werden jeweils abgespeichert und können jederzeit auch ohne Internetverbindung wieder angezeigt werden.

Diese Funktionalität ist eine große Erleichterung und ein Zeitgewinn bei der Erstellung von Strukturen. In jedem Fall ergeben die Einträge viele Anregungen auch mal in Richtungen weiter zu analysieren, an die man vielleicht noch nicht gedacht hatte.

Die gewählten Begriffe sollten jedoch so weit wie möglich allgemeingültig sein. Zu sehr speziellen Technologien gibt es evtl. zu wenige Information über das allgemeine Internet, wenn keine firmeneigene KI verwendet wird. Es kann deshalb auch vorkommen, dass keine Ergebnisse gefunden werden.

Voraussetzung für diese Funktionalität ist ein KI-Konto bei einem KI-Provider, z.B. ChatGPT, Gemini oder Perplexity. Dieses kann über Optionen / Tree-Analyse oder über das Einstellungs-Symbol innerhalb des Tree-Fensters erstellt werden (Zahnrad-symbol).

## Anlage

### Bedeutung B

B		Bedeutung	Beispiel
9 - 10	sehr hoch	Äußerst schwerwiegender Fehler, der die Sicherheit beeinträchtigt und/oder die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften verletzt. Existenzbedrohendes Firmenrisiko.	Gefahr für Betreiber und andere Personen. Umwelteinfluss.
7 - 8	hoch	Funktionsfähigkeit des Produktes stark eingeschränkt bzw. Ausfall. Sofortiger Werkstattaufenthalt notwendig.	Fahrzeugliegenbleiber. Funktionsausfall.
4 - 5 - 6	mäßig	Funktionsfähigkeit des Produktes eingeschränkt. Werkstattaufenthalt nicht sofort erforderlich. Einschränkung wichtiger Bedien- und Komfortsysteme.	Reduzierte Fahrzeugleistung. Geräusche.
2 - 3	gering	Geringe Funktionsbeeinträchtigung, bzw. Funktionseinschränkung wichtiger Bedien- und Komfortsysteme.	Elektr. Komforthilfen sind per Hand zu bedienen.
1	sehr gering	Sehr geringe Funktionsbeeinträchtigung, die nur vom Fachpersonal erkannt werden kann.	Fehlereintrag im Steuergerät.

### Auftreten A

Einteilung der Ausfallwahrscheinlichkeiten nach AIAG/VDA FMEA Handbuch (2019) - Alternative Tabelle

Auftreten A	Kriterium für Auftreten A		ppm	P
10	sehr hoch	Sehr häufiges Auftreten der Fehlerursache.	100.000	0,1
9			50.000	0,05
8	hoch	Fehlerursache tritt wiederholt auf.	20.000	0,02
7			10.000	0,01
6	mäßig	Gelegentlich auftretende Fehlerursache.	2.000*	0,002*
5			500*	0,0005*
4			100*	0,0001*
3	gering	Auftreten der Fehlerursache ist gering.	10*	0,00001*
2			1*	0,000001*
1	extrem gering	Auftreten der Fehlerursache ist extrem unwahrscheinlich**	0	0

\* Die ppm bez. P – Werte haben sich gegenüber dem alten VDA Band 4 geändert

## Entdeckung E

E		Bedeutung
9 - 10	sehr gering	Es ist unmöglich, oder unwahrscheinlich, dass der Fehler entdeckt wird. Es ist kein Nachweisverfahren bekannt, oder es wurde keines festgelegt (sehr hoher Aufwand).
7 - 8	gering	Die Wahrscheinlichkeit ist gering, dass der Fehler entdeckt wird. Unsicheres Nachweisverfahren ohne Erfahrung
4 - 5 - 6	mäßig	Die Wahrscheinlichkeit ist mäßig, dass der Fehler entdeckt wird. Verwendung eines bekannten Nachweisverfahrens unter neuen Einsatz- und Randbedingungen
2 - 3	hoch	Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass der Fehler entdeckt wird. Die Wirksamkeit der Entdeckungsmaßnahme wurde für dieses Produkt nachgewiesen
1	sehr hoch	Durch bekanntes und bewährtes Nachweisverfahren an Vorgängerprodukten ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit. sehr hoch. Die Wirksamkeit der Entdeckungsmaßnahme wurde für dieses Produkt nachgewiesen

## Besondere Merkmale Beispiele

BM	Kriterium	Beispiel
S	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausfall der Bremsen oder Lenkung</li> <li>▪ plötzlichem Ausfall der Antriebskraft</li> <li>▪ Austritt von Betriebsstoffen/Brandgefahr</li> </ul>	Bremsleitung Berstdruck. Zündspule Vergussmasse. Tank Dichtheit
L	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zulassungsrelevant</li> <li>▪ Gesetzesrelevant</li> </ul>	Abgas NOX, CO2, etc. Recycling Kennzeichnung
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wesentliche funktionelle Forderung (4 F ⇒ (Form, Fit, Function, per Formance), Toleranzen, usw.)</li> <li>▪ Fertigungstechnische Forderung (schwer herstellbar, usw.)</li> <li>▪ Hoher wirtschaftlicher Schaden beim Kunden oder Lieferant</li> </ul>	Toleranz der Bremsscheibe Ausfall von Dienstleistungen



## Consulting & Schulungen

Bei unseren Inhouse- oder Online-Schulungen wird die praxisnahe Anwendung von statistischen Methoden vermittelt. Wir haben über 25 Jahre Erfahrung, insbesondere in der Automobilindustrie und unterstützen Sie bei Ihren Problemstellungen, führen Auswertungen für Sie durch, oder erstellen firmenspezifische Auswertevorlagen.



Weitere Informationen finden Sie unter:

[crgraph.de/schulungen](http://crgraph.de/schulungen)

Sie haben ein konkretes Qualitätsproblem, oder wollen ein Produkt effizient und zuverlässig entwickeln? Sie wollen keine Statistik-Software anschaffen, weil diese voraussichtlich zu selten gebraucht wird, oder weil zu wenig Zeit zur Einarbeitung vorhanden ist? Dann sind unsere Q-Support Pakete genau das Richtige:

[crgraph.de/consulting](http://crgraph.de/consulting)



## Hotline

Haben Sie noch Fragen, oder Anregungen? Wir stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Tel. +49 (0)8151-9193638

E-Mail: [info@crgraph.de](mailto:info@crgraph.de)

Besuchen Sie uns auf unserer Home-Page: [www.crgraph.de](http://www.crgraph.de)



## Anwendung in Visual-XSel

[www.crgraph.de](http://www.crgraph.de)

Unsere Software **Visual-XSel** ist ein leistungsfähiges Tool für alle wichtigen statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden. Weitere Informationen über

[crgraph.de/visual-xsel-software/](http://crgraph.de/visual-xsel-software/)

Hier finden Sie eine Übersicht und Einstiegsvideos:

[crgraph.de/visual-xsel-software/](http://crgraph.de/visual-xsel-software/)



Youtube ein Video:

Nicht umsonst ist diese Software in vielen namhaften Firmen im Einsatz:

[crgraph.de/Referenzen](http://crgraph.de/Referenzen).