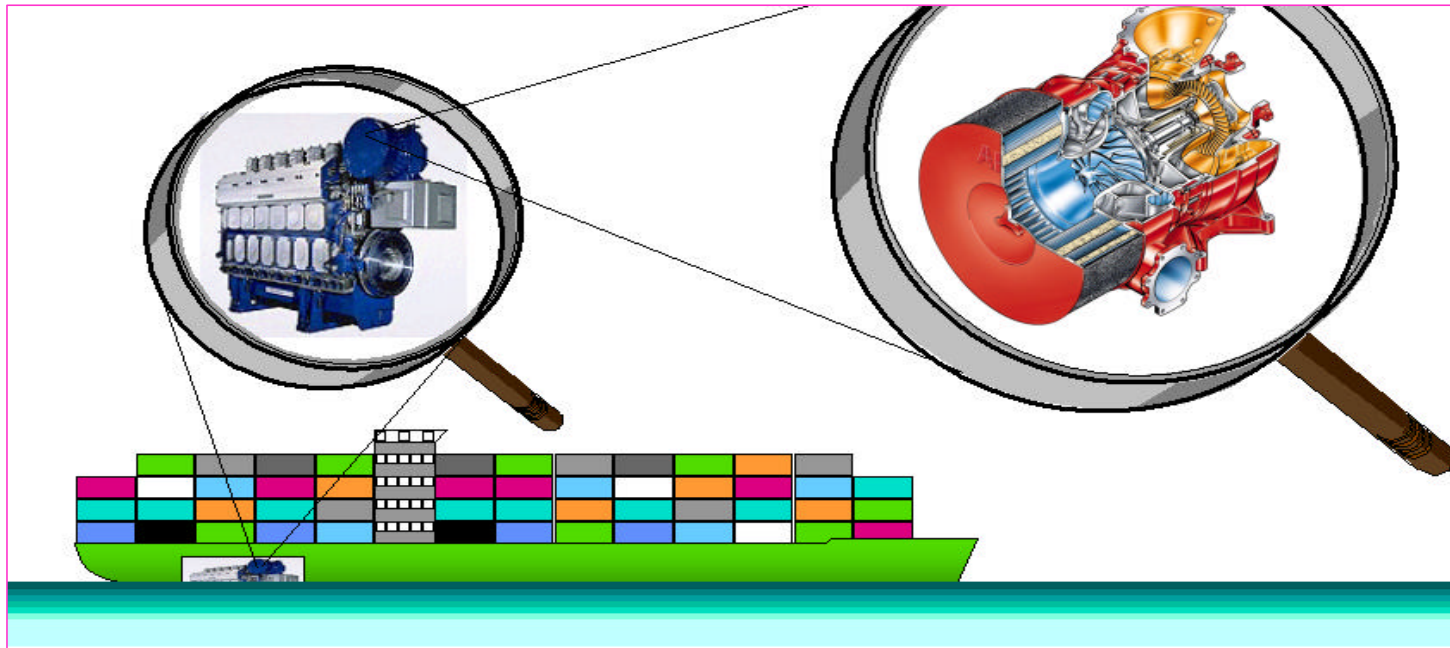
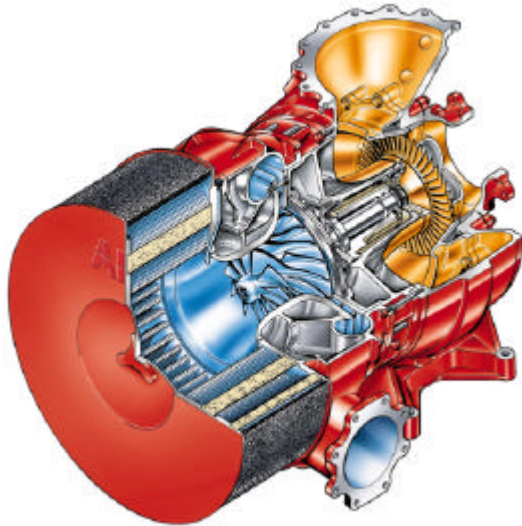


Vortragsschwerpunkte

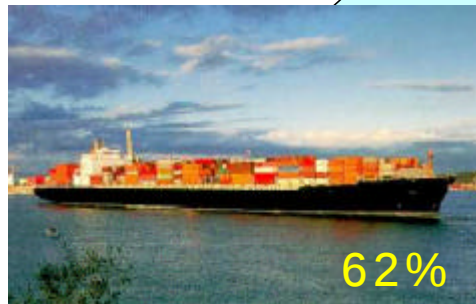
- **Unser Produkt - wo sich mögliche Fehler auswirken können**
- **FMEA im Produktentwicklungsprozess von ABB Turbo Systems**
- **Erfahrungen bei Einführung der Prozess - FMEA / Stellenwert heute**
- **Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung**
 - ➔ u.a. auch Kombination Prozess FMEA <> Wertanalyse
- **Aktionen 2001**



- Unser Produkt - wo sich mögliche Fehler auswirken können



Marktführerschaft verpflichtet gegenüber unseren Kunden



62%

Marine



35%

Stationary



3%

Traction

Schuldigen - oder Fehlerkultur ?



ABB Turbochargers

Code — O:\Z-Q\Stetige Verbesserung\SchuldigerFehlerKultur.ppt / 2001-02-12/5

ABB

Was bringt das ?

Zufriedene Kunden



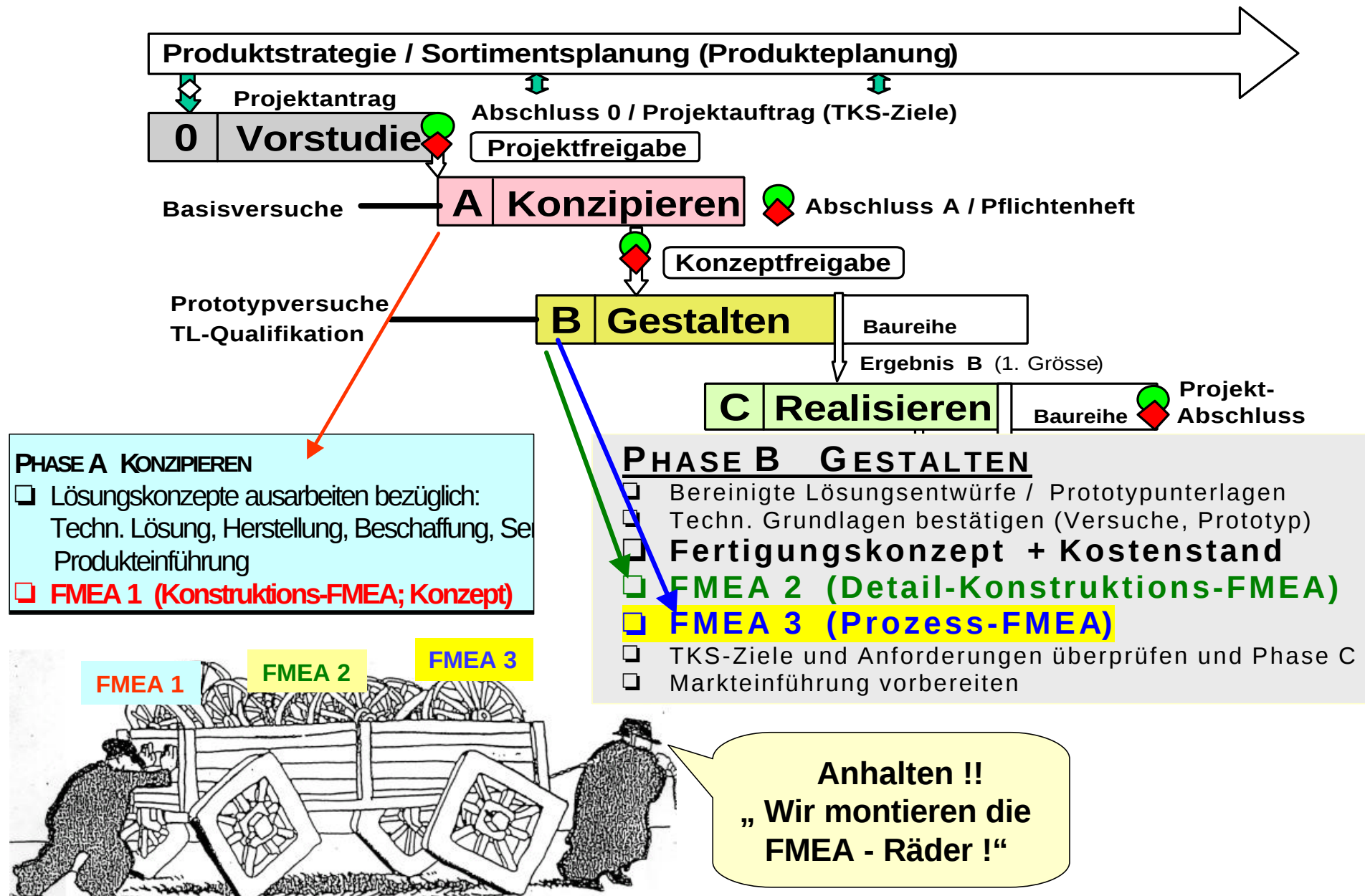


ABB Turbochargers

Show&Tell - © 1999 ABB Turbo Systems Ltd, Baden, Schweiz



● FMEA im Produktentwicklungsprozess von ABB Turbo Systems

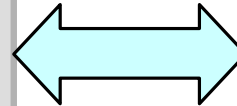


ZB Produktion (Führungsgremium)

ZB W. Kuhn
ZBG U. Völlmin
ZBR R. Hock
ZBK K. Hügli
ZBL H. Steiger
ZB-T F. Umbricht

F M E A - Führungsgremium

Z-Q M. Brugger / A. Plessl
ZB-Q T. Eckert
Z-M B. Reinshaus
ZTC W. Diebold (Koord. für Konstruktions - FMEA)



9 Mitarbeiter
von ZB
mit Funktion

Moderator/Coach
für
PROZESS FMEA

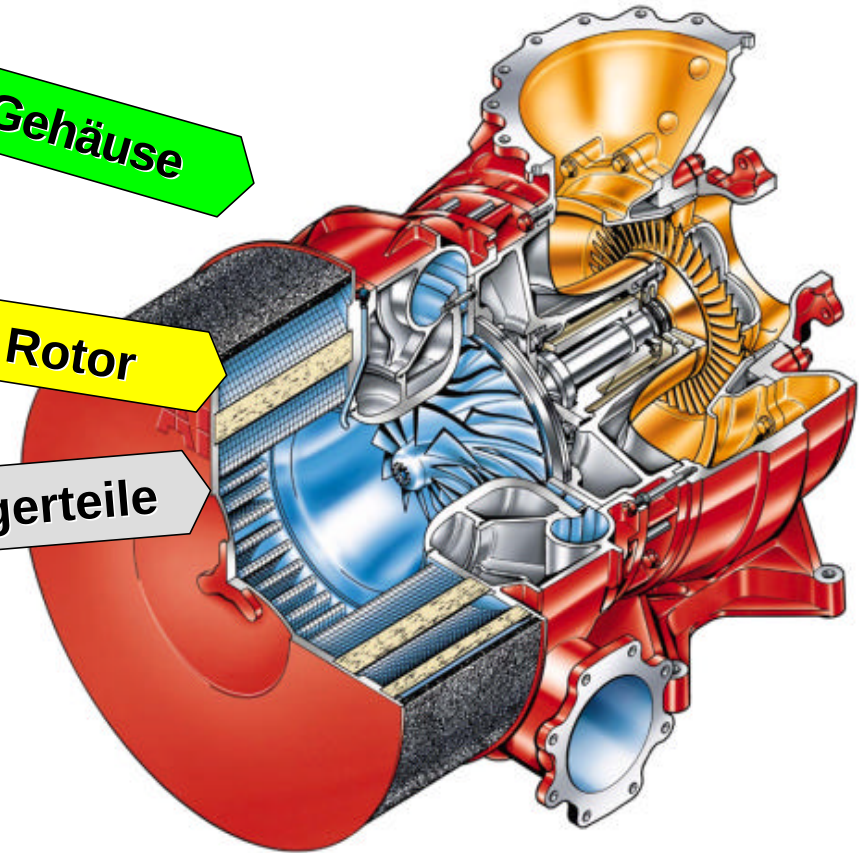


ZBG-1a	K. Reimann
ZBG-1a	M. Dörig
ZBG-1b	D. Köbeli
ZBR-1a	P. Galley
ZBR-1b	D. Füglistaller
ZBR-1b	S. Patrizio
ZBK-1	P. Zaugg
ZBK-1	H. Nyfeler
ZB-TE	A. Della Rossa

Gehäuse

Rotor

Lagerteile



Methodik + Projekte

Methodik

- Firma PLATO Dr. Rosengard
- ETH-ZH

Projekte

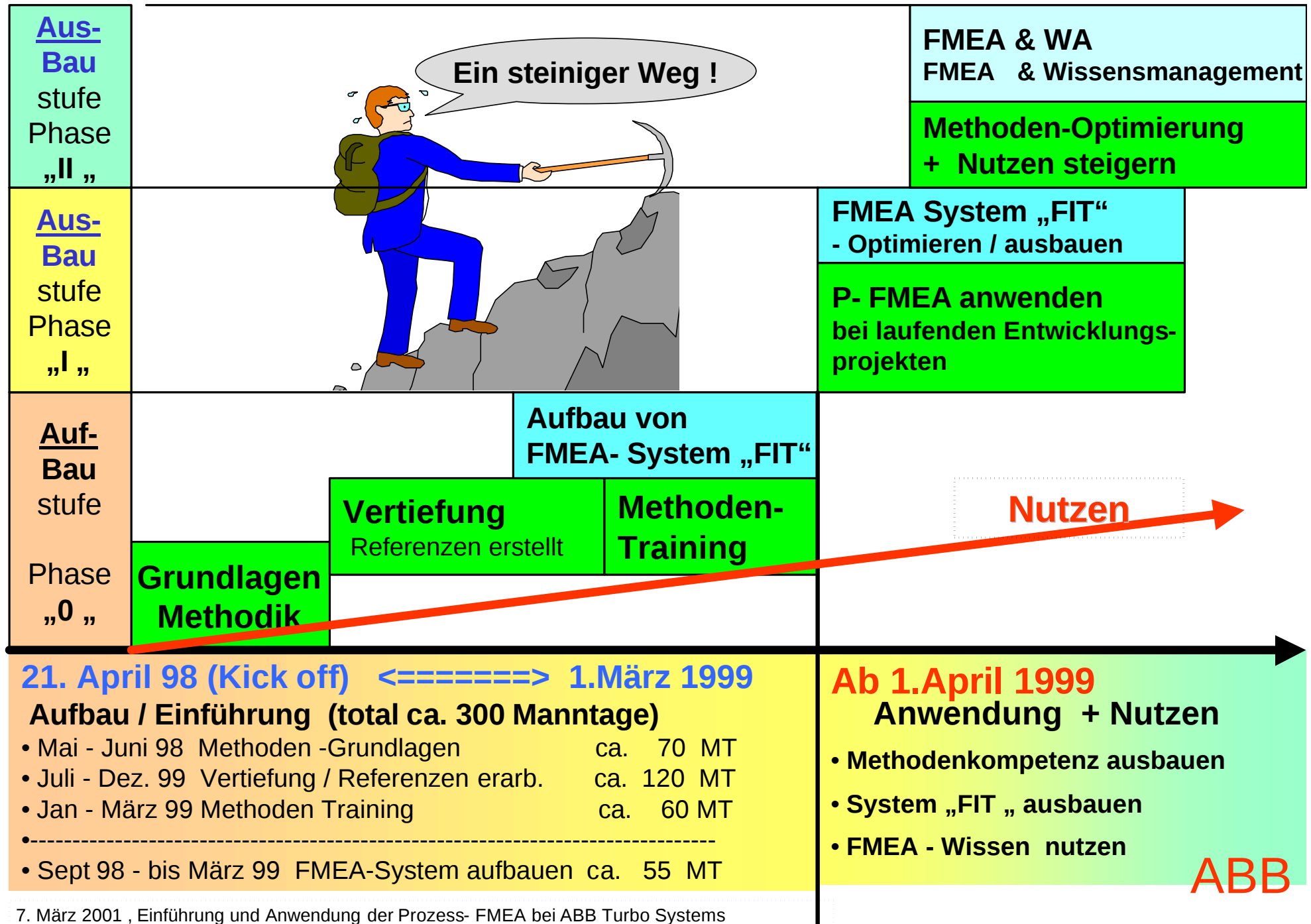
- ETH-ZH Hr. F. Jourdan
- Projekt: SP242 KOMPASS

**System-
support**

MIRAKON



● Erfahrungen bei Einführung der Prozess FMEA / Stellenwert heute



● Erfahrungen bei Einführung der Prozess FMEA / Stellenwert heute

Einsatz der Methode Prozess FMEA im Jahr 2000 / Standortbestimmung vom Mo 11. Dez. 2000

+ Positive Erkenntnisse

- 👍 **Durchwegs positive Erfahrungen / Erfolg überwiegt**
- 👍 **Systematische Arbeitsweise hat u.a. dazu beigetragen, dass die Prototypen Termingerecht bereitgestellt werden konnten.**
- 👍 **Experten / Fachstellen haben gut mitgemacht**
- 👍 **Echo der Werkstatt - Experten gut.**
- 👍 **Ergebnis der Prototypenherstellung auch positiv**
- 👍 **Alle konnten mitbestimmen / gewichten und stehen hinter dem Ergebnis**
- 👍 **Unmittelbarer Nutzen für NC-Programmierung**
- 👍 **Viele Vorabsprachen erfolgt. - Methodik FMEA als „roter Faden „**
- 👍 **Räumlichkeiten waren massgebend für Erfolg**
- 👍 **NC-Programmierer , Fertigungsplaner , Produkteverantwortliche und Maschinenoperateure können sich gut und frühzeitig einbringen.**
- 👍 **Auch kleine Mängel wie fehlende Fertigungs und / oder Prüfanweisung erkannt**
- 👍 **Erkenntnis, dass sich die Methodik FMEA nutzbringend einsetzen lässt.**
- 👍 **Für ZBK ergab sich gesamthaft ein Zeitgewinn.**
- 👍 **Arbeitstechnik wird verbessert . - Methode hat (nur) Vorteile**
- 👍 **Es gab gute Beurteilungen. Es wurden gute Entscheide gefällt.**
- 👍 **Ansporn, weil Stand der Prozess FMEA im Projekt laufend nachgefragt wurde .**
- 👍 **Gute Erfahrungen beim Einbezug von Unterlieferanten**

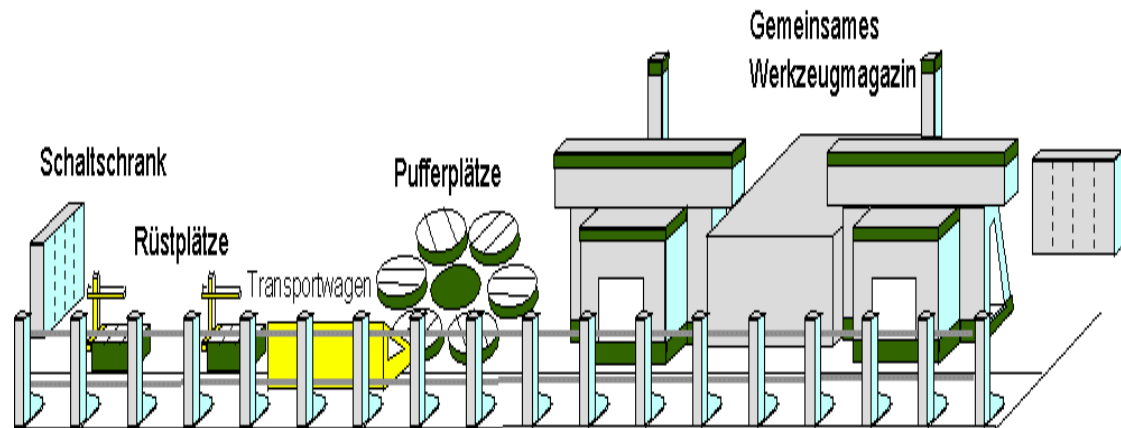
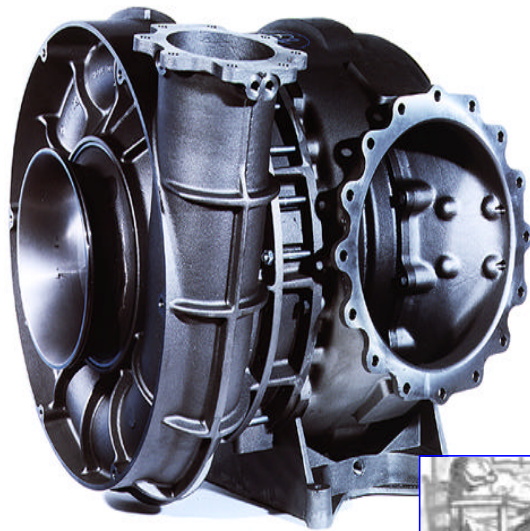
● Erfahrungen bei Einführung der Prozess FMEA / Stellenwert heute

Einsatz der Methode Prozess FMEA im Jahr 2000 / Standortbestimmung vom Mo 11. Dez. 2000

Verbesserungsansätze

- 💣 Es braucht noch (weiteren) Überzeugungsaufwand, um die Methode Prozess FMEA noch effizienter und breit einsetzen zu können.
- 💣 **Zur Verfügung stehende Zeit war zu knapp.**
- 💣 Man musste sich für die Abwesenheit (noch) zu fest erklären. Stellenwert ??
- 💣 **FMEA-Aktivitäten haben im Vergleich zum Tagesgeschäft noch zu geringen Wert.**
- 💣 Belastung war über einen kurzen Zeitraum sehr gross.
- 💣 **Prozess - FMEA zu spät gestartet .**
- 💣 Konstruktions FMEA als Vorlauf hat gefehlt.
- 💣 **Prozess FMEA über ein bereits bestehendes Produkt, respektive über einen Arbeitsprozesse den man glaubt zu beherrschen (Erfahrung) , machte Mühe.**
- 💣 FMEA nicht bei der Wurzel erfolgt. => Konstruktions - FMEA als Basis hat gefehlt.
- 💣 **Konstrukteure waren nicht mehr motiviert , bei der Prozess FMEA (Produktionslastig) mitzumachen, da Zeichnungen aus ihrer Sicht fertig waren.**

● Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung



● Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung

Fabrikation Information Tool (FIT)

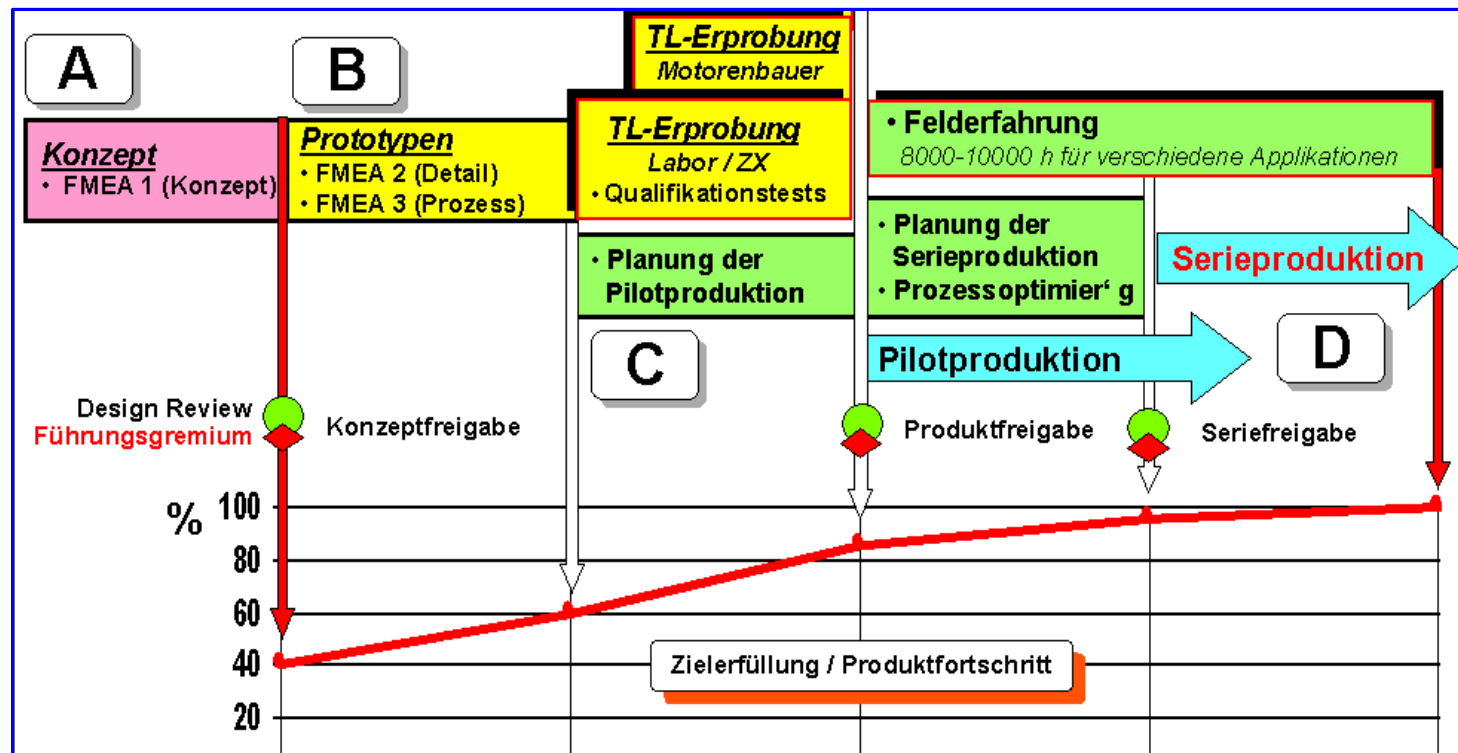


„FIT“ für Fabrikation Information Tool, ist ein Werkzeug, welches vorwiegend den Produkt Entwicklungs Prozess unterstützt.

Der Einsatz von „FIT“ bietet sich an für das erstellen von Plan- Kostenrechnungen.

Das erarbeiten von Fertigungskonzepten mit anschliessender Beurteilung von möglichen Fehlen kann mit dem Modul Prozess FMEA ausgeführt werden.

Die Anwendung PROZESS FMEA ist zugleich mit der Methode Wertanalyse kombiniert.



● Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung

ANALYSE → **Bestimmen** Datei Ablage-Nr.: Objekt -Name:

FMEA Prozess FMEA Einfügen Löschen Umnennen Kopieren Filter

- ZBG - Gehäuse
- ZBR - Rotor
- ZBK - Klein/Lagerteile
- ZBL - Einkaufteile
- ZVA - Montage
- (alle)

- E1/TPL88/G/ZIEL-42001R9101 Lagergehäuse
- E1/TPL88/G/ZIEL-42002R9101 Haube
- E1/TPL88/G/ZIEL-43001R9101 Zwischenwand innen
- E1/TPL88/G/ZIEL-43002R9102 Zwischenwand aussen
- Ende

ANALYSE → **Bestimmen** Datei Ablage-Nr.: E1/TPL88/G/ZIEL-42001R9101 Objekt -Name: Lagergehäuse **Speichern** X

Stammdaten Bordbuch Zeichnung Struktur Formular FMEA Wert-Analyse

Gegenstand / Ident-Nr. / Analyseart+Status

Gegenstand: 42 Lagergehäuse komplett Baugrp./Teile-Nr.: 42001 z.B. 25001

Ident-Nummer: 42001R9101 (max. 15 Zeichen) Analyse-Typ: Prozess FMEA

Revision Nr.: z.B. Aa/99-04-06/100599 Status: in Arbeit

Verantwortlicher Bereich / Planungsdaten

Bereich / Abt.: ZBG-1 Gehäuse Planung für Jahr: 2000

FEMA - Planer: Köbeli Daniel wählen Fertigungs-Losgrösse: 1

FMEA / Analyse-Team

- ZBG-1A.H27704 Reimann Kurt
- ZBG-1A.H100327 Dörig Marco
- ZBG-1B.H88190 Licata Calogero
- ZBG-7.H60337 Stoev Mile
- ZBG-7.H16847 Schuhmacher Karl
- ZBG-1B.H98515 Köbeli Daniel
- ZBG-1B.H98415 Camastral Andrea
- ZBG-1A.H69205 Albrecht Michael

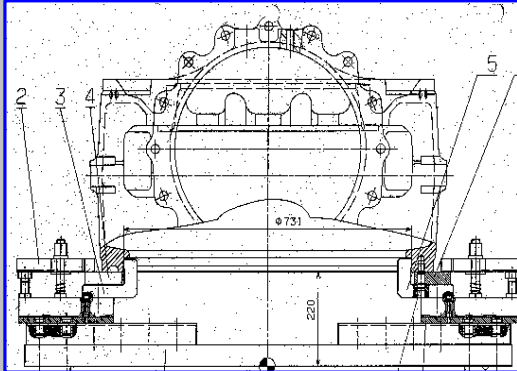
Drücken von Taste **INSERT** ermöglicht Auswahl der Team-Mitglieder

Termine

Beginn der Analyse: 01.10.99

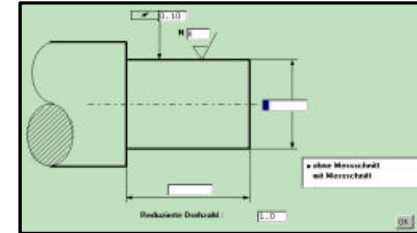
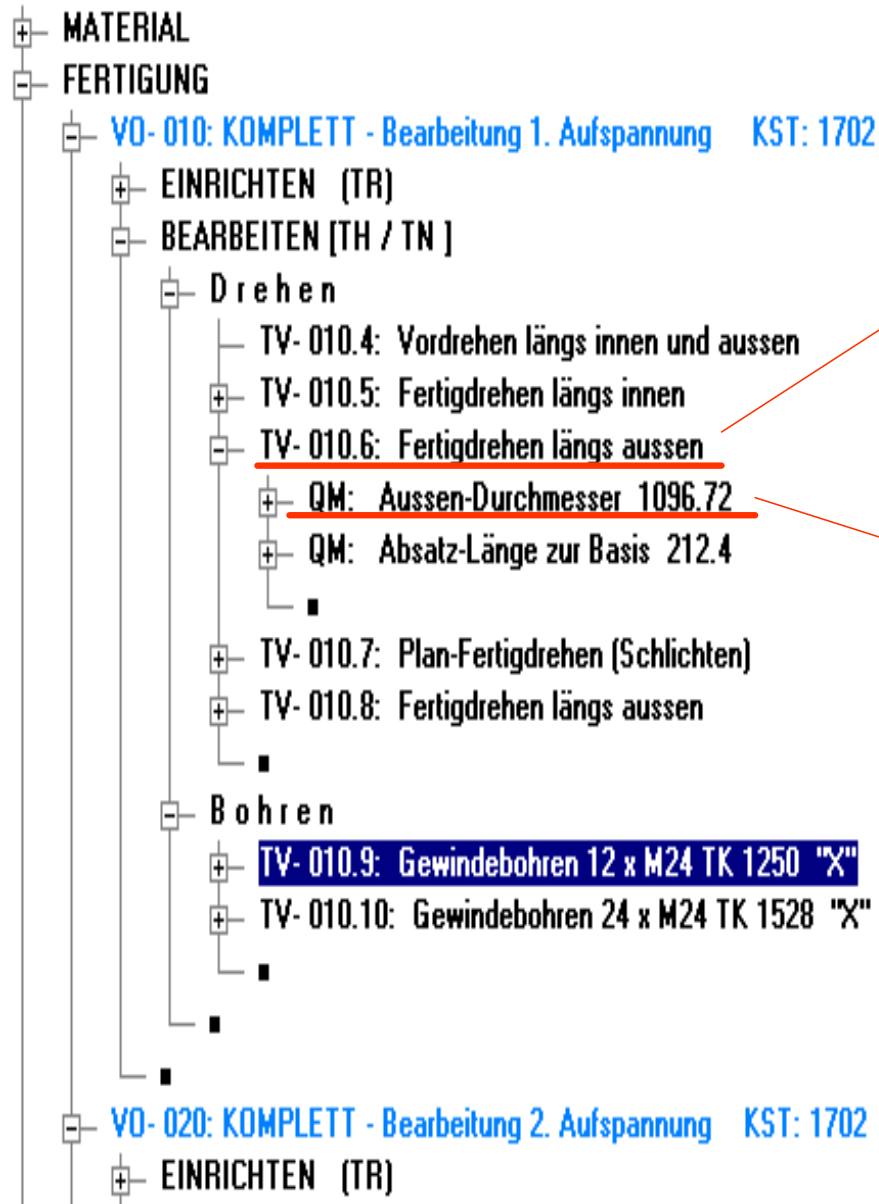
Freigabe /Endtermin: 04.04.00 Freigabe durch: Völlmin Urs wählen

Datum der letzten Änderung: 05.04.00 (Angezeigt wird letztes Speicherdatum)



Fertigungskonzept / Arbeitsablauf

Die zu erfüllenden Qualitätsmerkmale bilden u.a. die Grundlage für die Prozess FMEA



Qualitätsmerkmal: Aussen-Durchmesser

M a s s - Toleranzen

Breite 28.00 mm

Oberflächengüte N8

Durchmesser Nennmass: 1096.72 mm

Form & Lagetoleranzen

FORM - Toleranzen ↓
 PROFIL - Toleranzen ↓
 LAGE - Toleranzen
 Richtungs- Toleranzen ↓
 Orts - Toleranzen ↓
 Lauf - Toleranzen
 ■ Lauf (Rund-Plan-,allg.)

Grenzmasse "G" für Durchmesser

	Höchstmass G_o	Mindestmass G_u	Toleranz
	0.070 mm	-0.070 mm	berechnen 0.140 mm

Qualitäts Merkmale haben:

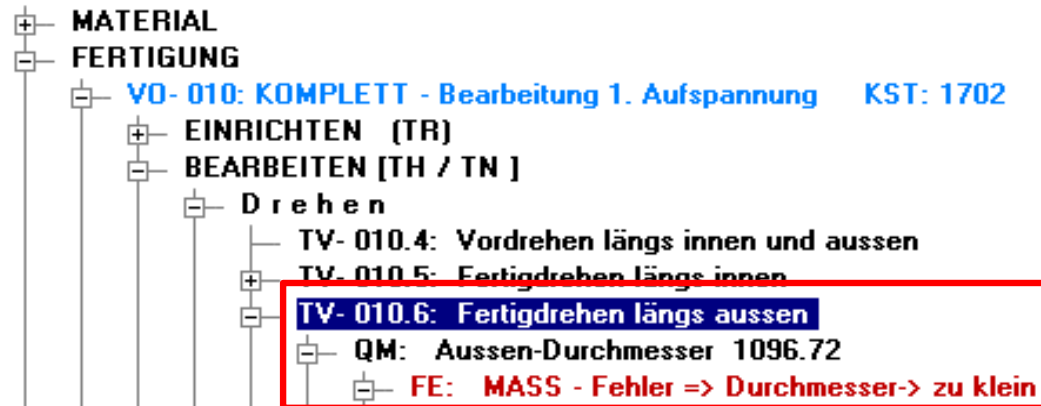
- ☐ 1 => wesentlichen Einfluss auf die Rotorunwucht
- ☒ 2 => Einfluss auf die Betriebssicherheit
- ☐ 3 => Einfluss auf thermodynamisch wichtige Spiele

Weitere allgemeine Hinweise:

Rundlauf 0.20 zu A
 (Fertigung in einer Aufsp.)

OK

Risiko – Bewertung ausgehend von Baustruktur / Arbeitsablauf



RISIKO - Bewertung			
Ermittlung der Risiko Prioritäts Zahl " R P Z "			
A	AUFTRETEN	A	4
B	BEDEUTUNG	B	5
E	ENTDECKUNG	E	2
K	HERSTELL - KOSTEN	K	1
RPZ = A x B x E x K			Berechnen
			40

Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass der mögliche FEHLER MASS - Fehler => Durchmesser-> zu klein beim nächsten Arbeitsschritt, oder sogar beim Endkunden auftreten wird? - Dies in Folge der: Fehler - URSACHE Programmierfehler

Bei der Beurteilung geht man davon aus, dass der mögliche Fehler nicht entdeckt wird. Derzeitige VERHÜTUNGS -Massnahmen werden bei der Beurteilung berücksichtigt

AUFTRETEN's- Wahrscheinlichkeit	A Beurteilungs-Kriterien	Bewertung (Punkte)
Unwahr-scheinlich	Das zu erfüllende Qualitätsmerkmal wird auf Grund der Anforderungen (Prozesssicherheit) als <u>absolut unkritisch</u> beurteilt.	1 - 3
Gering bis mittel	Vergleichbar mit bekannten Verfahren und Abläufen, wo <u>nur gelegentlich</u> Fehler auftreten. - Qualitätsmerkmal ist grob toleriert und kann auf herkömmlichen Anlagen produziert werden. - Prozessgenauigkeit gewährleistet	4 - 6
hoch	Sehr eng toleriertes Merkmal <u>oder</u> Prozess wird als <u>kritisch</u> beurteilt. u.a. Vergleichbar mit bekannten Fertigungsverfahren und Abläufen, wo <u>oft Fehler</u> auftreten.	7 - 8
sehr hoch	Sehr schwer herzustellendes Merkmal <u>oder</u> Prozess gilt als <u>nicht beherrscht</u> . u.a. Fertigungsprozess /Geometrie sehr komplex. Genauigkeitsanforderungen nicht erfüllbar.	9 - OK 10

FOLGEN

- FO: Nicht mehr brauchbar "Ausschuss"
- FO: Teil muss neu hergestellt werden

URSACHEN

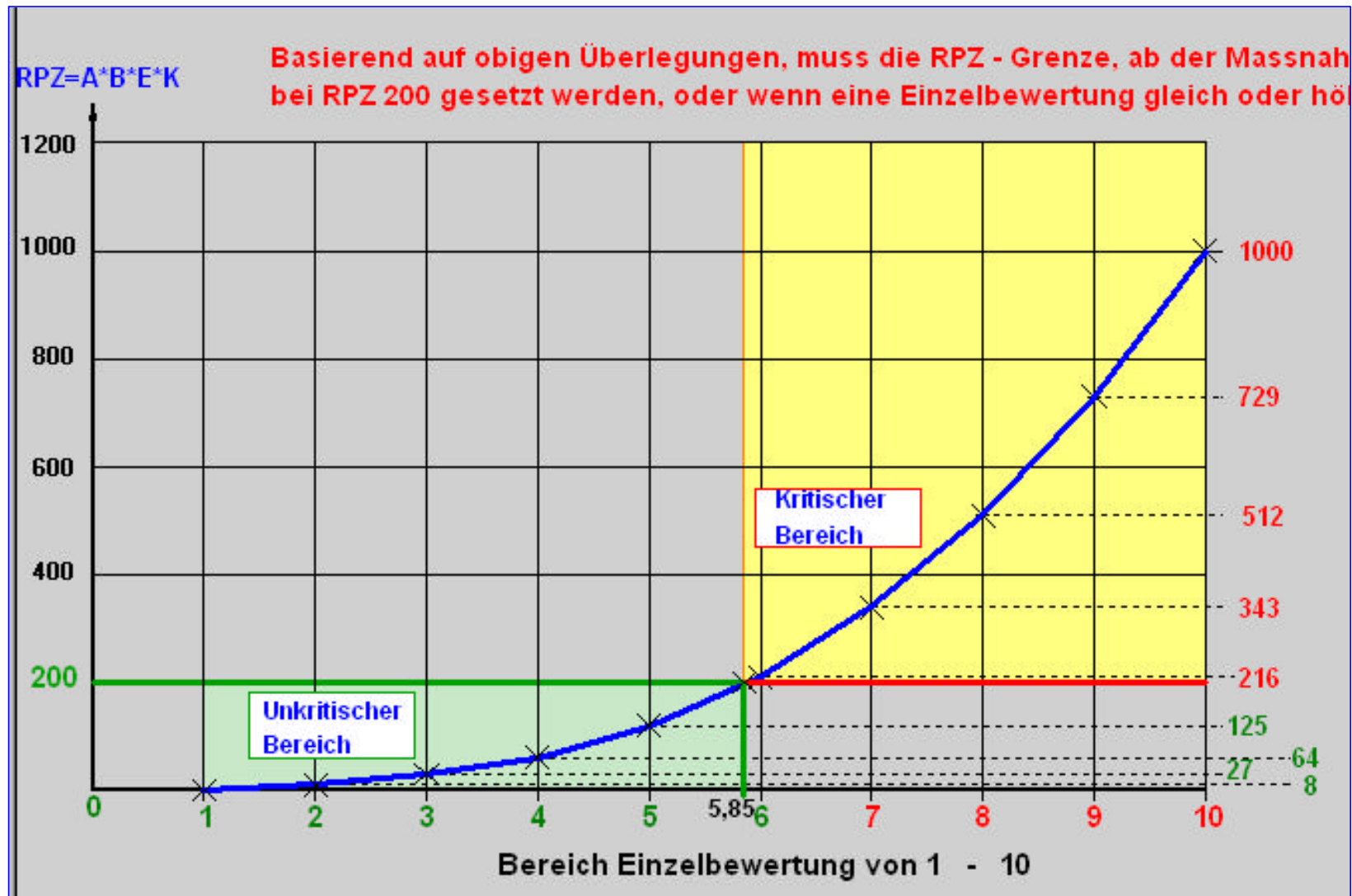
- UR: Programmierfehler
 - V : VERHÜTUNGS - Massnahmen "Derzeitig"
 - V : Programmsimulation auf PC
 - P : P R Ü F - Massnahmen "Derzeitig"
 - P : Programm testen

RPZ 1 : => Risiko - Bewertung A=4 B=5 E=2 K=1 RPZ=40
EM : EMPFOHLENE - Massnahmen
GM : GETROFFENE - Massnahmen
RPZ 2 : => Risiko - Bewertung A=1 B=1 E=1 K=1 RPZ=1

UR: Ungeeignete Fertigungsmethode

● Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung

Risiko - Zahl „RPZ „



● Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung

FMEA - Formular

ARBEITSGANG Qualitäts - Merkmale		Mögliche FEHLER	Mögliche FOLGEN	Mögliche URSACHEN	Beurteilung " Derzeitiger Z "	B
					(V) Verhütungs- & (P) Prüfmassnahmen	A
020.29	Vordrehen längs Ø 572					
020.30	Vordrehen längs Ø 559					
Toleranz ±0.03		Ausser Toleranz	Teil wird "Ausschuss" > Kosten Fr. > 10000	Maschine falsch korrigiert	V: keine P: keine	4
020.31	Vordrehen plan Ø 559					
020.32	Vordrehen längs Ø 443/Ø440.4					
	Fertig-Bearbeitung					
020.33	Fräsen/Bohren/Gewindeschneiden horiz.					
020.34	Fräsen Mass 1013.5 + Mass 914/R40					
020.35	Drehen Planflächen und alle Ø innen/aussen					
020.36	Drehen Einstich für O-Ring					
Lage des Einstichs		Ausser Toleranz	Teil wird "Ausschuss" > Kosten Fr. > 10000	Werkzeugbruch	V: keine P: keine	7
020.37	Bohren/Gewindeschneiden vert.					
020.38	Bearbeitung der "Trompeten" 2x Ø70/R20					
020.39	Fusspartie vorfräsen horizontal					
Mass 52 0/+0.03		Mass zu gross	Teil wird "Ausschuss" > Kosten Fr. > 10000	Maschine falsch korrigiert	V: keine P: keine	5

r Zustand "					Massnahmen zur Verbesserung		
BEWERTUNG					EM: Empfohlen GM: Getroffen	- Verantwortlichkeit - Termin	
A	B	E	K	RPZ			
7	8	9	1	504	EM: Toleranz beim Werkstück erhöhen	ZTC Mülhaupt Frank	15.03.00
1	8	1	1	8	EM: keine		
2	8	1	1	16	EM: keine		

- > Dokumentation des geplanten Arbeitsablaufes
- > Festlegung von Massnahmen
- > Terminüberwachung

● Beispiel aus der Praxis / Möglichkeiten der Systemunterstützung

Struktur

- MATERIAL
- FERTIGUNG
 - VO- 010: Material beziehen KST: 1702
 - VO- 020: Komplett bearbeiten KST: 1702
 - 1. Aufspannung
 - 2. Aufspannung
 - Einrichten
 - Vor-Bearbeitung
 - TV- 020.17: Fräsen Mass 110 vert. (Fussrückseite [dok])
 - TV- 020.18: Freidrehen Ø1760 (Eintauchen Drehwerkzeug) [k]
 - TV- 020.19: Vordrehen plan Ø1760-1498 [dok]
 - TV- 020.20: Vordrehen längs Ø1498/1499 Höhenmass 113 [dok]
 - TV- 020.21: Vordreh
 - TV- 020.22: Vordreh
 - TV- 020.23: Vordreh
 - TV- 020.24: Vordreh
 - TV- 020.25: Vordreh
 - TV- 020.26: Vordreh

Nutzen bei der Kombination
Prozess FMEA <> **Wertanalyse**

Zeit & Kostenschätzung Teilvorgang

Teilvorgang: 020.17 Beschreibung: Fräsen Mass 110 vert. (Fussrückseite)

Fertigungs-Losgrösse: 1

Kostenstelle : 1702

Verrechnungssatz: 302.42 Fr./Std

FZ Zuschlag-Nr: 1 18.68 %

Verteilzeit-Prozentsatz [%]: tvs 0 typ 0

Infos zu Verrechnungssätzen div. Kalkulationsjahre

	Grundzeit (tg in Min)	+ Verteilzeit (tv in Min)	= Vorgabezeit [Minuten]	[Stunden]	KOSTEN	
					Fr./Auftrag	Fr./Stück
RÜSTEN [TR]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BEARBEITEN [TH/TN]	5.00	0.00	5.00	0.08	---	25.20
Berechnen					Total	25.20

OK

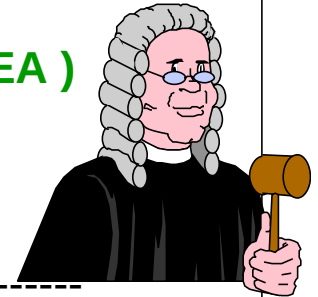
● Aktionen 2001

•Schwerpunkte für Team „ Prozess FMEA „

- **ERFA - Austausch + Fortschrittskontrolle / 4 x Jahr (Team Prozess FMEA)**

↳ *Einbezug von Qualitäts (Z-Q) und Projektmanagement (Z-M)*

- **Projekt - Info an ZB-Leitung ; 2 x Jahr**



-
- Methodenanwendung durch System noch besser unterstützen.

U.a. Entscheidungshilfen / Dokumentation von Massnahmen und Terminüberwachung.

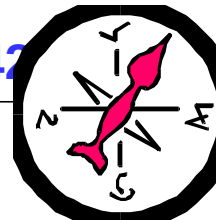
- **Möglichkeiten der W E R T A N A L Y S E bei laufenden EP's nutzen.**

- Kontakt zu Fach (SFB) / Hochschulen (ETH-Z) sowie Industrie pflegen und ausbauen



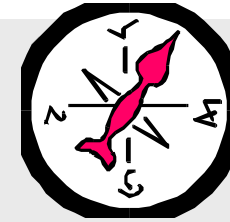
- **Detail - FMEA (FMEA 2) als Vorstufe zur Prozess FMEA**

- **Verbindung zum Systemprojekt SP242 „PASS „ (KTI - Projekt)**



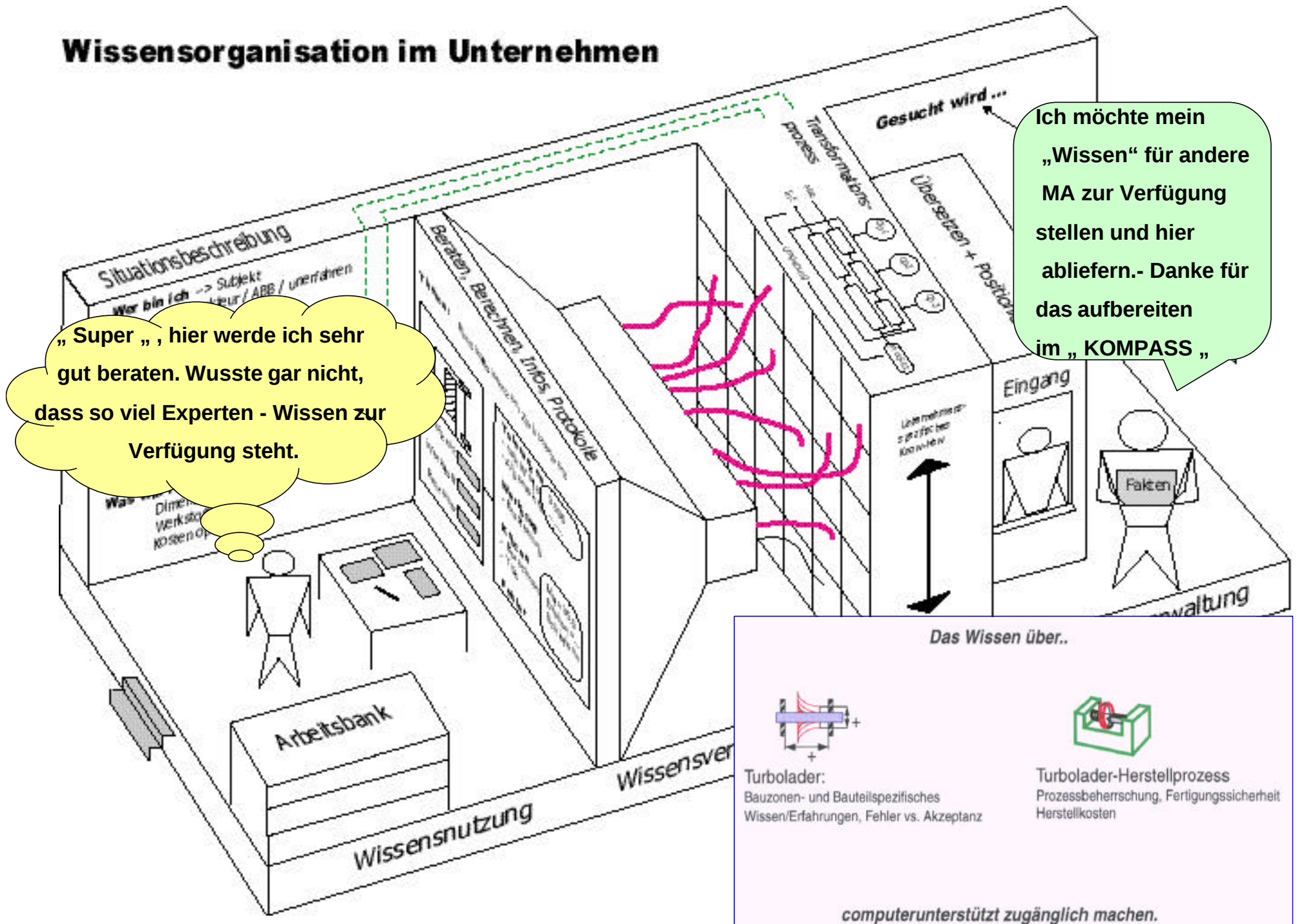
● Aktionen 2001

„ Wissen „, das bei FMEA ,s generiert wird , im KOMPASS zur Verfügung stellen.



- Das **Projekt “KOMPASS”** ist eine Zusammenarbeit zwischen **CHTUS** (ZB und ZT), der Softwarefirma **MIRAKON** und der **ETH-Zürich** .
- Das System soll **Konstrukteure, Konstruktionsberater** und **Produktverantwortliche** mit Informationen (Wissen) unterstützen.
u.a. bei der Entscheidungsfindung bezüglich Herstellbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Qualität der TL- Komponenten.
- Grobkonzeptphase wurde am 1. 1. 2000 gestartet. Projektleitung liegt bei den Herren F Jourdan (ETH- Zürich) und A Della Rossa (CHTUS-ZB-TE).
- Das Projekt befindet sich in der **Detaillkonzeption / Prototypenherstellung** und wird mit der **Systemfreigabe am 30.10.2002** abgeschlossen .

Wissensorganisation im Unternehmen



Es ist doch immer das gleiche ! Hätten wir es doch nur wie die ABB Turbo Systems gemacht, welche bei der Produktentwicklung die Methode FMEA einsetzt , und somit mögliche Fehler frühzeitig erkennt.

Ich habe es immer gesagt !

