Hochschule Merseburg (FH)

University of Applied Sciences

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Bachelorarbeit

Weiterentwicklung des Systems der zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung mittels Erstellung einer FMEC-Analyse für alle ausfallrelevanten Ausrüstungen einer Hochdruckpolymerisationsanlage.

Thesis zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science (B. Sc.)

Erstellt bei

Innospec Leuna GmbH

Eingereicht von:	Matthias Marx
	Geboren am 29.09.1987 in Lutherstadt Wittenberg
	Studiengang Technische Betriebswirtschaft (BTBW10)
Kennnummer:	17635
Betreuer:	Prof. Dr.-Ing. Rolf Kademann
Zweitgutachter:	Dipl.-Ing. Mirko Graf
Abgabetermin:	12.06.2014

Aufgabenstellung

innospec leuna

Aufgabenstellung zur Bachelorthesis

„Weiterentwicklung des Systems der zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung mittels Erstellung einer FMEC-Analyse für alle ausfallrelevanten Ausrüstungen einer Hochdruckpolymerisations-anlage“

Bachelorkandidat: Herr Matthias Marx
Lippeweg 11
06217 Merseburg

Betreuer der Themen stellenden Firma Innospec Leuna GmbH:
Herr Dr. Silvio Kammer (Leiter Technik)
Herr Dipl.-Ing. Mirko Graf (Leiter Instandhaltung)

Bearbeitungszeitraum: April/Mai 2014

Leuna, 31. März 2014

Die Innospec Leuna GmbH betreibt am Chemiestandort Leuna eine Hochdruckpolymerisationsanlage zur Herstellung von Ethylen-Homopolymerisaten und Ethylen-Vinylacetat-Copolymerisaten, die in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden.
Eine wesentliche Zielstellung der Instandhaltung ist die Verfolgung einer zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung. Dazu wurde bereits das Verfahren der FMEA (Fehlermöglichkeits- und –einflussanalyse) angewendet und um die Einbeziehung der Auswirkungen auf Sicherheit, Umwelt und Produktion (FMECA) erweitert.
Im Rahmen der Bachelorarbeit soll für die Gesamtanlage eine FMECA erarbeitet werden, um ausfallkritische Ausrüstungen zu identifizieren und Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung sowie der zugehörigen Ersatzteilvorhaltung abzuleiten.
Für ausgewählte Ausrüstungen wird eine detaillierte FMECA erstellt um die methodischen Grundlagen für weiterführende FMEC-Analysen festzulegen.
Die geschlussfolgerten Maßnahmen sind dabei auch unter Machbarkeits- und ökonomischen Gesichtspunkten zu bewerten.

Dr. Silvio Kammer
Leiter Technik

Mirko Graf
Leiter Instandhaltung MAR

DIN EN ISO 9001 / 14001 BS OHSAS 18001 DIN EN ISO 50001
Geschäftsführer: Adin L Clarke und Dietrich von der Wense Amtsgericht Stendal HRB 210552
Bankverbindung: Sachsen Bank BLZ 600 501 01 Konto-Nr.: 7471 505 962 Commerzbank AG BLZ 800 400 00 Konto-Nr.: 4 001 160
USt ID Nr.: DE 812131047

Innospec Leuna GmbH
Am Haupttor, Bau 6310
D-06237 Leuna
Tel: +49 (0)3461-43 40 65
Fax: +49 (0)3461-43 40 70
www.innospecinc.com

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Zuhilfenahme unzulässiger Hilfsmittel angefertigt zu haben. Wörtliche oder dem Sinne nach übernommene Ausführungen sind gekennzeichnet, so dass Missverständnisse über die geistige Urheberschaft ausgeschlossen sind. Diese Arbeit war bisher noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung in gleicher oder ähnlicher Fassung.

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung ..... **II**

Eidesstattliche Erklärung ..... **III**

Inhaltsverzeichnis ..... **IV**

Abkürzungsverzeichnis/Einheitenverzeichnis ..... **V**

Abbildungsverzeichnis ..... **VI**

Tabellenverzeichnis ..... **VI**

1 Einleitung **1**

1.1 Ziel der Arbeit 1

1.2 Vorstellung der Firma 1

2 Produktion von Kunststoffen bei der Innospec Leuna GmbH **2**

2.1 Anlagenhistorie 2

2.2 Historische Entwicklung der Hochdruckpolymerisation 2

2.3 Produktion von Kunststoffen weltweit 2

2.4 Verfahren zur Gewinnung des Endprodukts 3

2.4.1 Kompression des Einsatzgases 3

2.4.2 Reaktionssystem im Reaktor 4

2.4.3 Gewinnung des Endprodukts 4

3 Erläuterung FMEA **7**

3.1 Geschichtliche Entwicklung 7

3.2 Arten der FMEA 8

3.2.1 System-FMEA 8

3.2.2 Konstruktions-FMEA 8

3.2.3 Prozess-FMEA 8

3.3 Durchführung der Analyse 10

3.4 Bewertungsverfahren von Bauteilen 11

3.4.1 Erläuterung der Bewertungsfaktoren 12

4 Erläuterung FMECA **15**

4.1 Bewertungsverfahren der Bauteile 15

4.2 Bewertung der Bauteilkennzahl (BK) 15

4.2.1 Erläuterung der Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl 16

4.3 Bewertung der Prioritätskennzahl 18

4.3.1 Erläuterung der Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl 18

5 Bewertung von Bau- und Anlagenteilen **20**

5.1 Reaktor Zone 1 & 2 20

5.1.1 Fehlerbewertung Reaktor Zone 1 & 2 21
5.2 Reaktordruckregelventil 24
5.2.1 Fehlerbewertung am Reaktordruckregelventil 25
5.3 Vakuumpumpe 28
5.3.1 Fehlerbewertung der Vakuumpumpe 30
5.4 Reaktionszonenpumpe 32
5.4.1 Fehlerbewertung der Reaktionszonenpumpe 33
5.5 Zwischendruck–Kompressor Halberstädter 36
5.5.1 Fehlerbewertung am Zwischendruck-Kompressor Halberstädter 37
6 Statistische Auswertung der FMECA 40
7 Gesamtauswertung der Analyse 44
8 Fazit & Ausblick 46
8.1 Fazit 46
8.2 Ausblick 46
Quellenangabe 48

Abkürzungsverzeichnis/Einheitenverzeichnis

Abkürzungen	Erläuterung
Abb.	Abbildung
BK	Bauteilkennzahl
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
dt.	Deutsch
Erl.	Erläuterung
EVA	Ethylenvinylacetat
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
FMECA	Fehlermöglichkeits-, Einfluss- und Kritikalitätsanalyse
ICI	Imperial Chemical Industries
LDPE	Low-density polyethylene
mio.	Millionen
NASA	National Aeronautics and Space Administration (dt. Nationale Luft- und Raumfahrtbehörde)
nm	Newtonmeter (Drehmoment)
PK	Prioritätskennzahl
RPZ	Risikoprioritätszahl
S	Seite
t	Tonnen
TÜV	Technischer Überwachungsverein
VAC	Vinylacetat
VDA	Verband der Automobilindustrie
z. B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Weltproduktion der Kunststoffe 3
Abbildung 2 Vereinfachtes Fließschema zur Hochdruckpolymerisation 6
Abbildung 3 Erläuterung FME-Analyse 7
Abbildung 4 Durchführung FME-Analyse 10
Abbildung 5 Rohrreaktor Zone 1 & 2 20
Abbildung 6 Reaktordruckregelventil 25
Abbildung 7 Spindelkopf 26
Abbildung 8 Ventilkegel 26
Abbildung 9 Ventilsitz 26
Abbildung 10 Flüssigkeitsringpumpe 29
Abbildung 11 Flüssigkeitsringpumpe Aufbau 29
Abbildung 12 Reaktionszonenpumpe 33
Abbildung 13 Halberstädter-Kompressor 36
Abbildung 14 Statistik über Vergleich RPZ-BK aller Bau- und Ausrüstungsteile 40
Abbildung 15 Statistik über aufgetretene Fehler in der Gesamtanlage 41
Abbildung 16 Statistik über den Vergleich der RPZ´s 42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Zusammenhang FMEA-Arten 9
Tabelle 2 Einschätzung RPZ 12
Tabelle 3 Beschreibung der Faktoren für die Auftretenswahrscheinlichkeit 12
Tabelle 4 Beschreibung der Faktoren für die Bedeutung 13
Tabelle 5 Beschreibung der Faktoren für die Entdeckungswahrscheinlichkeit 14
Tabelle 6 Einschätzung Bauteilkennzahl 16
Tabelle 7 Bewertung Faktor A 16
Tabelle 8 Bewertung Faktor B 17
Tabelle 9 Bewertung Faktor C 17
Tabelle 10 Bewertung Faktor D 18
Tabelle 11 Bewertung Faktor E 18
Tabelle 12 Bewertung Faktor F 19
Tabelle 13 Bewertung Faktor G 19
Tabelle 14 FMEA/FMECA Reaktor Zone 1 & 2 21
Tabelle 15 FMEA/FMECA Reaktordruckregelventil 25
Tabelle 16 Verschleißerscheinungen am Reaktordruckregelventil 26
Tabelle 17 FMEA/FMECA Vakuumpumpe 30
Tabelle 18 FMEA/FMECA Reaktionszonenpumpe 33
Tabelle 19 FMEA/FMECA Zwischendruck–Kompressor Halberstädter 37
Tabelle 20 Erkenntnisse FMEC-Analyse 45

1 Einleitung

Sowohl der Schutz der eigenen Mitarbeiter als auch ein höchstmöglicher Umsatz ist für jedes Unternehmen wichtig, um am Markt bestehen zu können. Das gilt besonders in produzierenden Chemieanlagen, bei denen viele potentielle Risikofaktoren aufeinandertreffen. Um diese Gefährdungen so gering wie möglich zu halten, ist es notwendig, Analysen über einzelne Bau- und Anlagenteile durchzuführen. Diese können zur Umsatzsteigerung und zum sicheren Betrieb der Anlage beitragen.
Um diese Ziele zu erreichen, reicht es nicht mehr aus, einfach Fehler nach deren Eintritt zu beheben. Aus diesem Grund werden Bau- und Anlagenteile einer Risikoanalyse unterzogen, damit man potentielle Gefahren und Fehlerquellen bereits im Vorfeld erkennt, auswertet und Gegenmaßnahmen ergreifen kann.

1.1 Ziel der Arbeit

Im Zuge dieser Arbeit soll für die Gesamtanlage eines Kunststoffherstellers eine Risikoanalyse durchgeführt werden. Da die Anlage ihren Ursprung in den 60er Jahren hat und einige Bau- und Anlagenteile noch aus den Gründungszeiten stammen, ist es für das Unternehmen von großer Bedeutung, eine Analyse über alle wichtigen Ausrüstungsteile durchzuführen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Bau- und Anlagenteile mit Hilfe von Mitarbeitern unterschiedlicher Bereiche analysiert. Dies geschieht über eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), welche zusätzlich noch durch eine Fehlermöglichkeits- Einfluss- und Kritikalitätsanalyse (FMECA) erweitert werden soll. Somit sollen ausfallanfällige Bauteile ausfindig gemacht und Maßnahmen festgelegt werden, die unter anderem zu einer geringeren Fehleranfälligkeit führen sollen.
Weiterhin soll anhand einer statistischen Auswertung dargestellt werden, welchen Umfang und Einfluss die beschlossenen Maßnahmen haben. Hierbei sollen Faktoren wie Bauteile und deren Gefährdungseinstufung berücksichtigt werden.

1.2 Vorstellung der Firma

Die Innospec Leuna GmbH ist ein Chemiebetrieb, der sich auf die Herstellung von Diesel-Additiven, Polyethylen-Wachsen und den Kunststoff Ethylenvinylacetat-Copolymer (EVA) spezialisiert hat. Der Betrieb beschäftigt in Leuna rund 95 Angestellte. Das gesamte Unternehmen produziert in 4 Ländern und beschäftigt insgesamt über 1100 Mitarbeiter mit einem weltweiten Vertriebsnetz. Der Hauptsitz befindet sich in Ellesmere Port, UK.

2 Produktion von Kunststoffen bei der Innospec Leuna GmbH

2.1 Anlagenhistorie

In Leuna wird seit 1968 eine Anlage zur Hochdruckpolymerisation betrieben. Diese diente zunächst als Versuchsanlage, um die Entwicklung neuer Kunststoffe voranzutreiben. 1997 wurde sie dann durch die Leuna Polymer GmbH privatisiert. 7 Jahre später wurde diese dann durch Innospec Ltd. als Tochterunternehmen übernommen. Am Standort Leuna werden heute erfolgreich die Produkte Viscowax®, Leunasol und Flexaren® produziert.

2.2 Historische Entwicklung der Hochdruckpolymerisation

Die 1933 zufällig entdeckte Polymerisation von Ethylen wurde zügig kommerzialisiert, so dass durch das britische Chemieunternehmen ICI bereits 1938 eine Tonne LDPE hergestellt werden konnte.[1] Die Gründe hierfür waren die sich aus dem Stoff ergebenden Vorteile wie bspw. eine geringe Dichte, hohe Korrosionsbeständigkeit und gute elektrische sowie thermische Isolationsfähigkeit. Das entstandene Polymer wird hauptsächlich für Folien, Isolations- und Verpackungsmaterialien und für Spritzgussteile verwendet.[2]

2.3 Produktion von Kunststoffen weltweit

Kunststoffe und Verbundmaterialien ersetzen zunehmend Materialien wie Glas, Stein und Stahl. Durch ihr breites Eigenschaftsspektrum finden sie in vielen Gebieten Einsatz, von der Getränkeflasche bis zu medizinischen Produkten. Die Weltjahresproduktion an Kunststoffen stieg seit 1950 jährlich um etwa 9 %, von damals 1,5 Mio. Tonnen bis 2012 mit etwa 288 Mio. Tonnen.[3]

[1] HvE-00 S.190 ff.
[2] EBK-04
[3] MtH-12 S.1 ff.

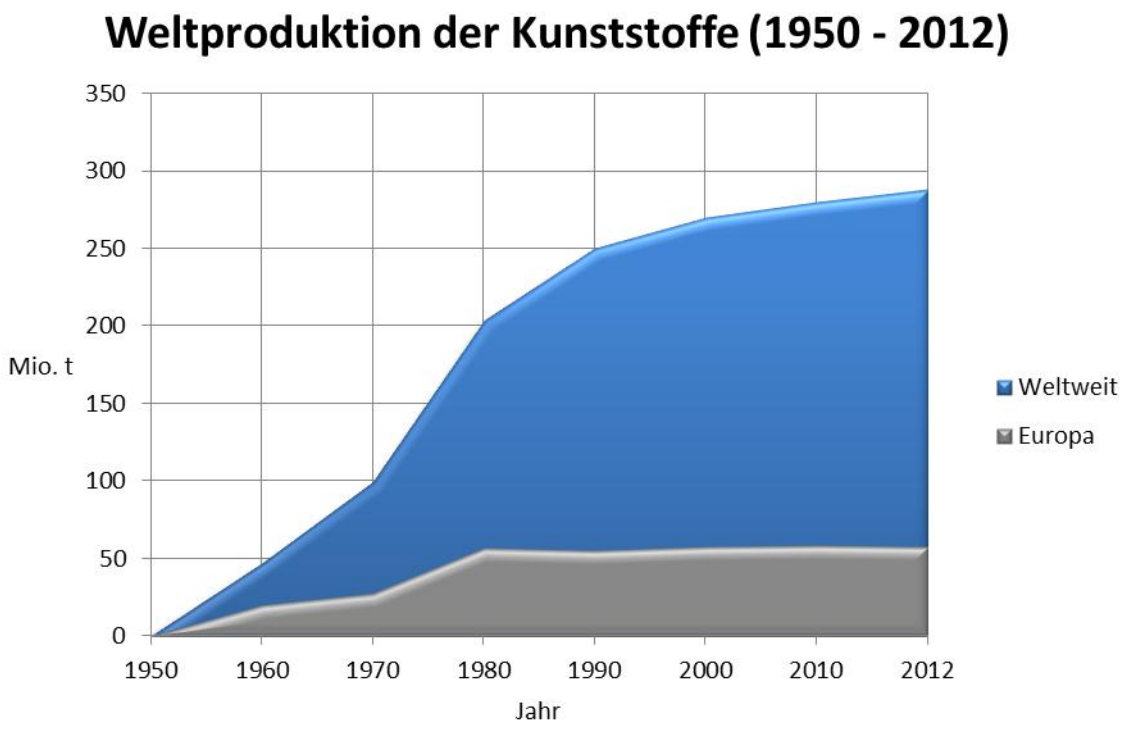


Abbildung 1 Weltproduktion der Kunststoffe[4]

Heutzutage werden häufig Massengüter, bspw. in der Verpackungsindustrie, benötigt. Produkte dieser Art werden hauptsächlich im Nahen Osten und Asien produziert. In diesen Regionen stehen Energie- und Arbeitskosten günstig zur Verfügung. Daher entstehen in dieser Region große Anlagen zur Synthese von LDPE mit Kapazitäten bis zu 500.000 t pro Jahr. Dies führt auf der einen Seite zu sehr günstigen Polymeren, auf der anderen Seite sind diese großen Anlagen nur wenig flexibel, weil es sehr viel Aufwand erfordern würde diese Anlagen auf einen anderen Produkttyp umzustellen.
Diese Flexibilität ist die Stärke von kleineren Anlagen, wie die Polymerisationsanlage der Innospec Leuna GmbH, welche jährlich durchschnittlich 22.000 t produziert. Anlagen dieser Art können sich schneller an Anforderungen des Marktes anpassen und eignen sich daher besonders für Produkte mit geringeren Bedarfsmengen, wie bspw. im medizinischen Sektor. Die Anlagen arbeiten trotz kleinerer Größe wirtschaftlich, da sich in diesen Marktsegmenten höhere Margen erzielen lassen.[5]

2.4 Verfahren zur Gewinnung des Endprodukts

2.4.1 Kompression des Einsatzgases

Zu Beginn des Prozesses wird der Anlage Ethylen zugeführt. Das frisch eingespeiste Ethylen wird mit dem Restgas, welches bereits einen Prozess durchlaufen hat und wiederaufbereitet worden ist, vermischt. Im Anschluss wird das Gasgemisch auf einen Zwischendruck von 250 bar gebracht. Hierfür stehen drei Kompressoren zur Verfügung. Zum einen zwei baugleiche

[4] Vgl. net_1
[5] Vgl. MtH-12 S.1 ff.

„Zwickauer“ Kompressoren, die das Gasgemisch in 5 Stufen auf Zwischendruck verdichten und der „Halberstädter“ Kompressor. Letzterer ist ein 7-stufiger Verdichter. Der Prozess verlangt es, entweder mit beiden „Zwickauern“ oder mit dem „Halberstädter“ zu fahren. Bei der Kompression muss das Gasgemisch nach jeder Stufe durch Kühlkondensat auf eine Eintrittstemperatur von 30 °C für die nächste Stufe gebracht werden. Dieser Schritt ist notwendig, da das Gemisch durch die mehrstufige Kompression immer wieder erwärmt wird. Zudem hat das Abkühlen den positiven Nebeneffekt, dass kondensierte Flüssigbestandteile, wie z. B. Schmieröle oder mitgerissene Produktreste, vom Gas getrennt werden können.
Im nächsten Schritt wird dem Ethylengemisch Vinylacetat zugeführt. Das in einem Tank vorgehaltene flüssige VAC wurde vorher mit Hilfe von mehreren Kolbendosierpumpen auf den erforderlichen Zwischendruck von 250 bar gebracht. Nach Bildung des EVA-Gasgemischs gelangt dieses in den „Burckhardt“. Der Burckhardt ist ein zweistufiger Hubkolbenkompressor, der in der Lage ist, das Gasgemisch mit Hilfe von hydraulischer Kraftübertragung auf einen Enddruck von bis zu 2.300 bar zu komprimieren.
Nachdem das Gemisch auf den erforderlichen Enddruck gebracht worden ist, gelangt es in die Aufheizer. In diesen wird es auf die für den Polymerisationsprozess erforderliche Starttemperatur gebracht.

2.4.2 Reaktionssystem im Reaktor

Im nächsten Schritt gelangt das Gemisch in einen Zwei-Zonen-Reaktor, das eigentliche Herzstück der gesamten Anlage. In diesem herrschen Temperaturen zwischen 120-280 °C bedingt durch den exothermen Polymerisationsprozess. Die Kühlung des Prozesses erfolgt durch Heißwasser, das im Gegenstrom durch die Reaktormäntel gepumpt wird.
Jede der beiden Reaktorzonen verfügt über jeweils eine Einspeisestelle, über diese werden Peroxide zugeführt, die dazu dienen, den Polymerisationsprozess zu initiieren. In beiden Zonen findet die gleiche Reaktion statt, der Unterschied besteht lediglich darin, dass in der ersten Zone das reine Gasgemisch zugeführt wird und in der zweiten das Gemisch, das bereits zugeführtes Polymer enthält. Durch die zweite Initiierung reagiert ein weiterer Teil des noch nicht polymerisierten Gasgemisches. Das hat zur Folge, dass der Umsatz erhöht wird.

2.4.3 Gewinnung des Endprodukts

Wenn das Produktgemisch, bestehend aus Polymer und nicht umgesetzten Gas den Reaktor verlassen hat, muss es noch von dem unerwünschten Restgas befreit werden. Dieser Schritt ist notwendig um das reine Polymer zu erhalten. Hierzu gelangt es zunächst in den ersten von zwei Produktkühlern. In diesem wird das Gemisch auf eine Temperatur von ca. 200 °C abgekühlt. Im Anschluss wird es dann über das Reaktordruck-Regelventil auf einen Druck von 250 bar entspannt. Die Entspannung des Gases bewirkt, dass es sich erwärmt. Diesen Effekt nennt man den negativen „Joule Thomson Effekt“. Danach muss das Gemisch durch den Produktkühler II ein weiteres Mal abgekühlt werden. Nach dem Verlassen des zweiten Produktkühlers beträgt die Temperatur des Gemisches noch ca. 180-220 °C. Im nächsten Verfahrensschritt gelangt das Produkt in den Zwischendruck-Abscheider, um das Polymer vom Restgas zu trennen. Das nicht verbrauchte Restgas wird in einen Kreislauf für eine neue Reaktion geleitet. Um das entstandene Polymer weiter zu entgasen, wird es am Ende über ein weiteres Druckregelventil auf 2 bar entspannt.

Im nächsten Schritt erfolgt die Weiterverarbeitung der Produktschmelze, je nach Produkttyp.
Bei der Produktion von FLEXAREN® wird die Schmelze zunächst über einen Extruder und eine Unterwassergranulierung mit anschließender Trocknung in die entsprechende Form des Granulats gebracht. Im Anschluss daran gelangt das Endprodukt in mehrere Silos.
Die Produkte LEUNASOL und VISCOWAX® durchlaufen zunächst den gleichen Prozess der Restentgasung. Dabei werden die Wachse über eine Strippkolonne von den Restmonomeren, die sich im Produkt befinden, befreit. Danach gelangt es in einen Vakuumturm. In diesem wird ein Großteil des restlichen Ethylens von dem Produkt befreit. Dieser Prozess der Restentgasung ist möglich durch die Bildung eines Vakuums, dass mit Hilfe einer Vakuumpumpe (P 872 unter Abschnitt 5.3 behandelt) erzeugt wird. Das entgaste Ethylen wird abgeführt, gereinigt und in einen neuen Prozess zurückgeführt. Bei der weiteren Verarbeitung dieser Produkte sind unterschiedliche Verfahrensweisen notwendig, um diese entsprechend verladen zu können. Im Falle einer VISCOWAX®-Kampagne wird die Schmelze über einen Versprühturm abgekühlt und in Silos, Säcke oder Big Bags abgefüllt. Bei der Produktion von LEUNASOL®, wird die Schmelze mit einem Lösungsmittel versetzt und in einem Tanklager zwischengelagert. Anschließend erfolgt die Abfüllung des Endprodukts in Tankfahrzeuge, Big Bags oder Fässer.

Zur Erläuterung des Verfahrens wird der in Kapitel 2.3 bis 2.3.3 beschriebene Prozess der Hochdruckpolymerisation nachfolgend anhand eines vereinfachten Fließschemas dargestellt.

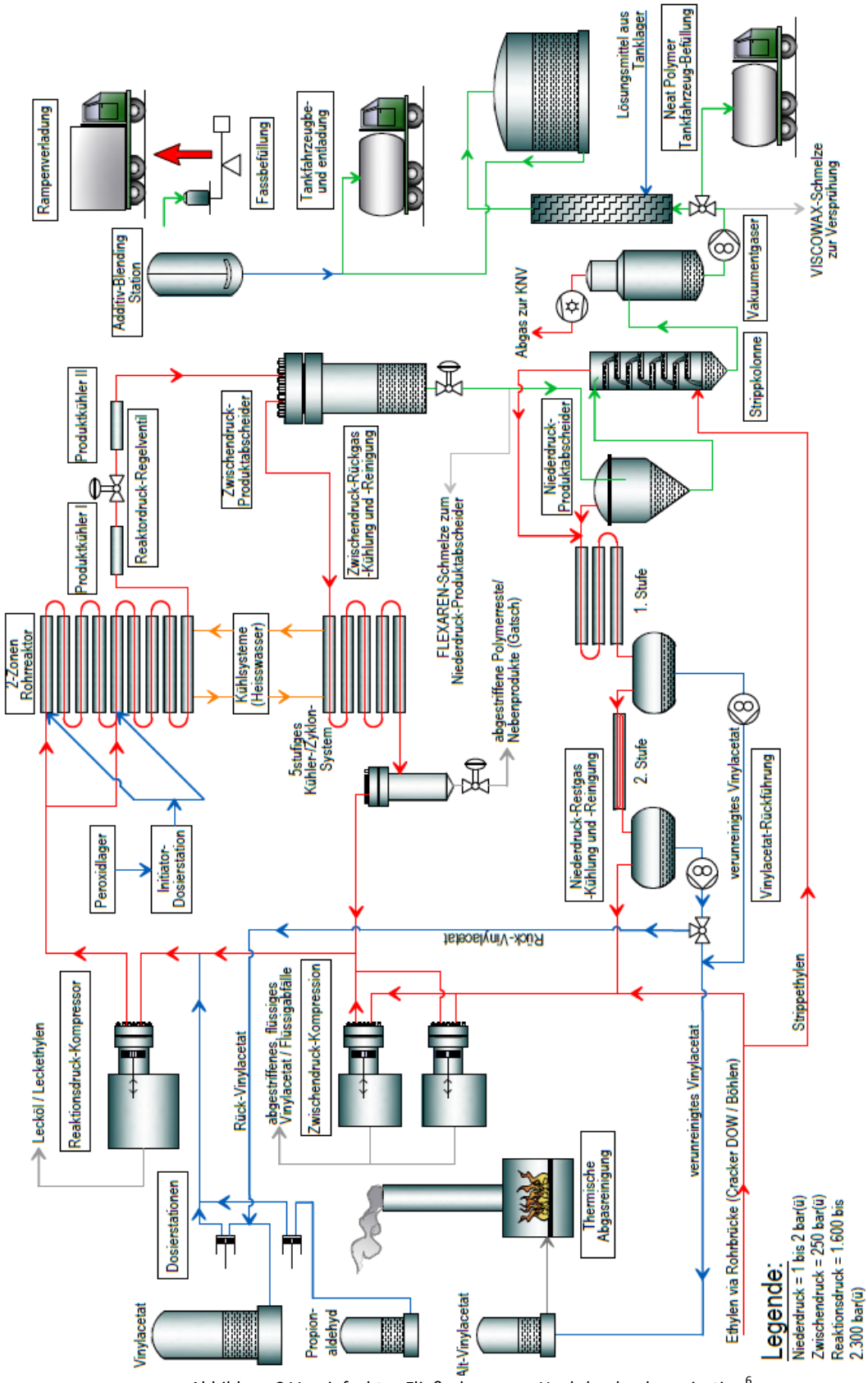


Abbildung 2 Vereinfachtes Fließschema zur Hochdruckpolymerisation[6]

[6] ILA

3 Erläuterung FMEA

Die Abkürzung FMEA steht für „Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, in engl. Failure Mode and Effects Analysis“. Bei der Analyse geht es vorrangig um das Aufdecken von Fehlerquellen sowie die daraus resultierenden Folgen für ein Produkt, ein System oder einen Prozess.
Die FMEA ist eine Methode der vorbeugenden Qualitätssicherung. Das bedeutet, mit dem Einsatz dieser Methode wird der Schwerpunkt der Arbeiten nicht mehr auf die Fehlerbeseitigung, sondern auf die vorzeitige Fehlererkennung gelegt. Mit Hilfe der FMEA können mögliche Fehler und deren Konsequenzen bereits in einem frühen Stadium des Entwicklungs- und Fertigungsprozesses erkannt werden.[7]
Durch die Einführung einer FME-Analyse kann erreicht werden, dass

- die Funktionssicherheit von Produkten gesteigert wird,
- sich die Kundenzufriedenheit erhöht,
- störungsfreie Prozessabläufe generiert werden
- und man fördert die innerbetriebliche Kommunikation, um zukünftige Fehler zu vermeiden.[8]

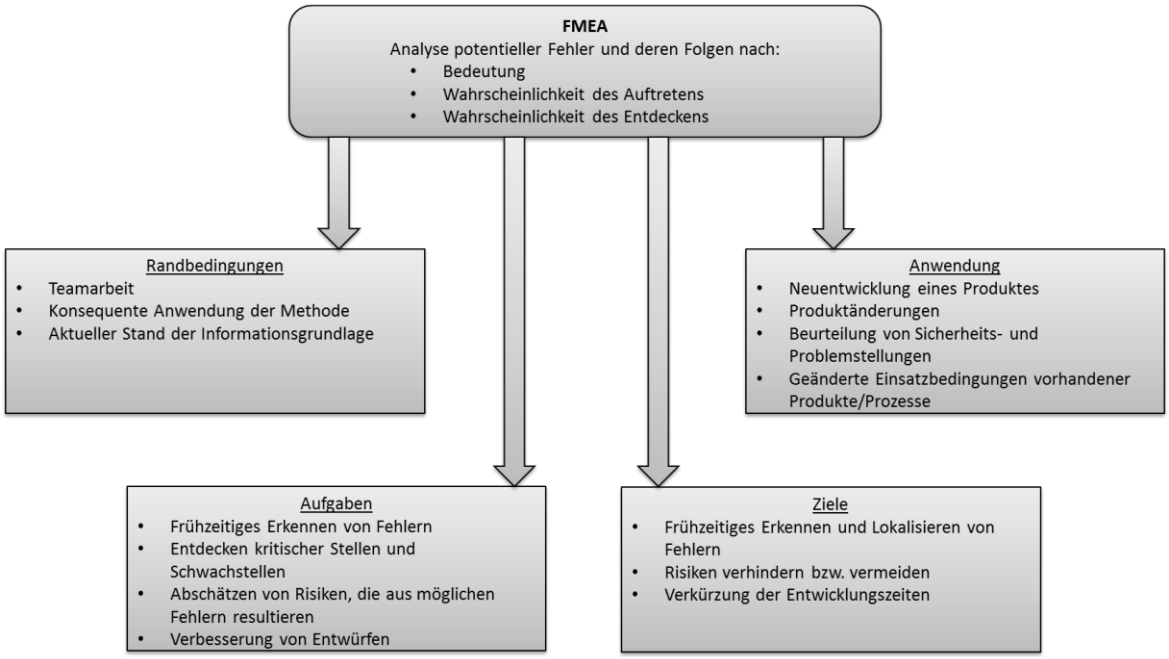


Abbildung 3 Erläuterung FME-Analyse[9]

3.1 Geschichtliche Entwicklung

Der Ursprung der FMEA liegt in den 1940er Jahren. Hier wurde sie zunächst für das amerikanische Militär entwickelt. Im Anschluss fand sie dann in den 1960er Jahren in der Raumfahrt (NASA) Anwendung. Eine der ersten industriellen Branchen, die die FMEA anwendeten, war die Kerntechnik. Alle frühen Anwendungen von FMEAs dienten nicht

[7] Vgl. FMP-03 S.3 ff.
[8] Vgl. RmF-13 S.17 ff.
[9] Fez-96 S.1 ff.

hauptsächlich dazu, den Kunden zufrieden zu stellen, sondern lebensbedrohliche Konsequenzen für Mitarbeiter auszuschließen.
In den 70er Jahren machte sich dann die Automobilindustrie das Verfahren zunutze. Als einer der ersten Automobilhersteller ist hier Ford ab 1977 zu nennen. Im Anschluss daran folgten viele japanische und europäische Automobilhersteller. Branchen, wie die Medizin-, Software- und Elektronikindustrie, führten dann ihre Version einer FMEA in den 90er Jahren ein. 1986 wurde die FMEA erstmals in den Band der VDA aufgenommen. (VDA – Verband der Automobilindustrie).[10]

3.2 Arten der FMEA

Die Durchführung einer FMEA ist auf unterschiedliche Arten möglich. Zum einen können FMEAs innerhalb eines betrachteten Systems, wie z. B. in einer System-FMEA, aufeinander aufbauen, zum anderen sind derartige Untersuchungen auch zwischen unterschiedlichen FMEA-Arten möglich. So kann es zu Überlappungen zwischen System-, Konstruktions- und Prozess-FMEA kommen. Diese bauen aufeinander auf und überlappen sich in den Bereichen Fehlerart und Fehlerursache. Es kann die Fehlerart der einen FMEA zur Fehlerfolge der anderen und die Fehlerursache der einen FMEA zur Fehlerart der anderen werden.[11] Ziel der Überlappungen ist die Beschreibung von Schnittstellen auf unterschiedlichen Ebenen.[12]

3.2.1 System-FMEA

Die System-FMEA wird häufig auch als Produkt-FMEA bezeichnet. Sie wird in den frühen Phasen der Produktentwicklung angewendet, um mögliche Fehler oder Schwachstellen zu identifizieren und das Zusammenwirken der Systemkomponenten zu gewährleisten. Die Grundlage hierfür sind häufig bereits vorher erarbeitete Pflichtenhefte und Systemkonzepte. Das Hauptaugenmerk liegt dabei in der Gewährleistung der Systemsicherheit, der Zuverlässigkeit und der Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften.

3.2.2 Konstruktions-FMEA

Im Zuge der Konstruktions-FMEA werden Fehler betrachtet, die an einzelnen Bauteilen oder Baugruppen des Systems auftreten können. Die Untersuchungen von Prozessfehlern basieren auf Stücklisten und Konstruktionszeichnungen.
Das Ziel ist es, dass alle möglichen Fehler und Unwägbarkeiten erkannt werden und ein Eintreten dieser Ereignisse durch geeignete Abstellmaßnahmen verhindert wird. Die Konstruktions-FMEA hat immer das fehlerfreie Produkt zum Ziel.[13]

3.2.3 Prozess-FMEA

Basierend auf den Ergebnissen der Konstruktions-FMEA werden prozessbedingte Fehler untersucht. Zu diesen zählen unter anderem die Prozessstabilität, die Sicherheit des Herstellungsverfahrens und die Qualitätsfähigkeit.[14]

---

[10] Vgl. FEM-12 S.7 ff.
[11] Vgl. FuE-01
[12] Vgl. EeM-08
[13] Vgl. FMP-03 S.26

Grundsätzlich sollen alle möglichen Faktoren und Zustände ermittelt werden, die einen einwandfreien Prozessablauf erschweren. Dabei ist die gesamte Handlungskette mit allen Einflüssen zu erfassen.[15]

	Fehlerfolge	Fehlerart	Fehlerursache
System-FMEA	Motor startet nicht	Anlasser defekt	Ankerwelle gebrochen
Konstruktions-FMEA	Anlasser defekt	Ankerwelle gebrochen	Pressung zu hoch/ Einschnürung der Welle
Prozess-FMEA	Ankerwelle gebrochen	Zu hohe Pressung/ Einschnürung der Welle	Fertigungstoleranzen, Fügeart etc.

Tabelle 1 Zusammenhang FMEA-Arten[16]

Diese Tabelle verdeutlicht den Zusammenhang zwischen den einzelnen FMEA-Arten am Beispiel eines Anlassers. Die Fehlerursache der System-FMEA „Ankerwelle gebrochen“ wird zur Fehlerart der Konstruktions-FMEA und bildet als Fehlerfolge den Ausgangspunkt der Untersuchungen auf der Prozessebene. Mit fortschreitender Produktentwicklung findet je nach Stand der Analyse ein Übergang von System- zu Konstruktions- und letztendlich zur Prozess-FMEA statt.[17]

[14] Vgl. FMP-03 S.19 ff.
[15] Vgl. QvA-08 S. 77 ff.
[16] Vgl. FMP-03 S.26 ff.
[17] Vgl. FMP-03 S.26 ff.

3.3 Durchführung der Analyse

Eine FME-Analyse besteht aus 5 hauptsächlichen Schritten (siehe Abb.3).

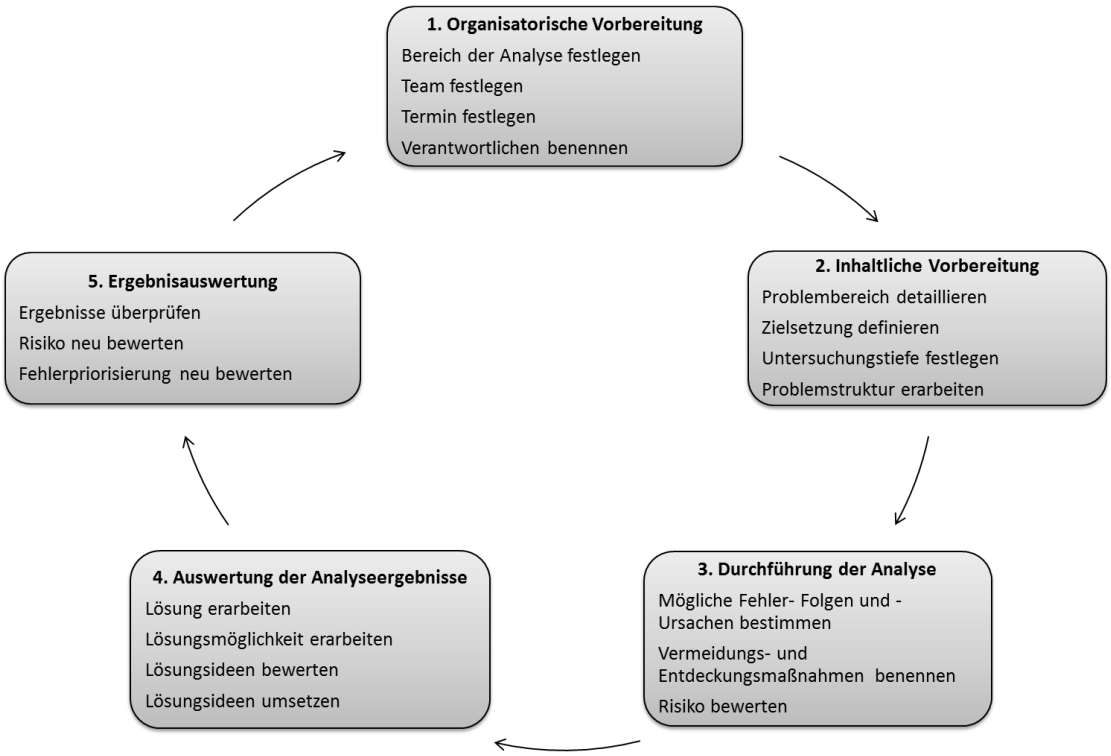


Abbildung 4 Durchführung FME-Analyse[18]

Organisatorische Vorbereitung

In dieser Phase sind die Prozesse bzw. die Bau- und Anlagenteile zu bestimmen, für welche die FMEA durchgeführt werden soll. Im Anschluss daran ist festzulegen, wer für die Erstellung der FMEA verantwortlich ist, welche Personen an der Analyse teilnehmen und welche Termine einzuhalten sind.

Bezogen auf die Innospec Leuna GmbH sind folgende Personen beteiligt:

- Leiter Instandhaltung
- Betriebsführer Produktion
- Ingenieurtechnik
- Meister
- Schlosser
- Anlagenfahrer.

Inhaltliche Vorbereitung

Ziel ist es, die Untersuchungstiefe der Bau- und Anlagenteile festzulegen und den Problembereich klar zu definieren. Es sollte möglich sein, einzelne Fehlerursachen zu bewerten und eventuelle Vermeidungs- bzw. Entdeckungsmaßnahmen zu finden. Weiterhin

[18] Eigene Darstellung in Anlehnung an QSM-96 S.114 ff.

sollte eine Verteilung von Aufgaben vorgenommen werden, wie bspw. Moderation, Zusammenstellung aller notwendigen Unterlagen oder das Festlegen von Terminen.

Durchführung der Analyse

Der ausgewählte Analysegegenstand sollte mit allen Komponenten und Prozessschritten bezüglich der potentiellen Fehler, der Fehlerursachen und Folgen analysiert werden. Das Ziel besteht darin, Maßnahmen zur Beseitigung der entdeckten Schwachstellen zu treffen. Ergebnis der Bewertungen einzelner Ursachen hinsichtlich Bedeutung, Auftretens- und Entdeckungswahrscheinlichkeit ist die Risikoprioritätszahl (Erl. Kapitel 4.4). Je höher die Zahl der RPZ, desto größer ist der Bedarf an Verbesserungsmaßnahmen und damit auch der Diskussionsbedarf im Team.

Auswertung der Analyseergebnisse

In diesem Schritt gilt es, geeignete Maßnahmen zu finden, um die erkannten Schwachstellen zu beseitigen. Hierbei sollte man mögliche Kenntnisse aus der Vergangenheit mit in Betracht ziehen. Für jede Maßnahme sind mögliche Verantwortliche, Zeitbedarfe und Termine für die Umsetzung festzulegen.

Terminverfolgung und Erfolgskontrolle

Die geplanten Maßnahmen sind hinsichtlich der Termineinhaltung und ihrer Wirksamkeit zu überwachen. Es ist durch den Verantwortlichen sicherzustellen, dass geplante Maßnahmen durchgeführt werden. Zum anderen ist nach der Durchführung der Maßnahmen eine erneute Risikoeinschätzung vorzunehmen.[19]

3.4 Bewertungsverfahren von Bauteilen

Dazu nimmt man die Punktebewertung zur Risikobeurteilung auf einer Skala von 1 (kein Risiko) bis 10 (hohes Risiko) vor, siehe (Tab.3, Tab.4, Tab.5). Dann wird die Risikoprioritätszahl (RPZ) ermittelt, indem man diese 3 ermittelten Faktoren miteinander multipliziert. Die RPZ kann somit einen Wert zwischen 1 und 1000 annehmen und stellt so eine Rangfolge für die Optimierung durch entsprechende Lösungsvorschläge dar. Die Fehlerursachen mit dem höchsten Zahlenwert sind vorrangig zu beseitigen. Auf diese Weise wird die Voraussetzung für eine gezielte und systematische Verbesserung von Konstruktion und Prozess geschaffen.[20]

Die RPZ wird wie folgt ermittelt: **RPZ = A x B x E**[21]

[19] Vgl. LBm-03 S.108 ff.
[20] Vgl. QvA-08 S.76 ff.
[21] Vgl. FEM-13 S.45 ff.

Die Ergebnisse dieser RPZ werden wie folgt interpretiert:

RPZ	Bewertung der Baugruppe
251 – 1000	Dringender Handlungsbedarf
125 – 250	Baugruppe in Gefährdung
1 – 124	Baugruppe in Ordnung

Tabelle 2 Einschätzung RPZ[22]

3.4.1 Erläuterung der Bewertungsfaktoren

A – Auftretenswahrscheinlichkeit

Der Faktor der Auftretenswahrscheinlichkeit beschreibt, wie oft ein Fehler in den letzten Jahren/Monaten aufgetreten ist.

Faktor	Definition	Nähere Beschreibung
1	Sehr geringe Wahrscheinlichkeit, ähnliche Teile oder Prozesse haben bisher keine auffällige Fehlerrate gezeigt.	noch nie aufgetreten
2 – 3	Geringe Wahrscheinlichkeit, der Fehler tritt nur sehr selten auf.	2 = 1 x in 10 Jahren
		3 = 1 x in 5 Jahren
4 – 6	Mittlere Wahrscheinlichkeit, der Fehler tritt gelegentlich auf.	4 = 1 x in 2 Jahren
		5 = 1 x in 1 Jahr
		6 = 1 x in 6 Monaten
7 – 8	Hohe Wahrscheinlichkeit, der Fehler tritt regelmäßig auf.	7 = 1 x in 3 Monaten
		8 = 1 x in 2 Monaten
9 – 10	Sehr hohe Wahrscheinlichkeit, der Fehler tritt sehr häufig auf.	9 = 1 x in 1 Monat
		10 = 1 x pro Woche

Tabelle 3 Beschreibung der Faktoren für die Auftretenswahrscheinlichkeit[23]

Die in Tabelle 3 beschriebenen Faktoren sind gemäß den Erfahrungen der Innospec Leuna GmbH angepasst worden. In der Literatur finden sich abweichende Definitionen (z. B. Faktor

[22] Innospec Standard
[23] Vgl. VdA-96 S.22 ff.

2 – einmal in 700 Tagen, Faktor 10 – einmal pro Tag), was sich jedoch als unangemessen für die bewerteten Ausrüstungen erwiesen hat.

B – Bedeutung

Die Bedeutung eines Fehlers beschreibt, welche Auswirkungen und Konsequenzen dieser auf die Gesamtanlage haben kann. Es werden unter anderem die Kosten eines Schadens, die Reparaturzeit, die Stillstandzeit der Anlage sowie Gefährdungen für Sicherheit, Arbeits- und Umweltschutz in Betracht gezogen.

Faktor	**Definition**
1	Bedeutung ist sehr gering, Fehler hat keinen Einfluss auf die Funktion.
2 – 3	Bedeutung ist gering, Fehler hat kleinen Einfluss auf die Gesamtfunktion.
4 – 6	Mittlere Bedeutung, ein Versagen macht sich vorher bemerkbar, es müssen aber keine sofortigen Maßnahmen ergriffen werden.
7 – 8	Hohe Bedeutung, ein Versagen macht sich vorher nicht bemerkbar, es müssen sofort Maßnahmen ergriffen werden. Es können Folgeschäden an anderen Anlagenteilen auftreten.
9 – 10	Sehr hohe Bedeutung, ein Versagen macht sich vorher nicht bemerkbar und es entsteht ein Sicherheitsrisiko für Mensch und Umwelt. Es treten Folgeschäden an anderen Anlagenteilen auf.

Tabelle 4 Beschreibung der Faktoren für die Bedeutung[24]

[24] Vgl. VdA-96 S.22 ff.

E – Entdeckungswahrscheinlichkeit (vor Abstellung der Gesamtanlage)

Der Faktor der Entdeckungswahrscheinlichkeit orientiert sich an der Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler vor einer notwendig werdenden Anlagenabstellung entdeckt wird.

Faktor	**Definition**
1	Sehr hohe Wahrscheinlichkeit, der Fehler wird sofort entdeckt.
2 – 3	Hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung des Fehlers.
4 – 6	Eine Entdeckung des Fehlers ist wahrscheinlich.
7 – 8	Geringe Wahrscheinlichkeit, der Fehler ist trotz Kontrollen nur sehr schwer zu entdecken.
9 – 10	Sehr geringe Wahrscheinlichkeit, eine Entdeckung des Fehlers ist so gut wie ausgeschlossen.

Tabelle 5 Beschreibung der Faktoren für die Entdeckungswahrscheinlichkeit[25]

[25] Vgl. VdA-96 S.22 ff.

4 Erläuterung FMECA

Die Fehlermöglichkeits-, Einfluss- und Kritikalitätsanalyse (engl. Failure mode, effects and criticality analysis) ist eine vorbeugende Methode zur Identifikation von Problemen.[26]
Die FMECA resultiert aus den möglichen Fehlerzuständen der FMEA. Diese werden bezüglich ihrer Auswirkungen und Wahrscheinlichkeiten betrachtet. Die Analyse ist keine neue Methode, sondern eine Ergänzung zur bestehenden FMEA, es erfolgt zusätzlich zur FMEA eine Priorisierung.[27]
Der wesentliche Unterschied der beiden Methoden besteht darin, dass die FMECA mehr Bewertungsfaktoren beinhaltet. Das sind z. B. die Auswirkungen eines Fehlers auf die Sicherheit der Mitarbeiter, auf die Umwelt sowie auf die Gesamtproduktion der Anlage. Weiterhin wird untersucht, welchen Einfluss ein entsprechender Schaden auf die Qualität des Endprodukts haben würde und wie oft das beschriebene Bau- und Anlagenteil Verwendung findet. Die Bewertung der Bauteile erfolgt wie bei der FMEA durch ein Faktorsystem. Differenzen bestehen lediglich bei der maximalen Bewertung der einzelnen Bau- und Anlagenteile. Bei der FMECA können Faktoren von 1 bis 3 oder 1 bis 4 gewählt werden. Die Höhe des maximal zu wählenden Faktors hängt immer von dem entsprechenden Bewertungsfaktor ab. Im Gegensatz dazu wird bei der FMEA die Bewertung mit Faktoren von 1 bis 10 vorgenommen.

4.1 Bewertungsverfahren der Bauteile

Die Bewertung der Bauteile erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird die Bauteilkennzahl (BK) ermittelt, im Anschluss daran das Ergebnis ausgewertet und festgelegt, ob es notwendig ist, zusätzlich noch die Prioritätskennzahl (PK) zu ermitteln. Das ist immer abhängig von der sich ergebenden BK. Wenn diese kleiner ist als 23, muss keine weitere Analyse durchgeführt werden. Liegt sie hingegen zwischen 24 und 79, muss im Team besprochen werden, ob eine weitere Analyse notwendig ist. Liegt sie jedoch über 79, so ist die Ermittlung der PK in jedem Fall notwendig.
Jedem ermittelten Faktor wird ein Kommentar hinzugefügt, der zur jeweiligen Entscheidung geführt hat, damit diese auch zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehbar ist.[28]

4.2 Bewertung der Bauteilkennzahl (BK)

Zunächst erfolgt die Bewertung der BK, es werden Faktoren von A bis D unterschieden. Mit der BK wird ermittelt, welche Auswirkungen das Bau- oder Anlagenteil auf die

- Sicherheit der Mitarbeiter,
- die Umwelt,
- die Produktion,

[26] Vgl. SQS-09 S. 446 ff.
[27] Vgl. ISR-10 S.138 ff.
[28] ILA

- auf die technische Verfügbarkeit
- sowie auf die Qualität des Endproduktes hat.

Nachdem die einzelnen Faktoren ermittelt worden sind, werden sie multipliziert, um das Ergebnis der BK einschätzen zu können. Zur Einordnung der ermittelten Produkte dient die nachfolgende Tabelle.

BK	Bewertung der Baugruppe
80 – 192	Dringender Handlungsbedarf
24 – 79	Baugruppe in Gefährdung
1 – 23	Baugruppe in Ordnung

Tabelle 6 Einschätzung Bauteilkennzahl

4.2.1 Erläuterung der Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl

Faktor A – Auswirkungen auf Sicherheit und Umwelt

Faktor A berücksichtigt den Effekt eines Ausfalls in Bezug auf die Gesundheit, die Sicherheit der Mitarbeiter und auf die Umwelt.

Faktor Beschreibung	Faktorpunkte
Kleiner oder gar kein Effekt auf die Sicherheit der Mitarbeiter, die Anlage oder die Umwelt.	1
Potential für kleine Verletzungen, Schäden an der Anlage oder Verschmutzung der Umwelt.	2
Potential für einen Unfall mit Arbeitsausfall, einen hohen Schaden an der Anlage, gewisser Austritt von Schadstoffen in die Atmosphäre oder verunreinigtes Wasser, was eine Meldung an die zuständigen Behörden erfordert.	3
Schwere Sicherheitskonsequenzen, welche zur Folge den Tod haben könnten, schwere Verletzungen, Zerstörung eines Teils der Anlage und/oder große Umweltschäden, die zu einem Brand führen könnten. Der Fehler würde zum Erlöschen von Betriebsgenehmigungen führen.	4

Tabelle 7 Bewertung Faktor A

Faktor B – Auswirkungen auf die Produktion
Dieser Faktor betrachtet die Auswirkungen eines fehlerhaften Bauteils, bezogen auf den Produktionsprozess oder den Ausstoß der Anlage.

Faktor Beschreibung	**Faktorpunkte**
Keine erheblichen Auswirkungen, Geräte sind auf Standby verfügbar.	1
Geringe Auswirkungen auf die Produktion, es werden kaum andere Bereiche der Anlage beeinflusst.	2
Der Fehler hat großen Einfluss auf den Ausstoß der Anlage und kann auch andere Teile der Anlage betreffen.	3
Große Auswirkungen auf die Prozesse der Anlage. Ein Ausfall würde die Anlagenproduktion stoppen.	4

Tabelle 8 Bewertung Faktor B

Faktor C – Verwendung
Die Ausfälle reduzieren die geplante technische Verfügbarkeit. Dieser Faktor misst die Bedeutung der Bauteile im Hinblick auf diese.

Faktor Beschreibung	**Faktorpunkte**
Bauteil, welches nur gelegentlich in Benutzung ist.	1
Der Prozess kann auch ohne dieses Bauteil betrieben werden, es befindet sich allerdings ständig in Benutzung.	2
Bauteil ist Teil des laufenden Prozesses, es ist erforderlich für eine Funktion, die den Anteil für eine geplante Tagesproduktion ausmacht.	3
Bauteil, welches dafür verantwortlich ist, dass die gesamte Anlage betrieben werden kann.	4

Tabelle 9 Bewertung Faktor C

Faktor D – Qualität
Alle Bauteile, die einen ausstoßrelevanten Prozess beeinflussen oder die Qualität des Endprodukts. Ein Ausfall des Bauteils kann zu einem qualitativ schlechteren Endprodukt führen.

Faktor Beschreibung	Faktorpunkte
Kein messbarer Einfluss auf die Produktqualität.	1
Kleine Verschlechterung des Produkts, aber es kann noch verwendet und mit geringen Verlusten verkauft werden.	2
Der Fehler hat einen großen Einfluss auf die Qualität des Produktes und es kann nicht mehr verwendet werden.	3

Tabelle 10 Bewertung Faktor D

4.3 Bewertung der Prioritätskennzahl

Die Bewertung der PK bezieht sich auf die Auswirkungen der ermittelten Fehler. Anhand der Faktoren wird betrachtet

- wie häufig ein Fehler aufgetreten ist,
- welche Kosten bei dem jeweiligen Fehler entstehen
- und welche Kosten der Fehler in Hinsicht auf den Betrieb der Anlage verursacht.

Die PK wird ermittelt, wenn die BK das Ergebnis von 23 überschritten hat. Falls das Ergebnis unter diesem Produkt bleibt, ist keine weitere Analyse erforderlich, da von dem Bau- oder Anlagenteil keine Gefährdung ausgeht.

4.3.1 Erläuterung der Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl

Faktor E – Häufigkeit der Fehler
Dieser Faktor bezieht sich auf die Häufigkeit von Fehlern hinsichtlich der Ausfallursachen. Ein geschätzter Wert für die Häufigkeit von Fehlern sollte verwendet werden, wenn keine zuverlässigen Daten aus der Anlage zur Verfügung stehen.

Faktor Beschreibung	Faktorpunkte
Weniger als 5 Jahre	1
Zwischen 2 – 5 Jahren	2
Zwischen 3 Monaten – 2 Jahren	3
Öfter als einmal in 3 Monaten	4

Tabelle 11 Bewertung Faktor E

Faktor F – Potentielle Wartungskosten
Dieser Faktor betrachtet die Kosten eines Ausfalls. Das Ergebnis zeigt zugleich die Material- und die Arbeitskosten an. Sollten Folgeschäden auftreten, dann werden auch diese mit einbezogen.

Faktor Beschreibung	**Faktorpunkte**
<600€	1
600€ - 6.000€	2
6.000€ - 60.000€	3
>60.000€	4

Tabelle 12 Bewertung Faktor F

Faktor G – Wirkung von variablen Kosten
Dieser Faktor betrachtet Effekte bezüglich des ineffizienten Betreibens, mangelhafter Wartung oder Bauteilfehler in Bezug auf die Anlageneffektivität. Die Auswirkungen einer schlechten Anlageneffektivität sind für gewöhnlich zeitgebunden, und der Faktor sollte so gewählt werden, dass er entsprechend der wahrscheinlichsten Dauer des Problems oder der jährlichen Kosten bewertet wird.

Faktor Beschreibung	**Abstellzeit**	**Faktorpunkte**
<6.000€	<2 h	1
6.000€ - 25.000€	2 h – 24 h	2
25.000€ - 60.000€	>24 h	3

Tabelle 13 Bewertung Faktor G

Der Faktor G weicht von dem Standard der Innospec Leuna GmbH ab. Es wurde, um die Bewertung zu vereinfachen eine Abstellzeit hinzugefügt. Durch diese konnte eine angemessene Bewertung der Ausrüstungen vorgenommen werden.

5 Bewertung von Bau- und Anlagenteilen

Kapitel 5 soll dazu dienen, einen Einblick in die Bewertung einzelner Bau- und Anlagenteile zu erhalten. Die beschriebenen Teile wurden ausgewählt, da sie in der Gesamtanlage eine besonders kritische Stellung einnehmen. Diese Tatsache liegt darin begründet, dass bei einem Schadensfall erhöhte Gefahren für Mensch und Umwelt entstehen können, so dass die laufende Produktion gefährdet ist oder ein hoher Kostenaufwand entstehen würde.
Bei der Analyse wird zunächst das ausgewählte Bauteil mit seinen Gefährdungen und Aufgaben in der Anlage erläutert. Im Anschluss daran werden die Gründe, die zur Auswahl des entsprechenden Faktors geführt haben, näher beschrieben. Hierbei wurde der Faktor der Auftretenswahrscheinlichkeit außer Acht gelassen, da dieser dem Faktor E identisch ist.

5.1 Reaktor Zone 1 & 2

Da es sich bei den beiden Reaktorzonen um zwei identische Anlagenteile handelt, werden diese bei der Betrachtung zusammengefasst. Das Reaktionssystem, welches in beiden Reaktorzonen stattfindet, wurde bereits in Kapitel 2.3.2 beschrieben.
In der nachfolgenden Abbildung ist eine Darstellung des analysierten Reaktors zu sehen.

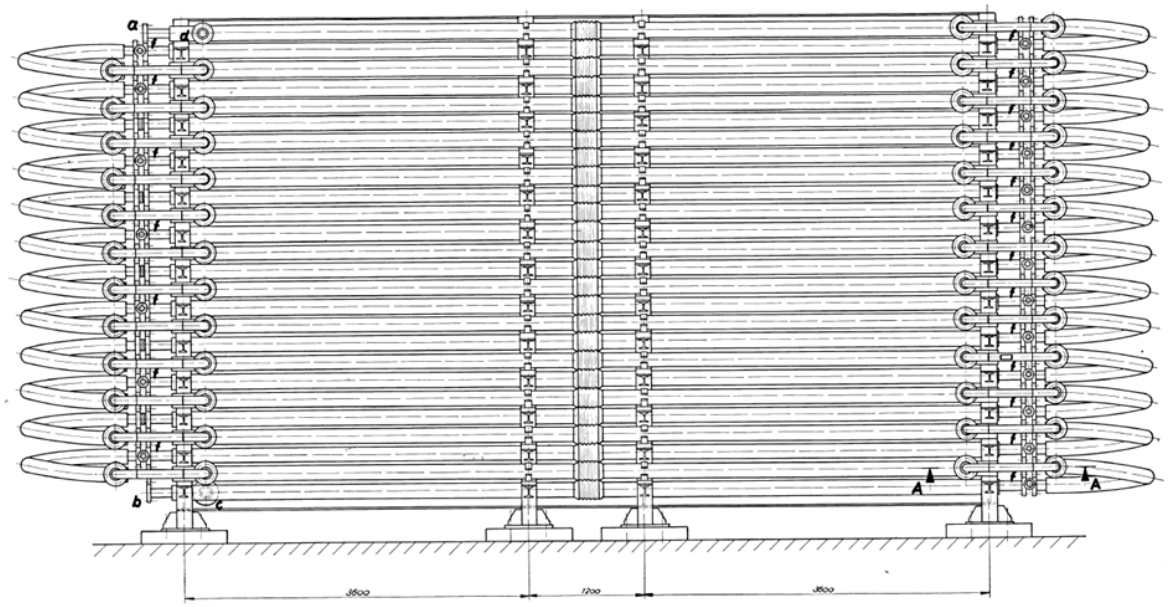


Abbildung 5 Rohrreaktor Zone 1 & 2[29]

Gefährdungen, die von diesem Anlagenteil ausgehen, kommen unter anderem durch hohen Druck (2300 bar) und das Gas Ethylen zustande. Bei Ethylen handelt es sich um ein farbloses Gas, welches zu Erstickungen führen kann. Außerdem bildet es in Verbindung mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch (Untere Explosionsgrenze = 2,4 Vol%)[30]. Sollte es zu einer Gasundichte kommen, entsteht somit schnell eine gefährliche Atmosphäre.

[29] ILA
[30] net_2

5.1.1 Fehlerbewertung Reaktor Zone 1 & 2

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Kurzfassung der Analyse des Reaktors Zone 1 & 2 zu sehen. Die ausführliche FMECA ist der beigefügten Datei zu entnehmen.

Fehler	Bauteilkennzahl					Risikoprioritäts-zahl				Prioritäts-kennzahl			
	A	B	C	D	**BK**	A	B	E	**RPZ**	E	F	G	**PK**
Flanschundichte	4	4	4	1	64	8	9	5	360	4	3	2	24
Undichte Heißwasserverbindung	2	4	4	1	32	5	6	4	120	3	2	2	12

Tabelle 14 FMEA/FMECA Reaktor Zone 1 & 2

Am Reaktor Zone 1 und 2 wurden Fehler einer Flanschundichte sowie einer undichten Heißwasserverbindung betrachtet.

<u>Betrachtung der Fehler</u>
Beide Fehlerursachen können durch den Verschleiß von Dichtungen, Dichtflächen sowie durch fehlerhafte Montage auftreten. Bei Eintritt der Fehler muss man in jedem Fall die gesamte Anlage herunterfahren, damit der Fehler behoben werden kann.
Die größere Gefährdung besteht bei einer Flanschundichte am Reaktor. In diesem Fall können große Mengen Ethylen austreten, was zu einer Explosion mit anschließendem Brand führen kann.
Bei einer undichten Heißwasserverbindung besteht lediglich die Möglichkeit, dass heißer Wasserdampf austritt. Bei diesem Schaden ist eine Abführung der Reaktionswärme des Reaktors nicht mehr gegeben. Die Anlage müsste demzufolge abgestellt werden.

<u>Offensichtlich/versteckter Schaden</u>
Der Schaden kann in beiden Fällen sowohl versteckt als auch offensichtlich auftreten.
Ein offensichtlicher Schaden macht sich bei einer Flanschundichte am Reaktor durch einen Druckabfall bemerkbar. Im Falle eines versteckten Schadens treten nur geringe Gasmengen aus, die über Druckmessungen und Gassensoren nicht unbedingt erkannt werden können. Eine undichte Heißwasserverbindung macht sich schnell über eine Dampffahne bemerkbar. Ein versteckter Schaden wäre bspw. eine Tropfleckage. Diese ist prinzipiell erkennbar. Da für den Bereich der Reaktorzone allerdings ein Begehverbot besteht, würde dieser Schaden erst im Falle einer Abstellung mit Begehung und der Kontrolle des Bereichs bemerkt werden.

<u>Bestehende Wartungsmaßnahmen</u>
Aktuell werden Teile des Reaktors jährlich zur Großreparatur demontiert und geprüft. Somit ist es möglich, alle Dichtflächen auf deren Verschleiß zu kontrollieren. Weiterhin werden alle Linsendichtungen kontrolliert. Hierzu unterzieht man diese einer Röntgenprüfung, um festzustellen, ob Material abgetragen wurde. Zusätzlich wird in gleichmäßigen Intervallen die Verrohrung des Reaktors einer Wanddickenprüfung unterzogen. Wenn beide Reaktorzonen wieder komplett montiert worden sind, werden sie im Anschluss mittels einer Wirbelstromprüfung auf Risse überprüft. Des Weiteren wird mittels einer Druckprobe, welche mit dem 1,3 fachen des zulässigen Enddrucks stattfindet, die Verrohrung auf

Leckagen überprüft. Zusätzlich ist der gesamte Bereich des Reaktors mit Gassensoren versehen.
Die aktuell durchgeführten Wartungsmaßnahmen an der Heißwasserleitung umfassen eine Druckprobe, welche alle fünf Jahre durchgeführt wird und eine Wanddickenmessung der Rohrleitung. Weiterhin wird jede Möglichkeit genutzt, um Sichtkontrollen durchzuführen.

Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl

Faktor A
Sollte es zu einem Gasaustritt kommen, sind sowohl die Mitarbeiter als auch die Anlage enorm gefährdet. Es besteht das Risiko einer Explosion sowie eines Feuers.
Im Fall einer undichten Heißwasserverbindung würde heißer Wasserdampf austreten. Personenschäden kann man allerdings ausschließen, da dieser Bereich während des Betriebs nicht betreten werden darf.

Faktor B
Bei beiden Fehlern müsste die Anlage gestoppt werden, bis der entsprechende Schaden behoben worden ist. Ein Produktionsausfall lässt sich somit nicht vermeiden.

Faktor C
Der Reaktor ist Bestandteil des Produktionsprozesses, ohne diesen ist keine Produktion möglich, da er sich im dauerhaften Betrieb befindet.
Der Prozess verlangt es, dass die Reaktionswärme des Reaktors dauerhaft abgeführt wird. Sollte das durch einen Schaden nicht möglich sein, muss die Anlage unverzüglich abgestellt werden. Demzufolge befindet sich die Heißwasserverbindung im dauerhaften Betrieb.

Faktor D
Die beschriebenen Fehler hätten keinen messbaren Einfluss auf die Qualität des Produktes, abgesehen von dem An- und Abfahrprodukt, das vor und nach jeder Abstellung anfällt.

Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl

Faktor E
Der Fehler einer undichten Flanschverbindung tritt im Jahr durchschnittlich dreimal auf, eine undichte Heißwasserverbindung ca. einmal pro Jahr.

Faktor F
Je nach Schadensursache werden alle gebrauchten Teile erneuert, beispielsweise werden Dichtungen, Kompensatoren, Schrumpfbuchsen oder Schweißverbindungen ausgetauscht. Nach der Behebung des Schadens werden der Reaktor sowie die Heißwasserverbindung einer

Druckprobe unterzogen. Diese dient dazu, das gesamte System auf undichte Stellen zu kontrollieren.
Bei Behebung des Schadens am Reaktor sowie an der Heißwasserverbindung würden Kosten von 6000 € nicht überschritten werden.

Faktor G
Die durchschnittliche Dauer des Behebens einer Flanschundichte sowie einer undichten Heißwasserverbindung liegt bei etwa 12 Stunden. Zu den bereits beschriebenen Maßnahmen muss noch zusätzlich beachtet werden, dass durch das An- und Abfahren jeweils 2 Stunden in Anspruch genommen werden müssen.

Bewertungsfaktoren Risikoprioritätszahl

Bedeutung
Ein Auftreten der Fehler könnte schwerwiegende Folgen für die gesamte Anlage sowie für das beschäftigte Personal haben. In jedem Fall müsste die Produktion solange gestoppt werden, bis der Fehler behoben worden ist. Der Fall einer undichten Heißwasserverbindung wurde als weniger bedeutend eingestuft, da sich im Gegensatz zum Reaktor kein leicht entzündliches Gas in der Rohrleitung befindet, sondern lediglich heißes Wasser bzw. Wasserdampf. Somit sind Gefährdungen für das beschäftigte Personal als wesentlich geringer einzustufen.

Entdeckungswahrscheinlichkeit vor einer Abstellung
Die Flanschundichte würde sich an einem Druckabfall oder durch die installierten Gassensoren bemerkbar machen. Bei einer geringen Gasundichte wäre die Entdeckung des Fehlers unwahrscheinlich, da die austretenden Gasmengen nicht von Gassensoren oder über einen Druckabfall bemerkt werden würden.
Bei einer undichten Heißwasserverbindung wird eine große Leckage schnell entdeckt, da sie durch austretenden Wasserdampf gut erkennbar ist. Sollte eine kleinere Leckage entstehen, dann würde sich diese über tropfendes Heißwasser bemerkbar machen. Diese ist aber nur schwer festzustellen, da die Einhausung der Reaktorkammer während des Betriebs nicht betreten werden darf.

Empfohlene Maßnahmen
Zu den bestehenden Gassensoren sollten noch weitere hinzugefügt werden, um schneller einen möglichen Gasausstoß feststellen zu können.
Weiterhin sollten Kameras installiert werden, damit könnten Veränderungen, wie bspw. Bewegungen und Wärmeentwicklung, erkannt werden.

Bei der Heißwasserverbindung sollten eine regelmäßige Wanddickenmessung sowie eine Druckprobe durchgeführt werden. Weiterhin sollten bei jeder Möglichkeit die Kupferdichtungen ausgetauscht und die Dichtflächen grundhaft überarbeitet werden.

Getroffene Maßnahmen

Bisher sind lediglich einige Gassensoren installiert worden. Diese reichen allerdings nicht aus um die gesamte Reaktorzone abzusichern. Zusätzlich besteht für die Reaktorzone ein Begehverbot, wenn sich die Anlage im Betrieb befindet.

Aktuell wird jährlich zur Großreparatur sowie nach Behebung eines entsprechenden Schadens eine Druckprobe an der Heißwasserverbindung durchgeführt. Weiterhin erfolgt bei der Großreparatur eine Wanddickenmessung.

Auswirkungen der Maßnahmen

Durch die beschriebenen Maßnahmen gelingt es, frühzeitig auftretende Schäden am Reaktor zu erkennen, bevor diese einen größeren Schaden anrichten können. Des Weiteren kann man durch die empfohlenen Maßnahmen die beschriebenen Fehler so gut wie möglich ausschließen.

Die aufwändigen Wartungsmaßnahmen sind notwendig, da ohne den Reaktor keine Produktion stattfinden kann und bei einem Ausfall ein hoher Produktionsverlust zu verzeichnen ist.

5.2 Reaktordruckregelventil

Das Reaktordruckregelventil, umgangssprachlich als Reizventil bezeichnet, übernimmt in der Gesamtanlage eine kritische Stellung. Diese kommt dadurch zustande, da das Ventil den Betriebsdruck des Zwei-Zonen-Reaktors von bis zu 2300 bar aufrecht halten muss. Falls das durch einen Schaden nicht möglich ist, muss die Produktion gestoppt werden, bis der Schaden behoben ist. Die Gefahr, die von diesem Bauteil ausgeht, ist eine Gasundichte. In diesem Fall würden große Mengen Ethylen freigesetzt werden, was mit einem erheblichen Sicherheitsrisiko verbunden ist. Das Gas könnte sich entzünden und zu einem Brand führen.

Die Steuerung des Reaktordrucks findet über den Ventilkegel statt. Wenn sich dieser auf den Ventilsitz schiebt, wird der Gaszufluss gestoppt und der Reaktordruck steigt. Wenn sich die Führungsbuchse im geöffneten Zustand befindet, wird hingegen der Druck des Reaktors entspannt. Die Regelung der Führungsbuchse, inklusive seiner Komponenten, findet automatisch statt. Sie richtet sich nach dem erforderlichen Reaktionsdruck. Zur Erläuterung der beschriebenen Funktionsweise dient Abbildung 6.

Einen Schaden im Inneren des Ventils kann man in den meisten Fällen über das Prozessleitsystem feststellen. Das geschieht über den Stellwert, der sich je nach Druck verändert. Sollte festgestellt werden, dass sich bei gewissen Drücken der Stellwert ändert, dann ist das ein Zeichen für einen Inneren Defekt am Reaktordruckregelventil.

Zum anderen kann sich ein Defekt über veränderte Strömungsgeräusche bemerkbar machen. Diese werden bei Rundgängen des zuständigen Personals ausfindig gemacht.

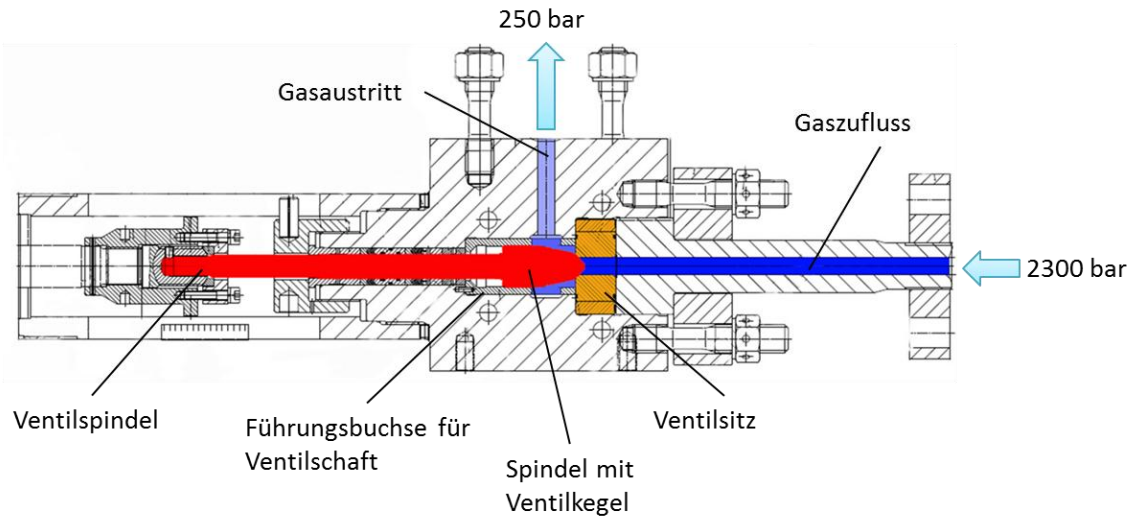


Abbildung 6 Reaktordruckregelventil[31]

In der nachfolgenden Tabelle erfolgt die Bewertung des Reaktordruckregelventils. Die ausführliche FMECA ist der beigefügten Datei zu entnehmen.

5.2.1 Fehlerbewertung am Reaktordruckregelventil

Fehler	Bauteilkennzahl					Risikoprioritäts-zahl				Prioritäts-kennzahl			
	A	B	C	D	**BK**	A	B	E	**RPZ**	E	F	G	**PK**
Undichter Antrieb (Ölseite)	3	4	4	1	**48**	3	8	8	**192**	2	2	2	**8**
Innerer Defekt	2	4	4	1	**32**	6	4	5	**120**	3	2	1	**6**
Flanschundichte	3	4	4	1	**48**	4	7	8	**224**	2	2	1	**4**
Undichte Packung	3	4	4	1	**48**	1	8	8	**64**	1	2	1	**2**

Tabelle 15 FMEA/FMECA Reaktordruckregelventil

<u>Betrachtung der Fehler</u>

In der Analyse wurden vier Fehler am Reaktordruckregelventil ausgewertet. Diese Fehler sind ein innerer Defekt, eine undichte Flanschverbindung, Packung sowie ein undichter Antrieb. Ein innerer Defekt kann durch Verschleißerscheinungen oder durch einen Fehler im Werkstoff auftreten. Die Auswirkungen eines solchen Defekts sind in Tabelle 16 zu sehen. Dieser Fehler ist in der Vergangenheit sehr häufig aufgetreten, da das Ventil durch die Prozessbedingungen sehr hohen Belastungen Stand halten muss.

Die Ursachen einer undichten Packung, einer undichten Flanschverbindung und eines undichten Antriebs sind Montagefehler, Verschleißerscheinungen oder Folgeschäden eines inneren Defekts.

[31] ILA

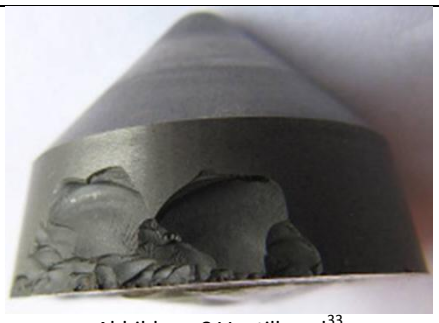
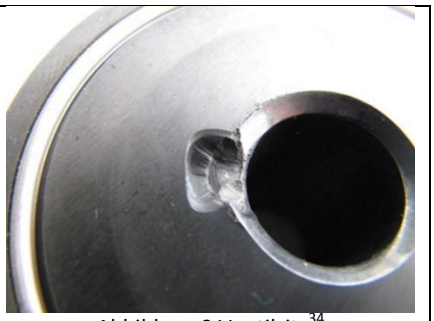
Abbildung 7 Spindelkopf[32]	 Abbildung 8 Ventilkegel[33]	 Abbildung 9 Ventilsitz[34]
Kavitation am Spindelkopf	Abplatzung am Ventilkegel	Abplatzung am Ventilsitz

Tabelle 16 Verschleißerscheinungen am Reaktordruckregelventil

In der ausführlichen Analyse wurden die Fehler eines undichten Antriebs sowie einer Flanschundichte ausgewählt. Dabei ergaben sich bei der BK sowie bei der RPZ die größten Produkte.

<u>Offensichtlich/versteckter Schaden</u>

Der Schaden eines undichten Antriebs ist in jedem Fall offensichtlich. Dieser macht sich durch einen Druckabfall in der Ölleitung oder durch tropfendes Öl bemerkbar.

Wenn es zu einer undichten Flanschverbindung kommt, ist es immer abhängig von der Schwere des Schadens, ob dieser offensichtlich oder versteckt ist. Eine große Undichte macht sich sofort durch abfallenden Reaktordruck bemerkbar, kleinere Undichten sind unter Umständen schwer auffindbar.

Bestehende Wartungsmaßnahmen

Das Ventil wird prophylaktisch alle 9 Monate ausgetauscht. Sollte ein Fehler auftreten und der Schaden ist so gravierend, dass die Anlage nicht weiterbetrieben werden kann, dann wird das Ventil komplett ausgetauscht. Diese Maßnahme ist möglich, da zwei identische Ventile zur Verfügung stehen. Sobald der Austausch stattgefunden hat, wird das ausgebaute Ventil komplett demontiert. Hierbei werden Spindel, Sitz und Packung ausgetauscht, und im Anschluss daran wird durch eine Rissprüfung kontrolliert, ob diese noch einmal eingesetzt werden können. Des Weiteren wird die Linsendichtung ausgetauscht und die Dichtfläche des Flanschs überarbeitet.

<u>Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl</u>

Faktor A

Bei einem undichten Antrieb würde Öl austreten, was zu einem Brand in der Anlage führen könnte. Bei einer Flanschundichte könnten große Mengen Ethylen freigesetzt werden. Somit

[32] ILA
[33] ILA
[34] ILA

besteht bei Auftreten beider Fehler ein hohes Gefahrenpotential sowohl für die Mitarbeiter als auch für die Umwelt.

Faktor B
Bei Eintritt der beschriebenen Schäden müsste die Anlage in jedem Fall heruntergefahren werden.

Faktor C
Das Ventil befindet sich im ständigen Betrieb, ohne dieses könnte die Anlage nicht betrieben werden.

Faktor D
Die Fehler haben keinen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts, da bei Eintritt des Fehlers die gesamte Anlage heruntergefahren werden muss. Demzufolge könnte kein Produkt produziert werden.

Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl

Faktor E
Den Erfahrungen der letzten Jahre zufolge tritt eine undichte Flanschverbindung durchschnittlich alle 18 Monate auf, ein undichter Antrieb durchschnittlich alle vier Jahre.

Faktor F
Für den Austausch einer defekten Linse und die Aufarbeitung des Flanschs müssten Kosten in Höhe von 1000 € veranschlagt werden. Die Reparatur des Antriebs würde Kosten von 6000 € nicht überschreiten.

Faktor G
In jedem der Fälle muss die Anlage abgestellt werden. Ein undichter Antrieb würde es erfordern, dass das Ventil gewechselt wird. Diese Arbeit kann bis zu einem Tag in Anspruch nehmen. Bei einer Flanschundichte kann es je nach Ursache des Schadens ausreichen, die Dichtungslinse auszutauschen. Dieser Schaden wäre ohne An- und Abfahren der Anlage innerhalb von 2 Stunden zu beheben.

Bewertungsfaktoren Risikoprioritätszahl

Bedeutung
Eine undichte Flanschverbindung sowie ein undichter Antrieb sind als schwere Fehler einzustufen. Die Bedeutung einer Flanschundichte wurde als geringfügig geringer eingestuft, da der Fehler wesentlich schneller zu beheben ist als ein undichter Antrieb. Beide Fehler können schwere Konsequenzen für die Anlage haben.

Entdeckungswahrscheinlichkeit vor einer Abstellung
Die Wahrscheinlichkeit, dass einer der Fehler vor einer notwendigen Abstellung entdeckt wird, wurde als sehr gering eingestuft. Wenn der Schaden einmal aufgetreten ist, so ist es fast ausgeschlossen, diesen ohne eine Abstellung zu beheben.

Empfohlene Maßnahmen
Nachdem der Austausch des Ventils nach 9 Monaten stattgefunden hat, sollten alle hochbeanspruchten Teile überholt oder ausgetauscht werden. Hierbei sollten der Sitz nachgearbeitet und die Spindel sowie die Packung ausgetauscht werden.
Es wird empfohlen, die Linsendichtung am Ventil auszutauschen und die Dichtflächen zu überarbeiten. Im Fall eines undichten Antriebs sollte ein Prüfrhythmus festgelegt werden, dieser ist aktuell nicht vorhanden.

Getroffene Maßnahmen
Aktuell wird bei jedem Wechsel des Ventils eine Rissprüfung aller hochbeanspruchten Teile durchgeführt. Falls diese offensichtliche Schäden aufweisen, werden sie überholt oder, falls notwendig, ausgetauscht. Ebenfalls werden die Dichtfläche des Flanschs und die Dichtungslinse kontrolliert. Die Maßnahme, einen Prüfrhythmus für den Antrieb festzulegen, ist aktuell in Arbeit.

Auswirkungen der Maßnahmen
Durch die Einführung der Maßnahmen kann das Auftreten der beschriebenen Fehler teilweise vermindert werden.
Mit dem prophylaktischen Ventilwechsel und der Rissprüfung wird bereits ein großer Aufwand betrieben, um potentiell auftretende Fehler zu minimieren. Allerdings gibt es immer noch Verbesserungsbedarf bei der Überprüfung aller hochbeanspruchten Teile. Eine Sichtprobe reicht nicht aus, um auszuschließen, dass ein Bauteil im letzten Betrieb eventuell Schaden genommen hat. Deshalb sollte man all diese Teile, unabhängig von ihrem äußeren Erscheinungsbild, überholen. Das bedeutet, dass bei diesen Teilen eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfung durchgeführt werden sollte. Für den Antrieb des Ventils sollte ein separater Prüfrhythmus festgelegt werden, dieser senkt die Wahrscheinlichkeit eines Schadens.

5.3 Vakuumpumpe

Wenn die Vakuumpumpe zum Einsatz kommt, befindet sich das Viscowax oder CFI-Produkt kurz vor dem jeweiligen Austragsystem. Es muss lediglich noch von dem sich im Polymer befindlichen Ethylen befreit werden. Zu diesem Zweck wird die Schmelze in einen Vakuumturm geleitet, in diesem findet der Prozess der Restentgasung statt.

Um das erforderliche Vakuum für den Vakuumturm zu erzeugen, ist eine Flüssigkeitsringpumpe, umgangssprachlich als Vakuumpumpe bezeichnet, erforderlich. Ihr Gehäuse ist mit Weißöl gefüllt. Wenn sich das Laufrad in Bewegung setzt, bildet sich durch die Rotation eine Zentrifugalkraft. Durch diese entsteht ein Flüssigkeitsring, welcher die einzelnen Kammern des Laufrades abdichtet. Der Ring wirkt wie ein Kolben, der je nach Standpunkt des Laufrades abdichtet oder komprimiert, hierbei taucht das Laufrad unterschiedlich tief in den entstandenen Flüssigkeitsring ein. Bei diesem Prozess geraten das Laufrad und das Gehäuse nicht in Kontakt, da sonst Funken entstehen würden. Das ist insofern wichtig, da sich in diesem Fall das Ethylen entzünden könnte.

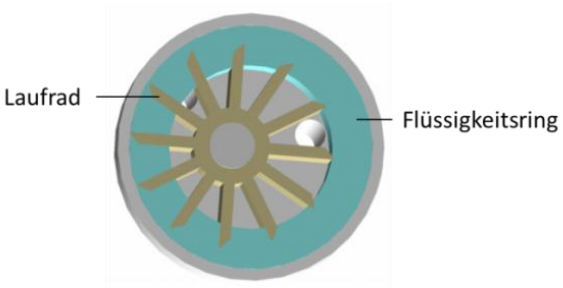
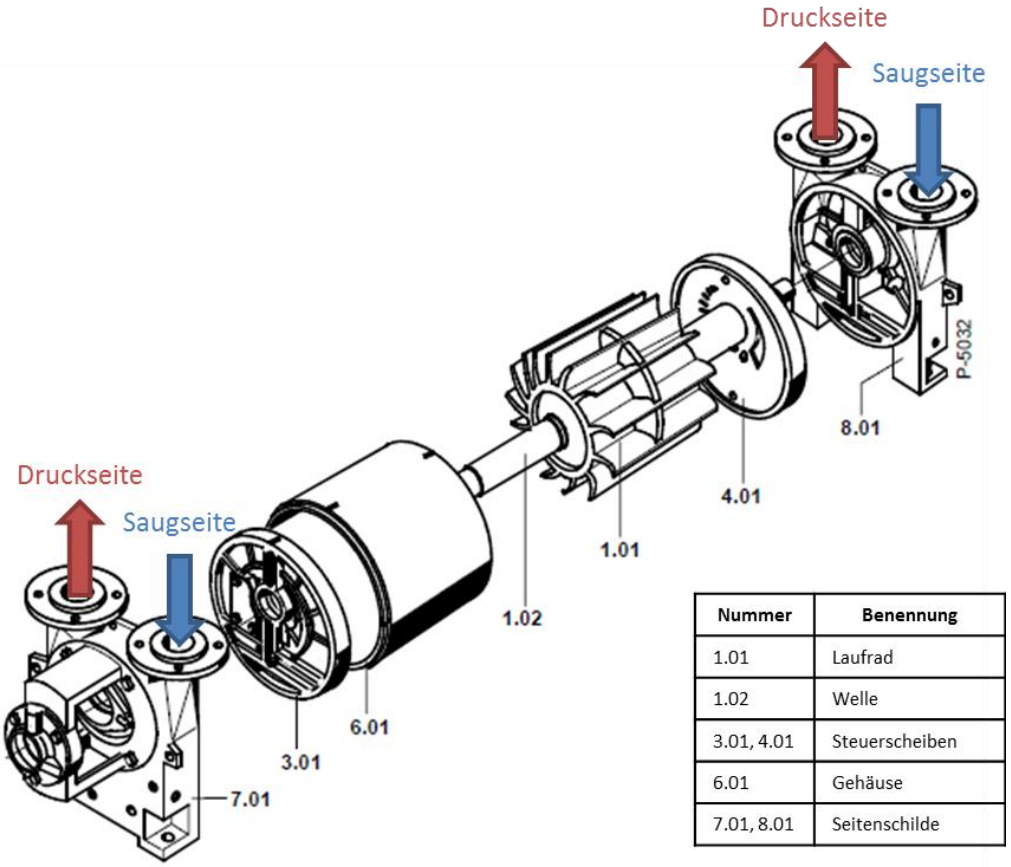


Abbildung 10 Flüssigkeitsringpumpe[35]

Gefahren, die von der Vakuumpumpe ausgehen sind zum einen, dass Ethylen freigesetzt wird und dass zum anderen, falls die Pumpe nicht ordnungsgemäß arbeitet, ein schlechtes Vakuum erzeugt wird. Das führt zur nicht ausreichenden Entgasung des Polymers. Somit können Gefahren für Mensch und Umwelt entstehen.



Nummer	Benennung
1.01	Laufrad
1.02	Welle
3.01, 4.01	Steuerscheiben
6.01	Gehäuse
7.01, 8.01	Seitenschilde

Abbildung 11 Flüssigkeitsringpumpe Aufbau[36]

[35] net_3
[36] ILA

5.3.1 Fehlerbewertung der Vakuumpumpe

Die nachfolgende Tabelle stellt die Bewertung der Vakuumpumpe dar. Die ausführliche FMECA ist der beigefügten Datei zu entnehmen.

Fehler	Bauteilkennzahl					Risikoprioritäts-zahl				Prioritäts-kennzahl			
	A	B	C	D	**BK**	A	B	E	**RPZ**	E	F	G	**PK**
Flanschundichte Saugseite	3	3	4	2	**72**	3	9	8	**216**	2	1	1	**2**
Flanschundichte Druckseite	3	4	4	1	**48**	3	9	8	**216**	2	1	1	**2**
Gehäuseundichte	2	4	4	1	**32**	3	6	4	**72**	2	1	2	**4**
Schlechtes Vakuum durch innere Leckagen	1	3	4	2	**24**	5	3	2	**30**	3	1	1	**3**
Pumpenschaden (Welle/Laufrad/Lager/Gleit-ringdichtung)	3	4	4	1	**48**	3	9	9	**243**	2	2	3	**12**

Tabelle 17 FMEA/FMECA Vakuumpumpe

Betrachtung der Fehler

Bei der Analyse wurden fünf potentielle Fehler festgestellt, die in der Vergangenheit aufgetreten sind. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf eine Flanschundichte sowie auf einen Pumpenschaden zu legen, da die Risikoeinschätzungen für diese Fehler besonders hoch ausfallen.

Offensichtlich/versteckter Schaden

Eine Flanschundichte kann sowohl versteckt als auch offensichtlich auftreten. Kleine Undichten sind nicht über ein schlechtes Vakuum oder austretendes Ethylen erkennbar. Eine offensichtliche Undichte macht sich an der Saugseite durch ein schlechtes Vakuum bemerkbar. Sollte eine Flanschundichte an der Druckseite entstehen, dann wird diese über Gassensoren bemerkt, welche auf das austretende Ethylen aufmerksam machen würden.
Ein Pumpenschaden macht sich u.a. durch veränderte Pumpengeräusche bemerkbar.

Bestehende Wartungsmaßnahmen

Momentan wird die Pumpe in einem Zyklus von 6 Monaten komplett demontiert. Dabei werden die Ventilplättchen ausgetauscht und alle Dichtungen erneuert. Des Weiteren werden alle Teile mittels einer Sichtprobe auf Verschleiß und Spuren eines Defekts kontrolliert.

Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl

Faktor A

Wenn es zu einer Flanschundichte kommt, wird entweder Umgebungsluft eingesaugt oder es tritt Ethylen aus. In beiden Fällen kann eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen. Zur Sicherheit ist der Bereich mit Gassensoren versehen und als Ex-Bereich definiert.
Bei einem Pumpenschaden besteht die Möglichkeit, dass die Pumpe heiß läuft und somit eine Zündquelle für das explosive Ethylen-Luft-Gemisch entsteht.

Faktor B
Bei einer saugseitigen Flanschundichte kann ein schlechtes Vakuum entstehen, was dafür sorgt, dass das Polymer nicht ausreichend entgast wird. Im jedem Fall muss bei einer Saug- und Druckseitigen Undichte zur Behebung des Schadens die Anlage abgestellt werden.
Im Falle eines Pumpenschadens muss die Anlage solange abgestellt werden, bis der Fehler behoben ist.

Faktor C
Die Pumpe ist während des gesamten Betriebsverlaufs der Anlage für die Produktion von CFI und Viscowax in Verwendung.

Faktor D
Sollte es zu einer Flanschundichte an der Saugseite kommen, ist es möglich, dass ein schlechtes Vakuum entsteht. Dieses führt dazu, dass Produkt zu wenig restentgast wird.
Der Schaden einer Flanschundichte hätte in diesem Fall kaum Einfluss auf die Produktqualität, da die Anlage abgestellt und keine Produktion stattfinden würde.

<u>Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl</u>

Faktor E
Eine Flanschundichte ist in den letzten 5 Jahren durchschnittlich nur einmal aufgetreten. Der Fehler von verschlissenen Ventilplättchen (innere Leckagen, die ein schlechtes Vakuum bewirken) tritt im Jahr durchschnittlich zweimal auf.

Faktor F
Eine Flanschundichte wird lediglich durch einen Dichtungswechsel behoben. Hierbei werden Kosten von 600 € nicht überschritten.
Sollte ein Pumpenschaden auftreten, dann sind die Kosten höher anzusetzen. In jedem Fall muss die Pumpe komplett demontiert sowie das beschädigte Teil beschafft und ausgetauscht werden (Welle, Laufrad). Die Kosten können bis zu 6000 € betragen.

Faktor G
Die Wirkung der variablen Kosten, gemessen an den Abstellzeiten der Anlage, wäre bei einem Pumpenschaden als sehr hoch einzustufen. Die Anlage müsste voraussichtlich länger als einen Tag abgestellt werden. Das beschädigte Teil (Welle, Laufrad, Lager, Gleitringdichtung) müsste beschafft und ausgetauscht werden.
Sollte eine Gehäuseundichte auftreten, müsste die gesamte Pumpe demontiert werden, um den Fehler zu beheben. Für die Reparatur des Schadens müssten in diesem Fall etwa sechs Stunden Abstellzeit eingeplant werden.

<u>Bewertungsfaktoren Risikoprioritätszahl</u>

Bedeutung
Der Fehler einer Flanschundichte wurde am schwerwiegendsten eingestuft. Diese hohe Bewertung kommt zum einen durch die Gefahren einer exfähigen Atmosphäre zustande und

zum anderen dadurch, dass die Anlage abgestellt werden müsste. Der Bereich ist allerdings mit Gassensoren versehen, welche bei einem Austritt von Ethylen ansprechen würden.
Ebenso hoch wurde der Fehler eines Pumpenschadens eingestuft. Durch diesen besteht die Möglichkeit, dass eine Zündquelle entsteht, die in Verbindung mit Ethylen zu einer Explosion führen kann.

Entdeckungswahrscheinlichkeit vor einer Abstellung
Die Entdeckung einer Flanschundichte an der Saugseite vor einer notwendigen Abstellung wurde als sehr gering eingestuft. In den meisten Fällen wird der Schaden erst bemerkt, wenn die Anlage gestoppt werden muss um den Schaden zu beheben.
Die Wahrscheinlichkeit einen Pumpenschaden vor einer notwendig werdenden Abstellung zu entdecken wurde als sehr unwahrscheinlich eingestuft. Eine Abstellung ist fast immer notwendig um den Schaden zu beheben.

Empfohlene Maßnahmen
In Zukunft sollten bei jedem Pumpenwechsel die Dichtungen der Flanschverbindungen ausgetauscht und die Dichtflächen der Flansche kontrolliert werden. Des Weiteren sollte eine regelmäßige Rissprüfung aller inneren Teile (Laufrad, Welle, Lager) durchgeführt werden.
Nach genauerer Betrachtung der Abstellursachen, der anfallenden Kosten sowie der hohen Wartungszeiten wurde beschlossen, die Beschaffung einer neuen Pumpe in Erwägung zu ziehen. Aktuell werden Angebote von unterschiedlichen Herstellern eingeholt und verglichen.

Getroffene Maßnahmen
Die Pumpe wird aktuell mindestens alle sechs Monate komplett demontiert und Verschleißteile, wie Dichtungen, werden ausgetauscht. Das Laufrad, die Welle und das Lager werden einer Sichtprüfung unterzogen. Wenn es Auffälligkeiten gibt, wird eine Rissprüfung durchgeführt und je nach Ergebnis dieser ein Austausch des entsprechenden Teils vorgenommen.

Auswirkungen der Maßnahmen
Die Ausfallhäufigkeit kann durch diese Maßnahmen deutlich reduziert werden. Diese sind zwar recht aufwändig, allerdings notwendig, da die Pumpe auf Grund ihres hohen Alters von 15 Jahren verschleißanfälliger wird.
Mit der Beschaffung einer neuen Pumpe würden die Wartungsmaßnahmen deutlich abnehmen. Bei Besprechungen mit Herstellern von Vakuumpumpen konnte festgestellt werden, dass eine neue Pumpe frühestens alle zwei Jahre demontiert werden muss, um deren Verschleißteile auszutauschen. Es muss lediglich in einem Zyklus von sechs Monaten ein Ölwechsel durchgeführt werden, bei dem allerdings die Demontage der Pumpe nicht notwendig ist.

5.4 Reaktionszonenpumpe

Die Reaktionszonenpumpe steht in dreifacher Ausführung zur Verfügung (2/3-Redundanz). Es befinden sich zwei Pumpen im dauerhaften Betrieb, eine dritte steht für den Fall zur Verfügung, dass eine der beiden Pumpen ausfällt. Die Pumpen haben die Aufgabe, den zum Reaktor gehörenden Heißwasserkreislauf mit Heißwasser zu versorgen. Hierbei ist jeweils

eine Pumpe für eine Reaktorzone erforderlich. Diese Funktion ist für den Polymerisationsprozess wichtig, da ohne genügend Heißwasser die Reaktionswärme des Reaktors nicht abgeführt werden kann. Sollte dieser Fall eintreten, würde die Temperatur im Reaktor immer weiter steigen, was letztendlich zu einem Herunterfahren der gesamten Anlage führen würde.
Die einzige Gefahr, die von der Pumpe ausgeht, ist der Austritt von Heißwasser, das eine Temperatur von bis zu 200 °C haben kann.

Abbildung 12 Reaktionszonenpumpe[37]

5.4.1 Fehlerbewertung der Reaktionszonenpumpe

Die nachfolgende Tabelle stellt die Bewertung der Reaktionszonenpumpe dar. Die ausführliche FMECA ist der beigefügten Datei zu entnehmen.

Fehler	Bauteilkennzahl					Risikoprioritäts-zahl				Prioritäts-kennzahl			
	A	B	C	D	**BK**	A	B	E	**RPZ**	E	F	G	**PK**
Flanschundichte (Saug-/Druckseite/Gehäuse)	2	4	4	1	**32**	4	6	2	**48**	2	1	1	**2**
Gleitringdichtung defekt/undicht	2	4	4	1	**32**	5	6	2	**60**	3	2	1	**6**
Motor defekt (Kupplung/Lagerschaden)	1	4	4	1	**16**	6	5	5	**150**	3	2	1	**6**
Laufräder mit Kavitationsschäden	1	1	4	1	**4**	1	3	8	**24**	1	2	1	**2**
Lager-/Wellenschaden Pumpe	2	4	4	1	**32**	4	7	5	**140**	2	2	1	**4**

Tabelle 18 FMEA/FMECA Reaktionszonenpumpe

[37] net_4

Betrachtung der Fehler

Der Schwerpunkt der FMEC-Analyse wurde bei der Reaktionszonenpumpe auf den Fehler eines defekten Motors sowie auf einen Lager-/Wellenschaden gelegt. Dabei ergaben sich die größten Produkte bei der BK sowie bei der RPZ. Somit stellen sie einen kritischen Punkt bei der Funktion der Reaktionszonenpumpe dar.

Offensichtlich/versteckter Schaden

Bei Eintritt des Schadens macht sich dieser bei beiden Fehlern sofort bemerkbar.
Ein defekter Motor kann sich an erhöhten Laufgeräuschen sowie an erhöhten Schwingungswerten bemerkbar machen. Falls das Lager oder die Welle an der Pumpe einen Schaden erlitten haben, so würde dieser ebenfalls durch verstärkte Laufgeräusche festgestellt werden können.

Bestehende Wartungsmaßnahmen

Die Pumpen werden mindestens jeden Monat einer Schwingungsmessung unterzogen. Sollten erhöhte Schwingungen auftreten, dann ist das ein Zeichen dafür, dass bspw. die Lager verschlissen sind oder der Motor einen Defekt aufweist. Weiterhin wird die Pumpe regelmäßig über Schmiernippel geschmiert.

Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl

Faktor A

Für die Umwelt besteht keine Gefährdung, da bei einem Schaden im schlimmsten Fall ein Austritt von heißem Wasserdampf stattfindet.
Die Wahrscheinlichkeit, dass Arbeitnehmer mit heißem Wasser in Berührung kommen, ist gering, da sich in dem Bereich, wo sich die Pumpen befinden selten jemand aufhält.

Faktor B

Beide Fehler könnten zum Stoppen der Anlage führen, damit der Fehler behoben werden kann. Es kann allerdings die Ersatzpumpe zugefahren werden. Dadurch kann die Ausfallzeit der Anlage sehr gering gehalten werden.

Faktor C

Die Pumpe ist für den Polymerisationsprozess dringend erforderlich. Sie befindet sich im ständigen Betrieb.

Faktor D

Ein Ausfall der Pumpe hätte keinen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts.

Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl

Faktor E

Die Fehler treten, nach der Häufigkeit der Ausfälle, unterschiedlich oft auf.
Ein Defekt am Motor einer der Pumpen ist in den letzten Jahren durchschnittlich zweimal pro Jahr aufgetreten. Ein Lager- oder Wellenschaden kommt hingegen nur recht selten vor. Er tritt durchschnittlich alle zwei Jahre auf.

Faktor F
Im Falle eines Motorschadens müsste man, abhängig vom Schaden, den Motor reparieren oder austauschen. Sollte ein Lager- oder Wellenschaden auftreten, muss man die verschlissenen Teile austauschen. Die Schäden können durch das eigene Personal in der Werkstatt behoben werden.
Für beide Reparaturen würden Kosten von 6000 € nicht überschritten werden.

Faktor G
Beim Ausfall einer Pumpe würde sofort eine Störmeldung des Motors an die Messwarte übertragen werden. Diese würde unverzüglich die Ersatzpumpe in Betrieb nehmen. Die Abstellzeit wäre sehr gering.

Bewertungsfaktoren Risikoprioritätszahl

Bedeutung
Die höchste Bedeutung wurde einem Schaden an der Welle und am Lager zugesprochen. Diese Bewertung kommt hauptsächlich durch den hohen Reparaturaufwand zustande. Ein Defekt am Motor wurde als mäßig schwerer Fehler eingestuft, da eine Redundanz der Pumpen zur Verfügung steht.
Beide Fehler hätten keinen Einfluss auf die Sicherheit von Menschen sowie Konsequenzen für die Umwelt.

Entdeckungswahrscheinlichkeit vor einer Abstellung
Bei beiden Schäden ist die Möglichkeit, einen Schaden vor seinem Eintritt festzustellen, recht gering. Bis auf veränderte Laufgeräusche oder Schwingungen besteht kaum eine Möglichkeit, einen Fehler vor seinem Eintritt zu erkennen, ggf. liefern Förderprobleme noch Indizien für einen Schaden.

Empfohlene Maßnahmen
Um den Fall eines Motorschadens bestmöglich ausschließen zu können, sollte man höherwertige Keramiklager einsetzen. Diese haben den Vorteil, dass sie eine höhere Lebensdauer besitzen sowie vibrations- und hitzebeständiger sind.
Für den Fall eines Lager- oder Wellenschadens an der Pumpe sollten eine Lagertemperaturüberwachung sowie eine ständige Schwingungsüberwachung eingeführt werden.

Getroffene Maßnahmen
Aktuell wird die Anschaffung neuer Keramiklager sowie eine Lagertemperatur- und Schwingungsüberwachung bezüglich der Reaktionszonenpumpe in Erwägung gezogen. Ob diese Maßnahmen durchgeführt werden, lässt sich zurzeit nicht abschätzen.

Auswirkungen der Maßnahmen
Durch die beschriebenen Maßnahmen kann das Auftreten eines Fehlers gesenkt werden. Die Schäden können zwar dadurch nicht ausgeschlossen werden, allerdings sorgen sie dafür, dass ein Eintreten unwahrscheinlicher wird.

Durch eine Temperatur- und Schwingungsüberwachung kann ein Schaden zwar nicht verhindert werden, allerdings wird er frühzeitig erkannt. Durch diese Maßnahme können schwerwiegende Folgen für die Pumpen ausgeschlossen werden. Eine Reparatur bleibt zwar dennoch nicht aus, allerdings kann sich das Unternehmen durch diese Maßnahme viel Zeit- und Kostenaufwand ersparen.

5.5 Zwischendruck–Kompressor Halberstädter

Der Halberstädter Kompressor ist ein 7-stufiger Hubkolbenkompressor, der dafür zuständig ist, das für den Polymerisationsprozess erforderliche Ethylen auf einen Zwischendruck von 250 bar zu komprimieren. Nachdem das Gas auf den erforderlichen Zwischendruck gebracht worden ist, wird es in einen weiteren Kompressor geleitet. Dieser komprimiert das Ethylen auf einen Enddruck von bis zu 2300 bar.
Sollte der Halberstädter wegen eines Defekts nicht arbeiten können, besteht die Möglichkeit, mit zwei baugleichen Zwickauer-Kompressoren anstelle des Halberstädters zu fahren. Die beiden Ersatzkompressoren sind allerdings nicht in der Lage, die gleiche Ausstoßmenge wie der Halberstädter zu produzieren. Der Ausstoß der Gesamtanlage kann sich bis zu ungefähr 20 % vermindern.
Gefahren, die von dem Halberstädter ausgehen, sind eine Gasundichte und ein mechanischer Schaden an der Maschine. Sollte eine Gasundichte entstehen, tritt Ethylen aus, welches in großen Mengen zu einer Explosion führen kann. Im Falle eines mechanischen Defekts können hohe Kosten für das Beheben des Schadens entstehen, da die Teile erfahrungsgemäß mit sehr großem Aufwand wieder repariert oder ausgetauscht werden müssen.

Abbildung 13 Halberstädter-Kompressor

5.5.1 Fehlerbewertung am Zwischendruck-Kompressor Halberstädter

Die nachfolgende Tabelle stellt die Bewertung des Halberstädter-Kompressors dar. Die ausführliche FMECA ist der beigefügten Datei zu entnehmen.

Fehler	Bauteilkennzahl					Risikoprioritäts-zahl				Prioritäts-kennzahl			
	A	B	C	D	**BK**	A	B	E	**RPZ**	E	F	G	**PK**
Lagerschaden	2	2	4	1	**16**	3	7	5	**105**	2	3	1	**6**
Motorschaden	2	2	4	1	**16**	2	8	5	**80**	1	3	1	**3**
Kreuzkopfschaden	2	2	4	1	**16**	4	7	5	**140**	2	3	1	**6**
Kolbenschaden	2	2	4	1	**16**	5	7	5	**175**	3	3	1	**9**
Flanschundichte	3	4	4	1	**48**	5	8	8	**320**	3	2	1	**6**
Ventilschaden	2	2	4	1	**16**	6	5	5	**150**	3	3	1	**9**

Tabelle 19 FMEA/FMECA Zwischendruck–Kompressor Halberstädter

Betrachtung der Fehler

Der Schaden einer Flanschundichte, sowie ein Kolbenschaden wurden am Zwischendruck-Kompressor ausgewählt, um die ausführliche Analyse zu beschreiben. Der Grund hierfür ist, dass diese beiden Fehler bei der Bewertung die höchsten Produkte erzielten. Des Weiteren sind diese beiden Fehler in der Vergangenheit verhältnismäßig häufig aufgetreten.

Bestehende Wartungsmaßnahmen

Der Halberstädter Kompressor wird mit einem System überwacht, welches Schwingungen und Druckveränderungen misst. Wenn überhöhte Werte auftreten, wird der Betreiber alarmiert. Dieser muss abschätzen, ob der Kompressor gestoppt werden muss oder ob man weiter fahren kann.

Eine weitere Sicherheitsmaßnahme besteht darin, den Bereich um den Kompressor mit einigen Gassensoren auszustatten. Diese befinden sich in Bereichen, in denen die Detektierung am wahrscheinlichsten ausschlägt.

Offensichtlich/versteckter Schaden

Alle mechanischen Schäden werden durch das installierte Überwachungssystem erkannt, in den meisten Fällen vor dem Eintritt eines größeren Schadens.

Der Fehler einer Flanschundichte kann offensichtlich sowie versteckt sein. Eine sehr geringe Gasundichte kann durch die installierten Gassensoren ggf. nicht erkannt werden. Im Fall einer größeren Undichte würden die Gassensoren ansprechen bzw. ein Fördermengen- oder Druckabfall stattfinden.

Bewertungsfaktoren Bauteilkennzahl

Faktor A

Der Fehler eines Kolbenschadens hätte kaum Einfluss auf die Sicherheit der Mitarbeiter oder auf die Umwelt, da ein größerer Schaden durch das Überwachungssystem erkannt und angezeigt werden würde. Bevor es zu größeren Auswirkungen kommt, würde der Kompressor durch den Betreiber abgestellt werden.

Sollte eine Flanschundichte auftreten, tritt Ethylen aus. Die Folge wäre, dass eine explosionsgefährdete Atmosphäre entsteht. In diesem Fall sind die Mitarbeiter gefährdet. Das austretende Gas würde allerdings schnell durch installierte Gassensoren erkannt werden.

Faktor B
Bei einem Kolbenschaden sowie bei einer Flanschundichte wird die Produktion nur kurzzeitig gestoppt, es werden umgehend die beiden Ersatz-Kompressoren zugeschaltet.

Faktor C
Der Kompressor befindet sich im dauerhaften Betrieb.

Faktor D
Die beschriebenen Schäden hätten keinen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts.

<u>Bewertungsfaktoren Prioritätskennzahl</u>

Faktor E
Ein Kolbenschaden sowie eine Flanschundichte sind in den letzten Jahren durchschnittlich einmal pro Jahr aufgetreten.

Faktor F
Im Falle eines Kolbenschadens müssten hohe Wartungskosten veranlasst werden. In jedem Fall wäre es notwendig, den Kolben auszubauen und zu überarbeiten. Die Kosten belaufen sich erfahrungsgemäß auf bis zu 60.000 €.
Eine Flanschundichte ist mit einem recht geringen Aufwand zu beheben. Lediglich ein Dichtungswechsel und die Überprüfung der Dichtfläche müssten durchgeführt werden. Sollte letztere beschädigt sein, wäre eine zusätzliche Überarbeitung notwendig. Die Kosten würden 6.000 € nicht überschreiten.

Faktor G
In beiden Fällen würden die Abstellzeit und somit die variablen Kosten recht gering sein, da bei einem auftretenden Schaden die Ersatz-Kompressoren zugeschaltet werden können.

<u>Bewertungsfaktoren Risikoprioritätszahl</u>

Bedeutung
Ein Kolbenschaden hat eine hohe Bedeutung, da der Schaden als sehr zeit- und kostenintensiv einzustufen ist. Diese Tatsache kommt dadurch zustande, dass im Falle eines Schadens der Ausbau des Kolbens sehr aufwändig wäre und ihn nur Spezialfirmen beheben könnten.
Der Schaden einer Flanschundichte wurde geringfügig höher eingestuft als ein Kolbenschaden. Der Grund hierfür ist, dass er zwar mit wesentlich geringerem Kostenaufwand behoben werden kann, allerdings besteht die Möglichkeit, dass die Sicherheit von Menschen gefährdet ist.

Entdeckungswahrscheinlichkeit vor einer Abstellung
Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kolbenschaden vor einem Eintritt erkannt wird, wurde als gering eingestuft. Das Überwachungssystem zeigt zwar durch veränderte Schwingungs- und Laufgeräusche mögliche Schäden an, wodurch ein größerer Schaden verhindert werden kann, allerdings muss die Ursache des Fehlers gefunden werden. Häufig können schwerwiegende Schäden am Kompressor verhindert werden.
Die Entdeckung einer Flanschundichte vor einer Abstellung wurde als sehr gering eingestuft. Der Schaden macht sich fast ausschließlich nach dem Eintritt bemerkbar.

Empfohlene Maßnahmen
Alle mechanischen Schäden sollten vor ihrem Eintritt durch das installierte Überwachungssystem erkannt werden. Das ist allerdings nicht immer der Fall, da das System noch nicht vollständig ausgereift ist. Diese Tatsache liegt darin begründet, dass das System hauptsächlich auf Erfahrungswerten beruht, die noch nicht ausreichend vorhanden sind. Voraussichtlich wird das System in einigen Jahren völlig ausgereift sein. In diesem Fall sollte bei der Überschreitung eine Warnschwelle der Betreiber informiert werden, des Weiteren sollten Abschaltwerte eingeführt werden, bei Überschreitung dieser findet eine automatische Abschaltung des Kompressors durch das Überwachungsprogramm statt.

Getroffene Maßnahmen
Aktuell wird versucht, für das Überwachungssystem eine automatische Abschaltung einzurichten. Das bedeutet, dass sich die Maschine bei überhöhten Schwingungs- und Laufgeräuschen automatisch abstellt. Zurzeit erfolgt lediglich eine Mitteilung durch den Betreiber, der Kompressor muss dann eigenständig vom Betrieb abgestellt werden.
Um in Zukunft die Häufigkeit von undichten Flanschverbindungen einzudämmen, wird aktuell besprochen Flanschprotokolle einzuführen. Des Weiteren sollte man regelmäßige TÜV-Prüfungen durchführen, wie bspw. Rissprüfungen an den Maschinenteilen (z. B. Bolzen).

Auswirkungen der Maßnahmen
Sollte das Überwachungssystem in der Lage sein, bei drohendem Schaden den Kompressor selbstständig abzuschalten, können größere Schäden verhindert werden. Das beschädigte Bauteil müsste dennoch überholt werden, allerdings würden die Reparaturmaßnahmen wesentlich geringer ausfallen. Die Kehrseite des Programms ist, dass das Überwachungssystem den Kompressor nicht zu früh abschalten darf, denn jede Fehlermeldung würde zu einem Herunterfahren der gesamten Anlage führen. Um dieses Problem zu lösen, müssen die Fehleranalysen der nächsten Jahre ausgewertet werden, um einen optimalen Betrieb des Kompressors zu gewährleisten.
Durch TÜV-Prüfungen und Flanschprotokolle kann man feststellen, ob die Flansche Beschädigungen aufweisen und ggf. ausgetauscht werden müssen. Des Weiteren wird ersichtlich, welche Flanschverbindung in den letzten Jahren durch welche Ursache ausgefallen ist, somit lassen sich Rückschlüsse auf die Schadensursache schließen. Mit diesen Maßnahmen kann man den Fehlern optimal entgegenwirken.

6 Statistische Auswertung der FMECA

Die statistische Auswertung der Gesamtanalyse soll dazu dienen, alle Ergebnisse zusammenzufassen, um somit eine übersichtliche Darstellung der gesamten FMECA zu ermöglichen. Dazu fand zunächst eine Gegenüberstellung der ermittelten Fehler der RPZ und der BK statt. Weiterhin wurde ausgewertet, welche Fehler am häufigsten aufgetreten sind. Einen weiteren Teil der Auswertung umfasst ein Diagramm, in dem dargestellt wird, welchen Einfluss die beschlossenen Maßnahmen auf die einzelnen Faktoren der RPZ haben.
Bei der Fehleranalyse wurden insgesamt 184 Teile bewertet; an diesen konnten insgesamt 230 mögliche Fehler festgestellt werden. Die Auswahl beschränkte sich auf Teile, die einen Einfluss auf den Polymerisationsprozess haben. Es wurde z. B. der Zwickauer-Kompressor bei der Bewertung außer Acht gelassen, da dieser nur im Falle eines Schadens am Halberstädter-Kompressor zum Einsatz kommt. Weiterhin konnte die Bewertung für einige Bauteile zusammengefasst werden, da diese baugleich sind, wie bspw. die Abscheider des Halberstädter-Kompressors von Stufe eins bis sieben. In diesem Fall wurde lediglich das exemplarisch erstellte Beispiel mit in die Analyse einbezogen.
Bei den ermittelten Fehlern ist zu erwähnen, dass es sich bei der Analyse um eine allgemeine Fehlerbetrachtung handelt. Das bedeutet, dass man nur von Fehlern ausgegangen ist, welche in der Vergangenheit am häufigsten aufgetreten sind oder deren Eintritt am wahrscheinlichsten ist. Die Analyse verwies darauf, dass bei einigen Teilen eine separate FMEC-Analyse erstellt wird. Diese Maßnahme wurde festgelegt, da einige Teile zu komplex sind, um sie in der Gesamtanalyse der Anlage zu betrachten.

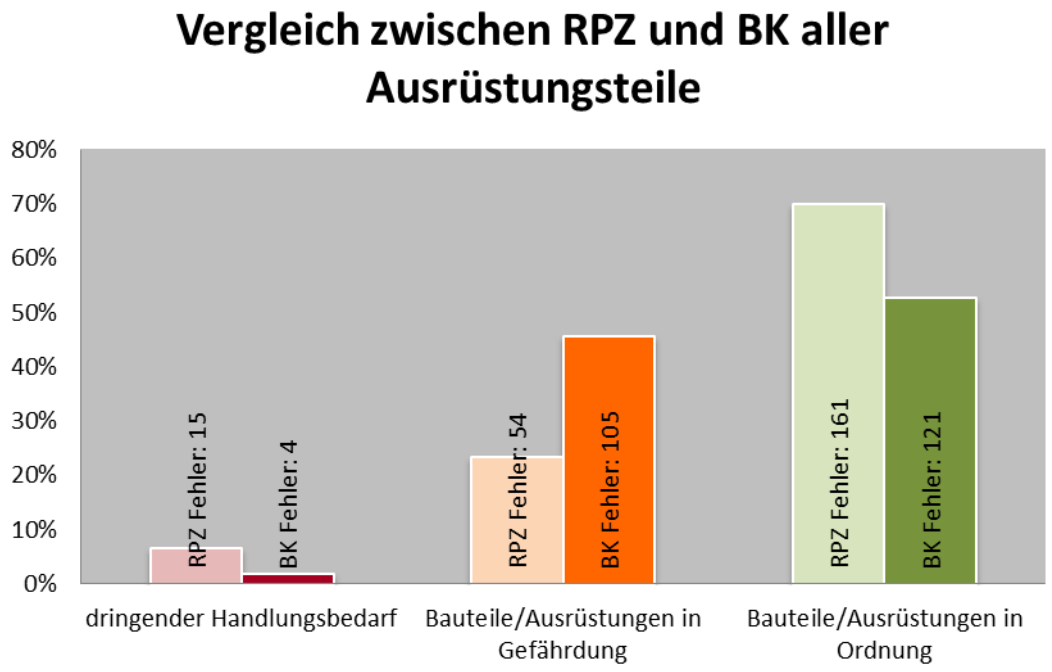


Abbildung 14 Statistik über Vergleich RPZ-BK aller Bau- und Ausrüstungsteile

In Abb. 14 wurde die Fehlerbewertung der RPZ und der BK verglichen. Es soll gezeigt werden, inwiefern es Unterschiede bei der Einstufung der auftretenden Fehler zwischen der RPZ und der BK gegeben hat. Diese Unterschiede ergaben sich dadurch, dass die beiden Bewertungskennzahlen unterschiedliche Bewertungsfaktoren enthalten, um das jeweilige Produkt zu ermitteln.

Es ist auffallend, dass bei der Ermittlung der RPZ mehr Fehler dem Betreiber der Anlage einen dringenden Handlungsbedarf bescheinigen. Die Differenz liegt hier bei 11 Fehlern. Das liegt hauptsächlich daran, dass bei der BK der Faktor D (Qualität in Bezug auf das Endprodukt) recht gering ausgefallen ist. Bei den sich in Gefährdung befindlichen Bauteilen wurden der BK fast doppelt so viele Fehler zugeordnet wie der RPZ. Bauteile, die laut Risikoeinschätzung keine besonderen Wartungsmaßnahmen erfordern, differenzierten sich um 40 Fehler. Hier lag die Anzahl der Fehler bei der RPZ bei 161, der BK konnten 121 Fehler zugeordnet werden. Zusammenfassend stellt die Grafik gut dar, dass über die Hälfte (61 %) der sich in der Anlage befindlichen Bauteile in Ordnung ist. Bei diesen müssen kaum Maßnahmen ergriffen werden. Der Anteil der gefährdeten Bauteile beträgt 35 %. Das größte Augenmerk wurde auf Bauteile gelegt, bei denen dringender Handlungsbedarf besteht (4 %). Hier wurden sofortige Maßnahmen beschlossen, die das Risiko des Eintritts eines solchen Fehlers vermeiden sollen.

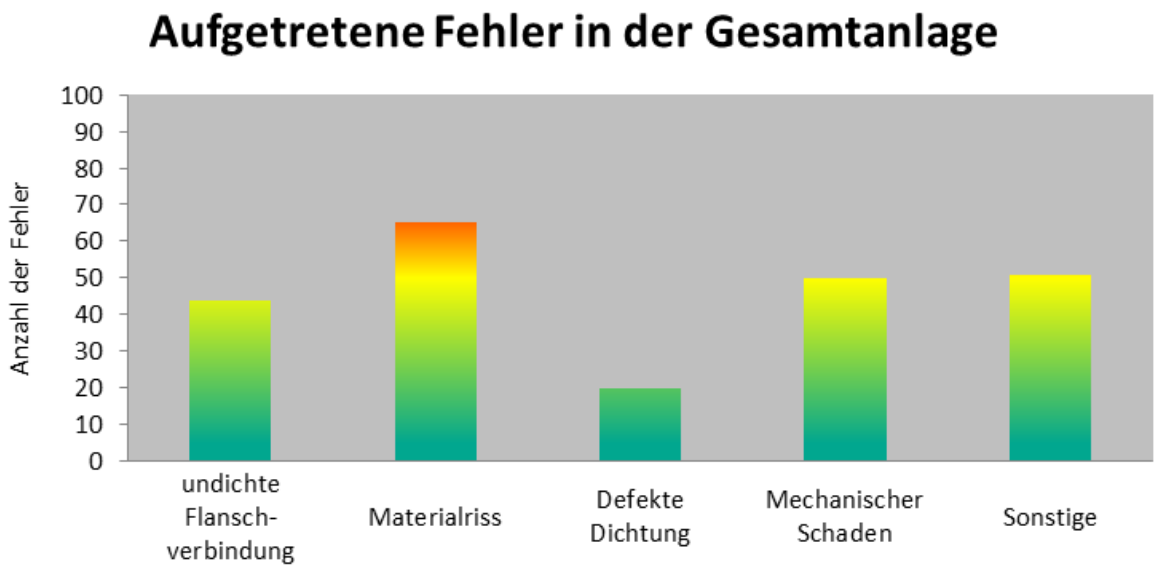


Abbildung 15 Statistik über aufgetretene Fehler in der Gesamtanlage

Die Statistik über aufgetretene Fehler in der Gesamtanlage stellt dar, welche Fehler in der Anlage in welcher Häufigkeit aufgetreten sind. Hierbei ist nicht von Bedeutung, welche Auswirkungen die Fehler für den Betrieb der Anlage haben können.
Es konnte festgestellt werden, dass ein Materialriss die häufigste Schadensursache für einen Fehler ist. Dieser tritt in den meisten Fällen durch Verschleißerscheinungen auf. Beispiele eines Materialrisses sind ein abgerissener Filtereinsatz oder ein Behälterriss.
Der Fehler einer undichten Flanschverbindung ist insgesamt 44 Mal aufgetreten. Die Ursache eines solchen Fehlers ist in den meisten Fällen der Verschleiß von Dichtungen.
Der Schaden einer defekten Dichtung konnte insgesamt 20 Mal als Fehler festgestellt werden. Dieser tritt häufig durch die hohen prozessseitigen Anforderungen auf.
Ein mechanischer Schaden wurde insgesamt 50 Mal als mögliche Fehlerusache festgelegt, Beispiele für diesen Fehler sind ein Kolbenschaden, ein Wellenschaden oder ein Ventilschaden.
Sonstige Schäden konnten 51 Mal festgestellt werden. Dabei handelt es sich um unterschiedliche Fehler, die den bereits beschriebenen Fehlern nicht zugeordnet werden konnten, als Bsp. sind hier unter anderem eine defekte Gummiblase, Korrosion von inneren Einbauten oder ein versetzter Filter zu nennen.

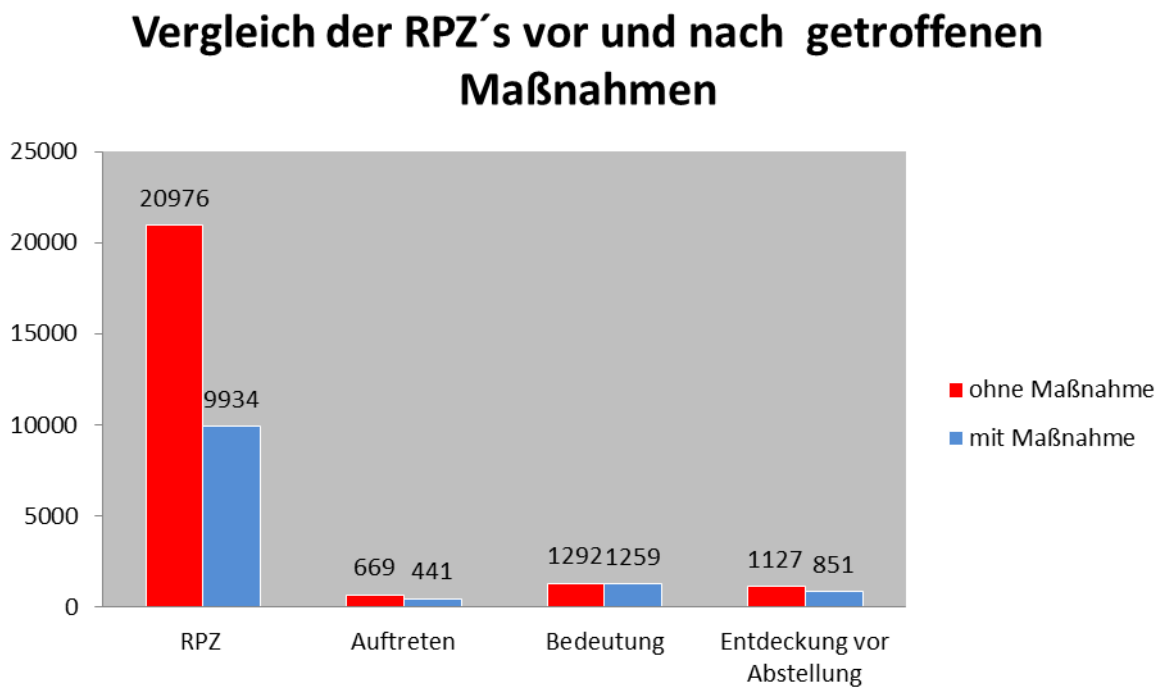


Abbildung 16 Statistik über den Vergleich der RPZ´s

In dieser Statistik werden die Auswirkungen von Maßnahmen dargestellt, welche festgelegt wurden, damit Fehler in Zukunft nicht mehr so häufig auftreten. Diese Statistik ist möglich, da zwei RPZ´s ermittelt wurden. Zunächst eine RPZ, um den Fehler einschätzen zu können. Im Anschluss daran kam es zum Beschluss von Maßnahmen um die Häufigkeit des auftretenden Fehlers zu senken. Darauffolgend wurde eine weitere RPZ bestimmt, um die Auswirkungen der beschlossenen Maßnahmen einschätzen zu können.

Zur Auswertung der Statistik erfolgte zunächst die Summierung aller ermittelten RPZ´s, ohne und mit Maßnahmen zur Beseitigung der Fehler, um diese im Anschluss vergleichen zu können. Hierdurch lassen sich gut die Auswirkungen der getroffenen Maßnahmen ablesen. Ebenso wurde mit den Faktoren Auftreten, Bedeutung und Entdeckung vor Abstellung verfahren.

In dem Diagramm ist gut zu sehen, dass die RPZ um mehr als die Hälfte gesenkt werden konnte. Das ist ein Zeichen, dass die Maßnahmen, welche in Zukunft durchgeführt werden sollen eine erhebliche Wirkung zeigen. Der Faktor der Auftretenswahrscheinlichkeit konnte um insgesamt 228 Faktorpunkte gesenkt werden. Die Bedeutung eines möglichen Schadens konnte nur geringfügig um 33 Faktorpunkte gesenkte werden. Dieser geringe Rückgang hängt damit zusammen, dass die Bedeutung eines Schadens nur schwer durch Maßnahmen zu vermindern ist. Der Grund hierfür ist, dass Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlern getroffen werden. Sollte dennoch das Bau- oder Anlagenteil ausfallen, bleiben die Auswirkungen die gleichen. Der letzte der drei verglichenen Faktoren ist die Entdeckung vor einer Abstellung, auf diesen Faktor wirken sich die beschlossenen Maßnahmen am meisten aus, dieser konnte insgesamt um 276 Punkte verringert werden.

Die Maßnahmen, die zur Verringerung der Faktoren geführt haben, sind sehr unterschiedlich. Sie sind immer abhängig von dem jeweiligen Bauteil und dessen Schwachstellen. Bei einigen

Teilen reichten schon recht einfache Maßnahmen aus, wie z. B. eine jährliche Sichtkontrolle, während bei anderen Bauteilen die Maßnahmen wesentlich mehr Aufwand erforderten, wie bspw. der prophylaktische Austausch des Reaktordruckregelventils alle neun Monate.

7 Gesamtauswertung der Analyse

Bevor die Analyse beginnen konnte, wurde eine Liste angefertigt, welche alle für die Risikoanalyse relevanten Bauteile der Gesamtanlage beinhaltete. Diese Liste war die Grundlage der Bewertung und stellte gleichzeitig für die Innospec eine gute Übersicht aller sich in der Anlage befindlichen Bauteile dar. Im Anschluss daran erfolgte schrittweise die Risikobewertung für jedes einzelne Bauteil. Hierbei konnte aufgezeigt werden, von welchen Bauteilen die größte Gefahr für das beschäftigte Personal und den Betrieb der Anlage ausgeht. Somit wurde eine für das Unternehmen wichtige Einstufung über alle Bauteile in der Anlage realisiert. Diese gab Aufschluss über die am meisten gefährdeten Bauteile. Nach dem Abschluss der entsprechenden Risikoeinschätzungen wurden Maßnahmen beschlossen, welche dazu dienen, die Fehler zu beheben. Diese sind je nach Risikoeinschätzung an den entsprechenden Bauteilen unterschiedlich aufwändig ausgefallen. Bei einigen war es ausreichend, eine regelmäßige Sichtkontrolle durchzuführen, andere hingegen mussten in regelmäßigen Abständen komplett ausgetauscht werden. Für jeden ermittelten Fehler wurden Maßnahmen festgelegt, welche zur Verringerung der Gefährdungen beitragen konnten.

Des Weiteren ist aus der Analyse hervorgegangen, welche Fehlerart die häufigste Ursache für einen möglichen Schaden war. Aus dieser Tatsache konnte bspw. die Erkenntnis gewonnen werden, dass die meisten Fehler in der Anlage durch Materialrisse auftreten. Ein Überblick über die Häufigkeit der aufgetretenen Fehler wurde in Abb. 15 S. 41 dargestellt.

Weiterhin wurden wichtige Erkenntnisse über den aktuellen Stand der Ersatzteilvorhaltung gewonnen. Es fand vom Bewertungsteam eine Kontrolle statt, welche Ersatzteile aktuell vorhanden sind und ob sich diese noch in einem betriebsbereiten Zustand befinden. Mit diesen Erkenntnissen konnte festgelegt werden, welche Teile in welcher Anzahl neu beschafft werden müssen. Durch diese Maßnahme ist es möglich, auftretende Fehler in der Zukunft schneller zu beheben.

In einigen Fällen war die Zeit nicht ausreichend, um alle möglichen Fehler an den entsprechenden Bauteilen auszuwerten, da die Analyse viel Zeit in Anspruch nimmt. Hierfür wurden weiterführende Maßnahmen festgelegt, wie das Anlegen einer detaillierten FMECA. Hierdurch soll in Zukunft die Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlage noch weiter erhöht werden.

Die nachfolgende Tabelle soll dazu dienen, alle gewonnen Erkenntnisse noch einmal übersichtlich und zusammenfassend darzustellen.

Erkenntnisse der Analyse		Resultierende Vorteile
Auflistung aller Bauteile aus der Gesamtanlage	→	Übersichtliche und strukturierte Bauteilauflistung
Klassifizierung aller Bauteile nach Risikoeinschätzung	→	Erkennen der am meisten gefährdeten Bauteile
Festlegung von Gegenmaßnahmen für jeden Fehler	→	Sicherheit und Anlagenverfügbarkeit werden erhöht
Fehlerursachen konnten nach Häufigkeit sortiert werden	→	Überblick über häufigste bzw. schwerwiegendste Schäden
Ersatzteilvorhaltung konnte verbessert werden	→	Ungeplante Stillstände können in Zukunft schneller behoben werden
Weiterführende Maßnahmen wurden beschlossen	→	Weitere Bau- und Anlagenteile werden sicherer

Tabelle 20 Erkenntnisse FMEC-Analyse

8 Fazit & Ausblick

8.1 Fazit

In dieser Arbeit sollte eine Risikobeurteilung der Gesamtanlage einer Hochdruckpolymerisationsanlage vorgenommen werden. Für den Betreiber war es wichtig, anhand der Ergebnisse einen Überblick über gefährdete Bauteile in der Anlage zu erhalten und Maßnahmen zu bestimmen, welche in Zukunft weniger Stillstände und kürzere Stillstandzeiten bezwecken sollen. Hierzu wurde das Verfahren der FME-Analyse angewendet, welches zusätzlich noch durch eine FMEC-Analyse erweitert wurde. Die FMECA fand bisher keine Anwendung bei Innospec. Deshalb musste sich erst in der Praxis beweisen, ob diese für die vorgesehene Fehlerbewertung geeignet ist.
Die neue Bewertungsmethode war ein Erfolg. Durch die zusätzliche FMECA konnten wesentlich bessere Erkenntnisse über die bewerteten Bauteile gewonnen werden als bei einer gewöhnlichen FMEA. Das kam durch die höhere Anzahl an Bewertungsfaktoren zu Stande. Diese umfassen Einflüsse, welche vorher nicht in Betracht gezogen wurden. Dadurch ergab sich eine bessere Grundlage, um die bestmöglichen Maßnahmen beschließen zu können, damit Fehler in Zukunft nicht mehr oder nicht mehr so häufig auftreten.
Zum Ende der Arbeit konnten alle gesammelten Ergebnisse in einer Statistik dargestellt werden. Diese verdeutlicht nachvollziehbar, welchen Einfluss die beschlossenen Maßnahmen auf die Risikobewertungen haben. Des Weiteren gab die Statistik Aufschluss darüber, welche Fehler in der Anlage am häufigsten aufgetreten sind und wie sich die Bewertungen zwischen der Risikoprioritätszahl und der Bauteilkennzahl differenzieren.
Aus der gesamten Analyse lässt sich der Schluss ziehen, dass die FMECA eine geeignete Methode ist, um Bewertungen an Bau- und Anlagenteilen vorzunehmen. Die beschlossenen Maßnahmen können dafür sorgen, das Auftreten von Fehlern in der Anlage zu verringern und somit dazu beitragen, die Wahrscheinlichkeit eines Stillstands zu reduzieren. Damit kann die Anlagenverfügbarkeit und -sicherheit erhöht werden. Des Weiteren ist Innospec in der Lage, gleichbleibend hohe Ausstoßmengen zu produzieren, wenn die Ausfälle am Halberstädter Kompressor reduziert werden können und nicht auf die Zwickauer Reservekompressoren umgesattelt werden muss.
Abschließend ist zu sagen, dass alle gesetzten Ziele erreicht werden konnten. Es wurde eine neue Bewertungsmethode bei Innospec eingeführt, die Aufschluss über viele Gefährdungen in der Gesamtanlage geben konnte.

8.2 Ausblick

Die durchgeführte Analyse hat bewiesen, dass die FMECA eine geeignete Methode ist um Risikobewertungen an Bau- und Anlagenteilen vorzunehmen. Deshalb wird sie in Zukunft weiterhin für Risikobewertungen an Bau- und Anlagenteilen verwendet. Im Anschluss an die erstellte Gesamtanalyse ist es wichtig, dass die bereits bei der Innospec angefertigten FME-Analysen zusätzlich noch einer FMEC-Analyse unterzogen werden, um deren verbesserte Bewertungen besser nutzen zu können. Dementsprechend muss auch die Ersatzteilvorhaltung überprüft und ggf. angepasst werden. Zu diesen kritischen Ausrüstungen zählen unter anderem der Burckhardt-Kompressor und eine Vielzahl an Pumpen. Weiterhin sollte das Unternehmen die beschlossenen Maßnahmen in die Tat umzusetzen. Das ist ein

wichtiger Schritt, damit die gesetzten Ziele für die Zukunft erreicht werden können. Die in der Analyse beschlossenen Maßnahmen, eine weitere ausführliche FMECA anzulegen oder die Neubeschaffung einiger Teile, gilt es in der Zukunft ebenfalls zu realisieren. Einige Anlagenteile, wie das Tanklager oder die Verladestation, konnten auf Grund von Zeitmangel in dieser Arbeit nicht untersucht werden. Diese sollten aber ebenfalls analysiert werden. Für die in der Zukunft durchzuführenden Tätigkeiten wäre es empfehlenswert einen realistischen Zeitplan zu erstellen, der alle sich aus der Analyse ergebenden Aufgaben umfasst.

Quellenangabe

Literaturquellen	
EBK-04	Experimentelle Bestimmung und Korrelation von Hochdruck-Phasengleichgewichten in Polymerlösungen, Carsten Beyer, 2004
EeM-08	Entwicklung einer Methode zum Aufdecken von potentiellen Fehlern in der Konstruktion, Lars Henze, Dissertation 2008
FEM-13	FMEA – Einführung und Moderation, Martin Werdich, Springer DE, 2013 S.7 ff.
Fez-96	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, zurück zur Sollphase; Broner N., Weck M.; Berlin 1996
FMP-03	FMEA Praxis Thorsten TIETJEN, Dieter H Müller, Hanser München, 2003
FuE-01	DGQ-Band 13-11: FMEA-Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, Berlin, Wien, Zürich, Benth Verlag GmbH, 2. Veränderte Auflage, 2001
HvE-00	„Hochdruckpolymerisation von Ethylen“ Chemie in unserer Zeit, G. Luft, 2000 S.190 ff
ILA	Innospec Leuna GmbH Archiv
Innospec Standard	Von der Innospec Leuna GmbH vorgegebener Standard zur Bewertung diverser Komponenten
ISR-10	Information Security Risk Management: Risikomanagement, Sebastian Klipper, Springer DE, 2010
LBm-03	Logistik – Benchmarking; Holger Luczak, Jürgen Weber, Hans-Peter Wiendahl; 2. Auflage; Springer Verlag 2003
MtH-12	Modellierung technischer Hochdruck – LDPE – Reaktoren, Thomas Herrmann, 2012
PrI-21	Printers` Ink, Fred R. Barnard, 1921, Seite 96
QSM-96	Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken; Pfeifer, Tilo; 2. vollst. überarb. und erw. Aufl.; München, Wien: Hanser 1996
QvA-08	Qualitätsmanagement von A bis Z; Gerd F. Kaminske, Jörg Peter Brauer; Hanser Verlag 2008

RmF-13	Risikobeurteilung mit FMEA, Otto Eberhardt, 2013 S.17 ff.
SQS-09	Software-Qualität: Testen, Analysieren und Verifizieren von Software, Peter Liggesmeyer, Springer, 2009
UzW-03	Untersuchung zur Wirksamkeit präventiver qualitätssichernder Maßnahmen in der Fahrzeugindustrie, M. Göbbert Berlin, TU, 2003 S. 15 ff.
VdA-96	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie, Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz, 2. Auflage, 1996

Internetquellen	
net_1	http://www.plasticseurope.org/documents/document/20131018104201-plastics_the_facts_2013.pdf (10.03.14; 10:15 Uhr)
net_2	http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$3.0 (13.05.2014; 10:20 Uhr)
net_3	http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Liquid_ring.png (15.05.14; 14:35 Uhr)
net_4	http://www.ksb.com/ksb-en/Products_and_Services/Water/water_transport/Multitec/15000/Multitec.html (23.05.14; 07:40 Uhr)

FMECA über die Gesamtanlage

Ausrüstungsteile BE1

Fehlerort (Baugruppe)					Fehler	MTBF [Monate]	aktueller Zustand		Bauteilkennzahl									FMEA-Fehlerbetrachtung				Prioritätskennzahl							empfohlene Maßnahmen	Verant-wortlicher	getroffene Maßnahmen	Fehlerbetrachtung nachher verbesserter Zustand				Instandhaltung/Ersatzteilvorhaltung				To Do's / Bemerkungen	
							Kontrollmaßnahmen/ Erkennbarkeit		A: Auswirkungen auf Sicherheit und Umwelt (1 - 4)		B: Auswirkungen auf Produktion (1 - 4)		C: Häufigkeit der Nutzung (1 - 4)		D: Qualität im Bezug auf das Endprodukt (1 - 3)		Ergebnis	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung vor Abstellung der Gesamtanlage	Risikoprioritätszahl	E: Häufigkeit der auftretenden Fehler (1 - 4)		F: Potentielle Wartungskosten (1 - 4)		G: Wirkung von variablen Kosten (1 - 3)		Ergebnis				Auftreten	Bedeutung	Entdeckung vor Abstellung	Risikoprioritäts-zahl	Anzahl verbauter Teile	Lieferzeit	Reparaturzeit	empfohlener Lagervorrat		
Baugruppe	Kennbuchstabe	Zählnummer	Zählbuchstabe	Bezeichnung			offensichtlich/ versteckt	Bemerkungen	Faktor	Bemerkungen	Faktor	Bemerkungen	Faktor	Bemerkungen	Faktor	Bemerkungen		A	B	E	RPZ	Faktor	Bemerkungen	Faktor	Bemerkungen	Faktor	Bemerkungen					A	B	E	RPZ					Check	Bemerkungen
	A	801	A/B	Sprühturm	Riss (Konus => Produktaustritt)	–	offensichtlich	–	2	Schäden an Anlage, Personen nicht betroffen	2	Reparatur möglich, kurzzeitiger Ausfall/reduzierter Umsatz	3	weitere Nutzung des parallelen Sprühturms/Umfahren auf Leunasol	2	durch Fahrweise mit einem Sprühturm vermutlich schlechtere Versprühqualität	24	1	3	8	24	1	noch nie aufgetreten	1	örtliche Reparatur	1	ggf. Minderpreisung durch schlechte Qualität der Versprühung über einen Turm; Entsorgungskosten	1	jährliche Sichtprüfung	Graf	jährliche Sichtprüfung	1	3	4	12	–	–	–	–		
					Riss (Seitenwand/Deckel oder Verbindungsflansch undicht => Falschluftansaugung)	–	o/v	muss nicht erkennbar sein	1	keine Einflüsse	2	keine erheblichen Einflüsse (Falschluftansaugung)	3	weitere Nutzung des parallelen Sprühturms/Umfahren auf Leunasol	1	kein messbarer Einfluss der Falschluftansaugung	6	1	2	8	16	1	noch nie aufgetreten	1	örtliche Reparatur	1	keine	1	jährliche Sichtprüfung	Graf	jährliche Sichtprüfung	1	2	4	8	–	–	–	–		
	A	802		Reinluftkamin	()												0				0							0							0						
	A	803		Entkopplungsschlot	Berstscheibe gerissen (Ansprechen/Hagelschlag)	–	offensichtlich	Berstscheibensensor	1	zerstörte Berstscheibe	4	Wachsproduktion nicht weiter betreibbar	3	Umfahren auf Leunasol möglich	1	kein messbarer Einfluss	12	2	5	9	90	1	noch nie aufgetreten	2	Austausch Berstscheibe	2	kurzzeitig (Umfahren auf Leunasol)	4	jährliche Sichtprüfung des Einbauzustandes	Graf	jährliche Sichtprüfung	2	5	9	90	1 Berstscheibe	>12 Wochen	1 Tag	1 Berstscheibe	vermutlich nicht vorrätig	Lagerbestand prüfen!
Behälter	B	250		Rückkühlwasserbecken	Riss im Beton mit Wasserdurchtritt / undichte Rohrdurchführung	–	o/v	nicht zwangsläufig erkennbar	2	geringfügige Umweltbelastung, ggf. Schäden an Ausrüstungen im Pumpenhaus	4	keine Verfügbarkeit an Rückkühlwasser mehr	4	Polymerisation steht/LEO weiter betreibbar	1	kein messbarer Einfluss	32	1	8	9	72	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Austausch Rohrmanschette	1	keine	2	jährliche Sichtprüfung des Beckens/präventiver Austausch der Manschetten alle 5 Jahre	Graf	jährliche Sichtprüfung des Beckens/präventiver Austausch der Manschetten alle 5 Jahre	1	8	5	40	6 Manschetten	>2 Wochen	3-4 Tage	6 Manschetten	nicht vorrätig	Lagerbestand prüfen!
	B	251	A-F	Sammelbehälter (IBC)	Reißen der Behälter (Auslaufen von Rückkühlwasser im Tiefkeller)	–	offensichtlich	Austritt von Rückkühlwasser	1	keine Einflüsse	1	keine Störung des Betriebes	1	nur bei Fahrweise ZDK-Z in Verwendung	1	kein Einfluss	1	1	1	1	1	1	noch nie aufgetreten	1	Ersatz des IBC	1	keine	1	–	–	–	1	1	1	1	6 IBC	sofort verfügbar	0,5 Tage	kein		
	B	800		ND-Restgaspufferbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	2	Schaden an Anlage, Gasaustritt	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	32	2	6	9	108	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Schweißprüfung	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	6	4	24	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen)	kein		
	B	801		Frischgaspufferbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	2	Schaden an Anlage, Gasaustritt	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	32	2	6	9	108	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Schweißprüfung	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	6	4	24	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen)	kein		
	B	802		Mischbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	2	Schaden an Anlage, Gasaustritt	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	32	2	6	9	108	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Schweißprüfung	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	6	4	24	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen)	kein		
	B	803		Absetzgefäß	Undichte (HD-Flansch/-Deckel)	–	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	2	Schaden an Anlage, Gasaustritt	2	Fahrweise über Umgang B803 möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	16	2	4	9	72	1	noch nie aufgetreten	2	Überdrehen der Dichtflächen vor Ort/neue Linse	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	4	4	16	1 (Deckellinse)	>12 Wochen (neue Linse)	1-2 Tage (vor Ort nachbearbeiten)	1 (Deckellinse)		Lagerbestand prüfen!
	B	804	A-C	Batterien	Undichte (HD-Flansch/-Deckel)	–	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	2	Schaden an Anlage, Gasaustritt	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	32	2	7	9	126	1	noch nie aufgetreten	2	Überdrehen der Dichtflächen vor Ort/neue Linse	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	7	4	28	6 (Deckellinsen)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (vor Ort nachbearbeiten)	1 (Deckellinse)		Lagerbestand prüfen! Umschluss zur Umgehung einer Batterie durch provisorische Rohrleitung denkbar; für Projekt "Ersatz der Batteriegasleitungen" sind ggf. Umgänge von vornherein zu berücksichtigen
	B	805	A	Strömungspuffer	Undichte (HD-Flansch/-Deckel)	–	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	2	Schaden an Anlage, Gasaustritt	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	32	2	7	9	126	1	noch nie aufgetreten	2	Überdrehen der Dichtflächen vor Ort/neue Linse	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	7	4	28	4 (Deckellinsen)	>12 Wochen (neue Linse)	1-2 Tage (vor Ort nachbearbeiten)	1 (Deckellinse)		Lagerbestand prüfen! Umschluss zur Umgehung eines Strömungspuffers durch provisorische Rohrleitung denkbar
	B	806		Reaktionszonenbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(Heißwasser/Dampfaustritt)	3	Schaden an Anlage, großflächiger Austritt von Dampf/Heißwasser, Verletzungsgefahr	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	48	2	8	9	144	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Schweißprüfung/Flanschabdichtung	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	8	4	32	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen)	kein		
	B	807	A	Ölbehälter Ondina 917 (Raum 16 - Stahltank in Wanne mit Lecküberwachung)	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Ansprechen der Lecküberwachung	1	kleiner Schaden innerhalb des Gebäudes, kaum Einfluss auf Mitarbeiter	2	Herstellung von Peroxid-Ansätzen wäre erschwert; evtl. Verzögerungen	2	nicht ständig in Benutzung; mehr oder weniger reiner Lagerbehälter für Weißöl	1	kein Einfluss	4	1	3	7	21	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Schweißprüfung	1	keine	2	Sichtprüfung bei Rundgängen	Graf	Sichtprüfung	1	3	4	12	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen)	kein		
	B	807	B	Ölbehälter Ondina 934 (Öllagerraum - Bau 6317 Nord - GfK-Tank, doppelwandig mit Lecküberwachung)	Undichte (Riss)	–	offensichtlich	Ansprechen der Lecküberwachung	1	kein Schaden, da Leckageraum	1	keine Störung des Betriebes	3	quasi-kontinuierliche Nutzung als Vorlage für Kompressorenschmiermittel	1	kein Einfluss	3	1	3	1	3	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss	1	keine	2	regelmäßige Prüfung der Lecküberwachung	Baumgärtel	regelmäßige Prüfung der Lecküberwachung	1	3	1	3	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	2-3 Tage (Laminieren)	kein		
	B	808		ND-Kondensatbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	6	offensichtlich	Dampf-/Kondensataustritt	2	Schäden an Anlage, Dampfaustritt	4	Ausfall würde zur Abstellung der Gesamtanlage führen	4	ständiger Betrieb als Kondensatsammelbehälter	1	kein Einfluss	32	5	6	7	210	3	gehäuft Flanschundichten, gelegentlich Behälter durchkorrodiert (vor 2010, danach Neubeschaffung)	2	Reparatur Flanschundichte, Nachschweißen Riss	1	keine	6	Zukünftig Einsatz von Spiraldichtungen Wanddickenmessung alle 2 Jahre	Graf	Zukünftig Einsatz von Spiraldichtungen Wanddickenmessung alle 2 Jahre	2	6	5	60	1 (Behälter)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	Spiraldichtungen		Prüfungen einpflegen!
	B	809		Produktkühlbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(Heißwasser/Dampfaustritt)	3	Schaden an Anlage, großflächiger Austritt von Dampf/Heißwasser, Verletzungsgefahr	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein messbarer Einfluss	48	4	8	9	288	2	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Schweißprüfung/Flanschabdichtung	1	keine	4	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	8	4	32	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen)	kein		
	B	812		Transportwasser-Vorratsbecken	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	B	813		Vorlagebehälter Zellradschleuse nach GALA-Trockner	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	B	814		Warmwasserbehälter für Analytikbeheizung	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Heißwasseraustritt	1	kaum Schäden an Anlage, Gefährdung gering, da innerhalb einer Wanne	1	kaum Störung des Betriebes	1	nur Nebenausrüstung	1	kein Einfluss	1	1	1	1	1	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Riss/Flanschundichte	1	keine	2	–	–	–	1	1	1	1	–	–	–	–		
	B	815		Stickstoffpufferflasche	Undichte (HD-Flansch/-Deckel)	–	offensichtlich	N2-Austritt, Strömungsgeräusche	2	Schaden am Behälter, kaum Gefährdung, da im Außenbereich	2	Störung des Betriebes, kann zur Abstellung führen; Umgang um Behälter vorhanden	2	Umgang vorhanden, N2-Netz kurzzeitig auch ohne Puffer betreibbar	1	kein Einfluss	8	1	4	3	12	1	noch nie aufgetreten	2	Überdrehen der Dichtflächen vor Ort/neue Linse	1	keine	2	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	Graf	Einhaltung vorgegebener Revisionszyklen	1	4	2	8	1 (Deckellinse)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (vor Ort nachbearbeiten)	1 (Deckellinse)		
	B	817		Ausdehnungsgefäß für Druckwassertemperiergerät W817 C	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	B	818		Altölbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Behälter steht in kleiner Auffangwanne	1	kaum Schäden an Anlage, Gefährdung gering, da innerhalb einer Wanne	1	kaum Auswirkungen auf Produktion	1	gelegentlich als Abstreifbehälter in Benutzung	1	kein Einfluss	1	1	3	2	6	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	regelmäßige Rundgänge	Schleußner	regelmäßige Rundgänge	1	3	1	3	–	–	–	–		
	B	819		Lösungsmittelbehälter Initiatorstation	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Behälter befindet sich auf Bühne in Kompressorenhalle	2	erhöhtes Risikopotential bei Austritt von Peroxiden	1	kaum Auswirkungen auf Produktion	1	kaum in Benutzung (nur als Zwischenspeicher)	1	kein Einfluss	2	1	3	1	3	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	regelmäßige Rundgänge	Schleußner	regelmäßige Rundgänge	1	3	1	3	–	–	–	–		
	B	820	A-C	Initiatorbehälter 1	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Behälter befinden sich auf Bühne in Kompressorenhalle	2	erhöhtes Risikopotential bei Austritt von Peroxiden	1	kaum Auswirkungen auf Produktion	1	Redundante Behälter	1	kein Einfluss	2	1	4	1	4	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	regelmäßige Rundgänge	Schleußner	regelmäßige Rundgänge	1	4	1	4	–	–	–	–		
	B	821		Stopfbuchsspülölbehälter RDK-B (Nordseite Maschine)	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Behälter befindet sich am Kompressor	2	Öl (ca. 300 l) tritt aus (in Kompressorenhalle/-keller)	3	nach kurzer Zeit Mangelschmierung von Vorstopfbuchse (Versagen der Packung oder Ausfall Kompressor)	3	elementarer Behälter für Kompressorbetrieb, aber durch Notlösung (z. B.) IBC o. ä. ersetzbar	1	kein Einfluss	18	2	6	3	36	1	noch nie aufgetreten (Behälter ist durch Druckstoß bauchig, aber nicht undicht)	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	–	–	–	2	6	3	36	1 (Behälter)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	825		Pufferbehälter für Stickstoff	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	N2-Austritt, Strömungsgeräusche	2	Ausfall RDK-B (Steuerkolben), evtl. Notprogramm	4	keine Produktion möglich	4	permanent in Verwendung	1	kein Einfluss	32	4	6	5	120	2	(bekanntermaßen) noch nie aufgetreten	2	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	4	regelmäßige Rundgänge / Einhaltung der Revisionsfristen	Schleußner/Graf	regelmäßige Rundgänge / Einhaltung der Revisionsfristen	1	6	4	24	1 (Behälter)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	826		Pufferbehälter für Steuerluft	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Luftaustritt, Strömungsgeräusche	1	(nur Luftaustritt 6 bar)	1	keine Auswirkungen auf Produktion, da Umgang um Behälter vorhanden	1	permanent in Verwendung, aber auch über Umgang betreibbar	1	kein EInfluss	1	1	1	1	1	1	(noch nie aufgetreten)	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	–	–	–	1	1	1	1	1 (Behälter)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	827		Pufferbehälter	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Luftaustritt, Strömungsgeräusche	2	(nur Luftaustritt 11 bar)	1	keine Auswirkungen auf Produktion, da Drucklufterzeugung nur für Logistik notwendig	1	fast permanent in Verwendung, aber für Produktion nicht relevant	1	kein Einfluss	2	1	1	1	1	1	(noch nie aufgetreten)	2	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	2	–	–	–	1	1	1	1	1 (Behälter)	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	829		Abstreiftopf Absetzgefäß	(wird NEU errichtet)												0				0	1						0							0						
	B	830		Abstreifsammelbehälter ZDK-H	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar	1	kaum Schäden an Anlage, Gefährdung gering, da innerhalb einer Wanne	1	kaum Auswirkungen auf Produktion	1	gelegentlich als Abstreifbehälter in Benutzung	1	kein Einfluss	1	1	3	2	6	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	–	–	–	1	3	2	6	–	–	–	–		
	B	831		Lecköltopf ZDK-H	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar	1	kaum Schäden an Anlage, Gefährdung gering, da innerhalb einer Wanne	1	kaum Auswirkungen auf Produktion	1	gelegentlich als Abstreifbehälter in Benutzung	1	kein Einfluss	1	1	3	2	6	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	–	–	–	1	3	2	6	–	–	–	–		
	B	832	A-B	Ölbehälter CS150	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (im Zwickauer Kompressorenkeller)	2	Ölaustritt in Kompressorenkeller, Brandgefahr	2	Anlagenbetrieb nicht unmittelbar beeinflusst	1	ständig zur Öllagerung in Betrieb, aber für Produktion nicht relevant	1	kein Einfluss	4	1	4	1	4	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	2	–	–	–	1	4	1	4	2 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	836		Triebwerksölbehälter ZDK-H	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Öl tritt in Auffangwanne aus	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller Halberstädter, Brandgefahr, Maschinenschaden durch Mangelschmierung des Triebwerks möglich	2	Geringe Auswirkungen auf Produktion, da Zwickauer vorhanden	3	ständig zur Öllagerung für ZDK-H in Betrieb, wenn nicht betriebsbereits keine Fahrweise ZDK-Halberstadt möglich	1	kein Einfluss	18	1	7	4	28	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	2	regelmäßige Rundgänge	Schleußner	regelmäßige Rundgänge	1	7	3	21	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	839	A	Chemo-Tank	Undichte (Flansch/Riss) GfK-Behälter	–	offensichtlich	Öl tritt in Auffangwanne aus (GfK)	1	kaum Schäden an Anlage, Gefährdung gering, da innerhalb einer Wanne (Behälter doppelwandig)	1	kaum Auswirkungen auf Produktion	1	ständig zur Öllagerung in Betrieb, aber für Produktion nicht relevant	1	kein Einfluss	1	1	2	1	2	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	–	–	–				0	–	–	–	–		
	B	840		Saugbehälter Steuerölstation	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (im Zwickauer Kompressorenkeller)	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller, Brandgefahr, Ausfall der Steuerölstation	4	gezieltes Abstellen der Anlage notwendig, Behälterreparatur erforderlich	3	ständig für die Versorgung der Steuerölstation notwendig	1	kein Einfluss	36	1	8	3	24	1	noch nie auftreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	regelmäßige Überprüfung (keine Druckgerät!), Festlegung von Revisionszyklen	Graf	regelmäßige Überprüfung (keine Druckgerät!), Festlegung von Revisionszyklen	1	8	1	8	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–	Check	Wartungs-/Revisionsplan festlegen
	B	841		Druckvorlage Steuerölstation	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (im Zwickauer Kompressorenkeller)	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller, Brandgefahr, Ausfall der Steuerölstation	4	gezieltes Abstellen der Anlage notwendig, Behälterreparatur erforderlich	3	ständig für die Versorgung der Steuerölstation notwendig	1	kein Einfluss	36	1	8	3	24	1	noch nie auftreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	regelmäßige Überprüfung (keine Druckgerät!), Festlegung von Revisionszyklen	Graf	regelmäßige Überprüfung (keine Druckgerät!), Festlegung von Revisionszyklen	1	8	1	8	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–	Check	Wartungs-/Revisionsplan festlegen
	B	842		Kühlmittelbehälter RDK	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (im Kompressorenkeller Burckhardt)	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller, Brandgefahr, Ausfall des RDK-B und Gesamtanlage	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig in Verwendung für Betrieb des RDK-B	1	kein Einfluss	48	1	8	7	56	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	jährliche Sichtkontrolle durch Schichtpesonal beim Ölwechsel	Schleußner	jährliche Sichtkontrolle durch Schichtpesonal beim Ölwechsel	1	8	5	40	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	843		Behälter für Hydraulikantrieb RDK	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (im Kompressorenkeller Burckhardt)	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller, Brandgefahr, Ausfall des RDK-B und Gesamtanlage	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig in Verwendung für Betrieb des RDK-B	1	kein Einfluss	48	1	8	7	56	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	jährliche Sichtkontrolle durch Schichtpesonal beim Ölwechsel	Schleußner	jährliche Sichtkontrolle durch Schichtpesonal beim Ölwechsel	1	8	5	40	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	844		Behälter für Triebwerksschmierung RDK	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (im Kompressorenkeller Burckhardt)	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller, Brandgefahr, Ausfall des RDK-B und Gesamtanlage	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig in Verwendung für Betrieb des RDK-B	1	kein Einfluss	48	1	8	7	56	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	jährliche Sichtkontrolle durch Schichtpesonal beim Ölwechsel	Schleußner	jährliche Sichtkontrolle durch Schichtpesonal beim Ölwechsel	1	8	5	40	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	845		Behälter für Paraffinspülschmierung RDK	(???) nicht in R&I auffindbar, scheint B821 zu sein; Klärung notwendig												0				0	1						0							0						
	B	846		Behälter für Zylinderschmierung RDK	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (am RDK-B)	3	Ölaustritt in Kompressorenkeller (Tasse), Brandgefahr, Ausfall des RDK-B und Gesamtanlage	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig in Verwendung für Betrieb des RDK-B	1	kein Einfluss	48	1	8	5	40	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal, Tiefalarm für automatische Ölnachfüllung	Schleußner	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal, Tiefalarm für automatische Ölnachfüllung	1	8	3	24	1 Behälter	>2 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	847		Vorratsbehälter Hydraulikstation	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (in Kompressorenhalle)	3	Ölaustritt in Kompressorenhalle, Brandgefahr, Ausfall der Hydraulikstation und Gesamtanlage	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig in Verwendung für Betrieb der Hydraulikstation	1	kein Einfluss	48	1	8	3	24	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal	Schleußner	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal	1	8	2	16	1 Behälter	>6 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–		
	B	848	A-H	Druckflüssigkeitsspeicher	Undichte (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage sichtbar (in Kompressorenhalle)	2	Ölaustritt in Kompressorenhalle, Brandgefahr	3	Risiko des Ausfalls der Hydraulikstation durch hohe Ölverluste	4	ständig in Verwendung für Betrieb der Hydraulikstation	1	kein Einfluss	24	1	6	2	12	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	1	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal	Schleußner	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal	1	6	1	6	8 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	1	Check	Reservebehälter vorhanden
					defekte Gummiblase	24	offensichtlich	Druckabfall (örtliches Manometer)	1	keine Einflüsse	1	keine Einflüsse, Redundanz vorhanden	4	ständig in Verwendung für Betrieb der Hydraulikstation	1	kein Einfluss	4	7	3	1	21	3	(siehe MTBF)	1	Austausch Blase	1	keine	3	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal	Schleußner	ständige Sichtkontrolle durch Schichtpersonal	6	3	1	18	8 Blasen	>10 Wochen (neue Blase)	1-2 h (Wechsel Blase)	10	Check	Lagervorrat prüfen!
	B	850	A-B	Ausblaseturm Ost	Stopfbuchsen undicht	–	versteckt	(nur bei Inspektion, Kontrolle ob Produktreste im Bereich der Stopfbuchsen ausgetreten sind)	2	Austritt von Gas/Flüssigkeit über Kompressorenhallendach; ggf. Eintrag ins Regenwassersammelsystem	1	keine Einflüsse	4	ständig in Verwendung für Betrieb der Polymerisationsanlage	1	kein Einfluss	8	2	3	1	6	1	selten beobachtet	1	Reparatur Stopfbuchse	1	keine	1	gezielte Kontrolle zur Großreparatur	Graf/Schleußner	gezielte Kontrolle zur Großreparatur	2	3	1	6	>10	kurzfristig (Packungsschnur)	< 6 h (teils aufwändige Stopfbuchskonstruktion)	–		
	B	851		Ausblasetopf (PK II) SVE07	(???) kein Fehler erkennbar												0				0	1						0							0						
	B	852		Ausblasetopf HD-Abscheider	(???) kein Fehler erkennbar												0				0	1						0							0						
	B	853		Kaltkondensatbehälter	Undichte (Flansch/Riss/Korrosion)	–	offensichtlich	Austritt von Kaltwasser	2	geringfüger Austritt von Kältemittel	2	Möglicherweise sind ND-Restgaskühler II bzw. Zusatzkühler RDK-B nur bedingt betreibbar	3	für das Betreiben der Kaltkondensatstation unabkömmlich	1	kein Einfluss	12	1	3	3	9	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Undicht/Riss	1	keine	2	Wanddickenmessung bez. Korrosiven Abtrags	Graf	Wanddickenmessung bez. Korrosiven Abtrags	1	3	2	6	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–	Check	Wanddickenmessung zur GR einplanen
	B	854		Atmungsbehälter für Kaltkondensatbehälter B853	Undichte (Flansch/Riss/Korrosion)	–	offensichtlich	Austritt von Kaltwasser	2	geringfüger Austritt von Kältemittel	2	Möglicherweise sind ND-Restgaskühler II bzw. Zusatzkühler RDK-B nur bedingt betreibbar	3	für das Betreiben der Kaltkondensatstation unabkömmlich	1	kein Einfluss	12	1	3	3	9	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Undicht/Riss	1	keine	2	Wanddickenmessung bez. Korrosiven Abtrags	Graf	Wanddickenmessung bez. Korrosiven Abtrags	1	3	2	6	1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–	Check	Wanddickenmessung zur GR einplanen
	B	855 / 857		Kühlkondensatbehälter KKII + KKI	Undichte (Flansch/Riss/Korrosion)	–	offensichtlich	Austritt von Kühlkondensat	2	großflächiger Austritt von Kühlkondensat (Kondensatverlust)	4	Betreiben der Anlage wäre nicht mehr möglich	4	für ständigen Anlagenbetrieb notwendig	1	kein Einfluss	32	1	7	3	21	1	noch nie aufgetreten	2	Reparatur Undichte/Riss	1	keine	2	Wanddickenmessung nach festgelegten Intervallen	Graf	Wanddickenmessung nach festgelegten Intervallen	1	7	2	14	je 1 Behälter	>12 Wochen (neuer Behälter)	1-2 Tage (Schweißen; Dichtung ersetzen)	–	Check	Festlegung Intervalle / Messpunkte alle 5 Jahre empfehlenswert
					Korrosion innere Einbauten (z. B. Dampflanze)	48	versteckt	ggf. Strömungsgeräusche, Blockagen in nachgeschalteten Systemen	2	Schäden an KK-Pumpen, Regelventilen etc. möglich	2	Stillstand unwahrscheinlich; Reservepumpen verfügbar	4	für ständigen Anlagenbetrieb notwendig	1	kein Einfluss	16	5	4	2	40	3	tritt gelegentlich auf	1	Reparatur der Innenteile	1	keine	3	Prophylaktischer Wechsel der belasteten Innenteile	Graf	Prophylaktischer Wechsel der belasteten Innenteile	3	4	1	12		2 Tage	–	Vorhaltung neuer Einbauteile vor Großreparatur/geplantem Wechsel	Check	Festlegung prophylaktischer Wechsel alle 5 Jahre empfehlenswert
	B	858		Tauchung Kühlkondensatbehälter	(???) unklar, welches Ausrüstungsteil												0				0	1						0							0						
	B	860		Lecköltopf ZDK Maschine 14	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	B	861		Paraffinölbehälter (Weißöltanklager)	Behälter wurde nicht gefunden												0				0	1						0							0						
	B	862	A	Ölvorratsbehälter (Wandbehälter Kompressorenhalle)	Undichte Flansch/Riss		offensichtlich	Austritt von Öl	2	LOC! Austritt von VAC	1	keine Unterbrechung	1	nicht zwingend für Produktion erforderlich	1	kein Einfluss auf Produktqualität	2	4	3	1	12	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	keine	2	–	–	–	2	3	1	6	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	2 h (für Dichtungswechsel)	–		

	B	862	B	Ölmischbehälter ZDK-H (Kompressorenhalle ZDK-H)	(IBC)												0				0	1						0							0						
	B	863		Rück-Vac-Behälter	Undichte Flansch/Riss	–	offensichtlich	Austritt von VAC	2	LOC! Austritt von VAC	1	keine Unterbrechung	1	nicht zwingend für Produktion erforderlich	1	kein Einfluss auf Produktqualität	2	4	3	1	12	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	keine	2	–	–	–	2	3	1	6	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	2 h (für Dichtungswechsel)	–		
	B	864		Hydrochinon-Schleuse	wird vermutlich abgeschafft!!! Info von S. Müller	–											0				0	1						0							0						
	B	865		Einsatz-Vac-Behälter	Undichte Flansch/Riss	–	offensichtlich	Austritt von VAC	2	LOC! Austritt von VAC	2	Kurzfristige Unterbrechung der Produktion	3	Abstellung wäre erforderlich, falls VAC hergestellt wird	1	kein Einfluss auf Produktqualität	12	4	4	1	16	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	keine	2	regelmäßige Sichtkontrolle, Auffangwanne ist vorgesehen	Schleußner/Graf	Sichtkontrolle	2	4	1	8	1	>12 Wochen (neuer Behälter)	2 h (für Dichtungswechsel)	–		Bau einer Auffangwanne ist in naher Zukunft vorgesehen
	B	866	A-H	Puffer VAC-Dosierpumpen	Undichte Flansch/Riss	–	offensichtlich	Austritt von VAC	2	LOC! Austritt von VAC	1	Redundanz vorhanden	1	Eine Pumpe fällt aus, ggf. eingeschränkte VAC-Dosierung.	1	kein Einfluss auf Produktqualität	2	4	3	1	12	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	keine	2	regelmäßige Sichtkontrolle	Schleußner/Graf	Sichtkontrolle	2	3	1	6	8	>12 Wochen (neuer Behälter)	2 h (für Dichtungswechsel)	–		
	B	869	A-B	Triebwerksölbehälter ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	B	870		Lecköltopf ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	B	872		Vakuumturm	(schleichende) Undichte Flansch	–	versteckt	Einsaugen von Luft	1	Zwar könnte ein explosives Brennstoff-Luft-Gemisch innerhalb des Behälters und/oder den nachgeschalteten System erzeugt werden, es existiert jedoch keine Zündquelle innerhalb der Ausrüstungen.	1	keine	4	Für die Produktion von VW und CFI unerlässlich.	1	kein Einfluss auf Produktqualität	4	4	3	8	96	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	keine	2	Prophylaktischer Wechsel der Dichtungen alle 5 Jahre	Hr. Graf		2	3	7	42	>5	Lager	2 h (für Dichtungswechsel)	>5		
					(größere) Undichte Flansch	–	offensichtlich	Einsaugen von Luft, Einbruch des Vakuums	1	Zwar könnte ein explosives Brennstoff-Luft-Gemisch innerhalb des Behälters und/oder den nachgeschalteten System erzeugt werden, es existiert jedoch keine Zündquelle innerhalb der Ausrüstungen.	1	keine	4	Für die Produktion von VW und CFI unerlässlich.	3	nicht restentgastes Produkt ist wahrscheinlich nicht verkaufsfähig	12	4	5	3	60	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	3	schlechter Betrieb (Vakuum)	6	Prophylaktischer Wechsel der Dichtungen alle 5 Jahre; Kontrolle der Flanschverbindungen bei Problemen, das Vakuum zu erzeugen	Hr. Graf/Hr. Schleußner		2	5	2	20	>5	Lager	2 h (für Dichtungswechsel)	>5		
					Behälterriss (nach außen hin)	–	offensichtlich	Einsaugen von Luft, Austritt von heißer Schmelze, Vakuum bricht zusammen	3	explosives Gemisch (s. o.), Austritt heißer Schmelze	3	Produktion muss gestoppt werden bis Fehler behoben ist	4	Für die Produktion von VW und CFI unerlässlich.	1	keinen Einfluss (keine Produktion)	36	1	9	9	81	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	Reparatur Behälter (Schweißen oder Ersatz eines Behälterteils)	1	keine	3	Druckprobe/Innere alle 5 Jahre	Hr. Graf	Druckprobe/Innere alle 5 Jahre	1	9	5	45	1	>12 Wochen für neue Behälterteile	>1 Woche für Nachschweißen	–		
					Behälterriss (zum Heizmantel hin)	–	offensichtlich	Eintritt von Dampf/Kondensat in Behälter, Vakuum bricht ein, SV vom Behälter spricht an (LOC)	2	LOC, da SV des Behälters anspricht (Dampfaustritt)	3	Produktion muss gestoppt werden bis Fehler behoben ist	4	Für die Produktion von VW und CFI unerlässlich.	1	keinen Einfluss (keine Produktion)	24	1	7	9	63	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	Reparatur Behälter (Schweißen oder Ersatz eines Behälterteils)	1	keine	3	Druckprobe/Innere alle 5 Jahre	Hr. Graf	Druckprobe/Innere alle 5 Jahre	1	7	5	35	1	>12 Wochen für neue Behälterteile	>2 Wochenfür Nachschweißen	–		
	B	873		Pufferbehälter nach P872 zur RECA	Undichte Flanschverbindung	–	offensichtlich/ versteckt	offensichtlich – bei Flüssigkeiten (Austritt von VAC, Öl, etc.) versteckt – bei Gasaustritt	2	kaum Gefährdung bei Gasaustritt, da Sicherheitseinrichtungen vorhanden (Drucküberwachung, Berstscheibe, Stickstoffspülung)	3	Reparatur nur während Flexarenkampagne möglich	3	ständig in Benutzung während Wachs- und Leunasol Kampagne	1	kein Einfluss	18	1	5	1	5	1	noch nie aufgetreten	1	Erneuerung Dichtung	1	keine	1	–	–	–	1	5	1	5	–	–	–	–		eingeführte Sicherheitseinrichtungen sind ausreichend
	B	877		Hydrazin-Zumeßgefäß	Undichte	–	offensichtlich	beim Einfüllen von Hydrazinhydrat ersichtlich	3	Potential für Einatmen/Hautkontakt	2	Produktion kann weiterlaufen Bereicht Tiefkeller müsste gesperrt werden	1	Dosierung 1mal täglich	1	kein Einfluss	6	1	8	1	8	1	noch nie aufgetreten	2	Erneuerung Behälter	1	keine	2	Hypothese: vollständige Substitution von Hydrazinhydrat durch weniger gefährlich Stoff			1	3	1	3	1	> 4 Wochen	6 h	–		
	B	878		Hydrazin-Dosierbehälter	Undichte	–	versteckt	Undichte nicht sofort erkennbar	3	Potential für Einatmen/Hautkontakt	2	Produktion kann weiterlaufen Bereicht Tiefkeller müsste gesperrt werden	1	Dosierung 1mal täglich	1	kein Einfluss	6	1	8	1	8	1	noch nie aufgetreten	2	Erneuerung Behälter	1	keine	2	Hypothese: vollständige Substitution von Hydrazinhydrat durch weniger gefährlich Stoff			1	3	1	3	1	> 4 Wochen	6 h	–		
Reaktor	C	805	A/B	Reaktor 1. Zone & 2. Zone	Undichte HD-Flanschverbindung (Linsendichtung, Gewinderiss)	3	offensichtlich/versteckt	durch Druckabfall, Gassensoren und Strömungsgeräusche erkennbar, kleine undichte ist ggf. nur schwer zu erkennen	4	Mitarbeiter gefährdet, Explosionsgefahr hoch	4	Produktion muss gestoppt werden bis Fehler behoben ist	4	Anlagenteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	64	8	9	5	360	4	kommt ca. 3mal pro Jahr vor	3	Aufwandrecht groß (Rüstung stellen, Druckprobe)	2	keine	24	Überarbeitung der Dichtflächen mit spanendem Verfahren; regelmäßige Kontrolle der hochbelasteten Teile Zusätzliche Installation von Gaswarnern, Einführung eines Kamerasystems, welches ausströmende Gase erkennt und eine Warnmeldung an die Anlagenfahrer gibt	Hr. Schleußner	Überarbeitung der Dichtflächen mit spanendem Verfahren; regelmäßige Kontrolle der hochbelasteten Teile einige Gaswarner sind bereits installiert	5	9	2	90	Rohre/Bögen Flansche Linsen Bolzen/Muttern	< 2 Jahre < 6 Monate < 6 Monate > 4 Wochen	< 24 h < 6 h < 6 h < 2 h	HD-Rohre DN32: HD-Rohre DN40: HD-Bögen DN32: HD-Bögen DN 40: HD-Linsen DN32: 20x HD-Linsen DN40: 54x HD-Flansche DN32: 40x HD-Flansche DN40: 108x Bolzen/Muttern M30 (DN32): 240x / 480x Bolzen/Muttern M39 (DN40): 324x / 648x	Check	Zeichnung Reaktor: Wieviele Flanschverbindungen? Linsen = Verbindungen; Flansche x2; Bolzen x7; Muttern x14 Unterschiedliche Bolzenlängen beachten!!!
					Undichte Heißwasserverbindung (Flansche mit Kupferdichtung, Kompensator, Schweißverbindung oder Schrumpfbuchse)	12	offensichtlich	Dampffahne; Tropfleckagen	2	Bereich wird nicht betreten	4	Produktion muss gestoppt werden bis Fehler behoben ist	4	Anlagenteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	32	5	6	4	120	3	ca. 1mal pro Jahr	2	Kupferdichtung wechseln <600 € Schrumpfbuchse erneuern >6.000 € Kompensator auswechseln <6.000 € Schweißverbindung erneuern <600 €	2	keine	12	bei geöffneten Verbindungen immer Kupferdichtung wechseln; Dichtflächen überarbeitet => Instandhaltungsanweisung Regelmäßige Prüfung (Druck, Wandstärke) Schrumpfübermaß vergrößert (Schrumpfung sitzt enger) => neue Spezifikation (2013 erstellt)	Hr. Graf	Regelmäßige Prüfung (Druck, Wandstärke) Schrumpfübermaß vergrößert (Schrumpfung sitzt enger) => neue Spezifikation (2013 erstellt)	2	6	4	48	HW-Flanschverbindungen Kompensatoren Schrumpfbuchsen	< 1 Woche >12 Wochen >1 Woche	< 5 h < 48 h < 96 h	Kupferdichtungen: Kompensatoren: Schrumpfbuchsen (Rohling):	Check	Instandhaltungsanweisung erstellen
scheider	F	103		Lösungsmittelfilter	Filter undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	Leckage	2	LOC	2	Unterbrechung LS-Produktion, kurze Abstellung (Reparatur oder Passstück)	2	nicht zwingend für Produktion erforderlich (Qualitätsaspekte)	1	kaum Einfluss	8	1	4	8	32	1	noch nie aufgetreten	1		1	kein Einfluss	1	–	–	–	1	4	8	32	1	>4 Wochen	< 1 h (Flanschundichte)	–		
	F	200		Abscheider Ausblaseleitung Neat Polymer	Undichte Flanschverbindung	–	offensichtlich	ständige Überwachung während Betrieb	2	LOC! Austritt von VAC (Tropfleckage)	1	keine Auswirkungen	1	nur für Schmelzeentladung	1	kein Einfluss	2	4	3	1	12	2	noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	kein Einfluss	2	regelmäßige Unterweisung der BSA	Fr. Müller	Umsetzung der BSA (Entleerung des Abscheiders nach jedem Containerwechsel und nach Beendigung von Schmelzeverladungen)	2	3	1	6	–	–	–	–		
	F	250		Sandfilter	Filter undicht (Flansch/Riss)	48	versteckt	Anlage nicht unter ständiger Kontrolle	2	Schaltkästen können durch austretendes Wasser in Mitleidenschaft gezogen werden	2	ggf. Unterbrechung der Produktion möglich	4	Ständig	1	kein Einfluss	16	3	5	8	120	2	tritt gelegentlich auf	1	Reparatur einfach durchführbar	1	kein Einfluss	2	prophylaktischer Austausch der (Kunststoff-Rohrleitungen), z- B- alle 10 Jahre	Hr. Kalepky	dito	2	5	6	60	–	–	–	–	Check	Check, ob Austausch sinnvoll
	F	251		Frischwasserfilter	Filter undicht (Flansch/Riss)	48	versteckt	Anlage nicht unter ständiger Kontrolle	1	kaum Auswirkungen	1	keine Auswirkungen	1	nur bei Nachspeisung	1	kein Einfluss	1	3	2	2	12	2	tritt gelegentlich auf	1	Reparatur einfach durchführbar	2	kein Einfluss	4	prophylaktischer Dichtungswechsel alle 5 Jahre	Hr. Kalepky	dito	2	2	2	8	–	–	–	–		
	F	800	K 1	Frischgasfilter	Undichte Flanschverbindung	–	versteckt	Gasaustritt	3	Ethylenaustritt mit 10-16 bar	4	Anlage müsste abgestellt werden	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	1	7	2	14	1	noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	3	durch das Abstellen der Anlage werden hohe Kosten verursacht	3	regelmäßige Sichtkontrolle	Schleußner	Druckprobe (alle 5 Jahre)/Sichtkontrolle	1	7	2	14	–	–	–	–		
	F	802		Spülölabscheider RDK (NO-Seite Kompressorenkeller)	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC)	2	LOC (keine großen Mengen, geringe Vordrücke)	2	Anlage müsste abgestellt werden, Provisorium muss geschaffen werden oder Notreparatur	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	16	2	5	6	60	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur einfach durchführbar	1	kein Einfluss	1	regelmäßige Sichtkontrolle	Schleußner	dito	2	5	4	40	–	–	–	–		
	F	803		N2-Ölabscheider RDK	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC)	2	LOC (keine großen Mengen, geringe Vordrücke)	2	Anlage müsste abgestellt werden, Provisorium muss geschaffen werden oder Notreparatur	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	16	2	5	6	60	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur einfach durchführbar	1	kein Einfluss	1	regelmäßige Sichtkontrolle	Schleußner	dito	2	5	4	40	–	–	–	–		
	F	804		Leckgas-Ölabscheider RDK	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC)	2	LOC (keine großen Mengen, geringe Vordrücke)	2	Anlage müsste abgestellt werden, Provisorium muss geschaffen werden oder Notreparatur	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	16	2	5	6	60	1	noch nie aufgetreten	1	Reparatur einfach durchführbar	1	kein Einfluss	1	regelmäßige Sichtkontrolle	Schleußner	dito	2	5	4	40	–	–	–	–		
	F	805		Rückgaszyklon 2	(siehe F811)												0				0	1						0							0						
	F	806		Rückgaszyklon 3	(siehe F811)												0				0	1						0							0						
	F	807	A	Rückgaszyklon 4	(siehe F811)												0				0	1						0							0						
	F	807	B	Rückgaszyklon 5	(siehe F811)												0				0	1						0							0						
	F	808		ZD-Abscheider	Kopfflanschundichte	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC (ggf. mit Folgeschäden)	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig	1	kaum Einfluss	48	2	8	10	160	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	ggf. Abscheiderdemontage notwendig	3	längere Abstellung	9	Öffnen des Deckels alle 5 Jahre	Graf	dito	2	8	5	80	1	> 12 Wochen Deckellinse	ca. 2 Wochen	1 Deckellinse	Check	Lagervorrat prüfen!
					Produktrohrabriss	–	versteckt	Füllstandsregelung unmöglich Produktüberströmung	2	geringer Schaden, aber großer Reparaturaufwand	4	Abstellung der Anlage zwingend erforderlich	4	ständig	1	kaum Einfluss	32	3	7	10	210	2	letztmalig 2010	3	ggf. Abscheiderdemontage notwendig	3	längere Abstellung	18	jährliche Innenbesichtigung mit Endoskopkamera	Graf	dito	3	7	5	105	1	>12 Monate für Innenrohr	ca. 2 Wochen	1 Reserverohr	Check	Lagervorrat prüfen!
																													Ersatz des Innenrohrs (jetzt schwarz durch Edelstahl)	Graf	dito	1	7	5	35	1	>12 Monate für Innenrohr	ca. 2 Wochen	1 Reserverohr (Edelstahl)	Check	Reserverohr beschaffen
	F	809	B	ND-Abscheider für VISCOWAX/Wirkstoff	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC)	3	größerer Schaden, LOC-Potential (heiße Schmelze oder Gas)	4	Anlagenabstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	2	ggf. schlechtere Restentgasung	96	1	9	6	54	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	Rissreparatur sehr aufwändig	3	längere Abstellung	9	regelmäßige Druckprüfung, ggf. Wanddickenmessung	Graf	dito	1	9	5	45	1	>12 Monate für Abscheider	ca. 2 Wochen	–		
	F	809	D	ND-Abscheider für FLEXAREN	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	F	810		ZD-Nachabscheider	Flanschundichte	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC (ggf. mit Folgeschäden)	3	Abstellung der Anlage nicht zwingend erforderlich, da ein Umgang vorhanden ist (es ist fraglich, ob eine Reparatur während des laufenden Betriebs möglich ist)	4	ständig	1	kaum Einfluss	36	2	8	10	160	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	ggf. Abscheiderdemontage notwendig	3	längere Abstellung	9	Öffnen des Deckels alle 5 Jahre	Graf	dito	2	8	5	80	1	> 12 Wochen Deckellinse	ca. 2 Wochen	1 Deckellinse	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	811		Rückgaszyklon 1	(Exemplarisch für alle) Undichte Deckeldichtung / Flansch	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC mit Gas/Produktaustritt	4	Anlagenabstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	48	2	8	10	160	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	ggf. Abscheiderdemontage notwendig	3	längere Abstellung	9	Öffnen des Deckels alle 5 Jahre	Graf	dito	2	8	5	80	5	> 12 Wochen Deckellinse	< 2 Tage	2 Deckellinsen	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	812	A-C	Filtermischstrecke	Flanschundichte	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC mit Gas/Produktaustritt	4	Anlagenabstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	48	4	8	9	288	2	gelegentlich aufgetreten (an zuführenden Leitungen)	3	ggf. Abscheiderdemontage notwendig	2	kürzere Abstellung (Stand-by verfügbar)	12	Konsequentes (spanendes) Überdrehen der Dichtflächen	Graf	dito	2	8	9	144	>20 2 Deckellinsen	> 12 Wochen Deckellinse	< 2 Tage	2 Deckellinsen	Check	Lagervorrat prüfen!
					TEST: Filtereinsatz (teil-)versetzt	6	offensichtlich	Differenzdruck	2	schlechte Saugbedingungen am RDK-B (ggf. bis hin zur Abstellung)	2	Umstellung der Filtermischstrecke notwendig	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	16	6	4	2	48	3	Prozessbedingt alle 6 Monate	1	Abblinden, Öffnen Entspannung usw.	1	Umstellung / keine Abstellzeit	3	–	–	–	6	4	2	48						diese Fehlerbetrachtung ist für eine FMECA nicht geeignet; eine Prozessbetrachtung im Sinne einer HAZOP-Study ist hierfür angemessener
					Filtereinsatz beschädigt	24	offensichtlich/versteckt	keine Filterwirkung, ggf. ersichtlich über Druckverlust (nicht mehr vorhanden)	2	Evtl. werden Teile "durch die Anlage geschleppt"	3	Umstellung der Filtermischstrecke notwendig Reparatur / Kontrolle an Gasfiltern bez. gefundener Teile	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	24	4	5	10	200	2	bereits aufgetreten (verdrehte/beschädigte Filtereinsätze)	3	neuer Filtereinsatz/Öffnen, schließen des Kopfdeckels (ca. 10.000 €)	1	Umstellung / keine Abstellzeit	6	regelmäßige Kontrolle des Filtereinsatzes (Kamerainspektion)	Graf	dito	2	5	8	80	1 Filtereinsatz	> 6 Monate (Filtereinsatz)	< 2 Tage	1 Filtereinsatz 2 Deckeldichtungen	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	813	A-B	1./2. ND-Restgasabscheider	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC) Gassensoren Zwickauer Keller, Druckabfall	3	LOC mit Gas/Flüssigkeitsaustritt	4	Anlagenabstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	48	2	8	8	128	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Flansch abdichten / Behälterreparatur	3	längere Abstellung (bei Behälterschaden)	6	regelmäßige TÜV-Prüfung (Festigkeit)	Graf	dito	2	8	6	96	2 Behälter	> 3 Monate für neuen Behälter	> 1 Tag	Dichtungen (allgemein)		
	F	814	A-D	1.Gasfilter	Undichte (Kopfflansch)	–	offensichtlich	(LOC) Strömungsgeräusche, Gaswarner, Druckverlust	3	LOC mit Gasaustritt	2	kurze Abstellung, Gasfilter umstellen	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	24	2	8	10	160	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Dichtflächen überdrehen	2	kürzere Abstellung (Stand-by verfügbar)	4	Dichtflächen regelmäßig (nach Begutachtung) spanend überdrehen lassen	Graf	(noch nicht festgehalten)	1	8	7	56	4 Gasfilter	> 1 Jahr für neuen Gasfilter	< Tag	8 Linsen	Check	regelmäßige Begutachtung dokumentieren
					abgerissener Filtereinsatz (angerissen)	12	offensichtlich/versteckt	(kein Druckverlust)	2	Produktreste/Kleinteile werden nicht zurückgehalten und gelangen auf die Saugseite vom RDK-B	1	keine unmittelbaren Auswirkungen auf Produktion	4	ständig in Benutzung	1	kaum Einfluss	8	5	6	1	30	3	häufig Risse/Abrisse feststellbar	2	Filtereinsatz neu verschweißen, Röntgenprüfung	1	keine Abstellzeit, da Umstellung vorher	6	stärkeres Blech verwenden für erhöhte Festigkeit Rissprüfung vor Einbau eines jeden Filtereinsatzes	Graf	(noch nicht realisiert(	2	6	1	12	4 Filtereinsätze	> 3 Monate für neuen Filtereinsatz	< Tag	4 Reserveeinsätze	Check	Einsatz eines stärkeren Bleches prüfen
	F	817		Entspannungsgasabscheider /Batterie	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich/versteckt	ggf. nur bei Bedienung vor Ort ersichtlich	3	LOC	1	keine unmittelbaren Auswirkungen auf Produktion	1	nur bei Abstreifvorgängen in Benutzung	1	kein Einfluss	3	2	5	1	10	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	Reparatur	1	keine	1	–	–	–	2	5	1	10	–	–	–	–	–	–
	F	818		Gatschnachabscheider	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC	2	Produktion müsste sehr wahrscheinlich nicht gestoppt werden	2	nur bei Abstreifvorgängen in Benutzung	1	kein Einfluss	12	3	7	1	21	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	4	–	–	–	3	7	1	21	–	–	–	–	–	–
	F	819		Ölfilter	Undichte	24	offensichtlich	Ölaustritt (LOC)	3	LOC	1	Wechselfilter kann verwendet werden, Bauteil ist nicht erforderlich für Produktion	1	Bauteil wird nur verwendet, wenn Extruder verwendet wird (selten)	1	kein Einfluss	3	4	7	1	28	2	in den letzten 2 Jahren nur einmal aufgetreten	1	Reparatur	1	keine	2	–	–	–	4	7	1	28	2 Ölfilter 2 Dichtungen	Dichtungen: 2 Wochen	2h	5 Dichtungen	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	820		Gatschabscheider	Abscheider undicht (Flansch/Riss)	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC	2	Produktion müsste sehr wahrscheinlich nicht gestoppt werden	2	nur bei Abstreifvorgängen in Benutzung	1	kein Einfluss	12	3	7	1	21	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	4	–	–	–	3	7	1	21	–	–	–	–	–	–
	F	821	A/B	1. Wachsfilter	Deckeldichtung defekt (undicht)	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC	2	Produktion müsste sehr wahrscheinlich nicht gestoppt werden	3	umschaltbarer Filter (jeweils nur einer in Betrieb)	1	kein Einfluss	18	3	7	1	21	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	4	–	–	–	3	7	1	21	–	–	–	–	–	–
	F	822	A/B	2. Wachsfilter	Deckeldichtung defekt (undicht)	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC	2	Produktion müsste sehr wahrscheinlich nicht gestoppt werden	3	umschaltbarer Filter (jeweils nur einer in Betrieb)	1	kein Einfluss	18	3	7	1	21	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	4	–	–	–	3	7	1	21	–	–	–	–	–	–
	F	822	C	Drehfilter	(demontiert)												0				0	1						0							0						
	F	823		Initiator-Ansatz-Filter Druckseite P849	Deckeldichtung defekt (undicht)	3	offensichtlich	Leckage	3	Deckel benetzt Peroxidaustritt	1	keine unmittelbaren Auswirkungen auf Produktion	3	beim Umpumpen von PO-Ansätzen in Verwendung	1	kein Einfluss	9	8	6	2	96	4	häufiges Problem	2	Neubeschaffung (Reparatur nicht mehr möglich)	1	keine	8	kompletter Ersatz des Filters	Graf	dito	2	6	2	24	1	> 3 Monate	< 2 Tage	5 Filtereinsätze	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	824	A-C	Saugfilter Initiatorpumpe 1/2/3	Deckeldichtung defekt (undicht) Verschraubung undicht	–	offensichtlich	Leckage	3	Deckel benetzt Peroxidaustritt	2	PO-Pumpe muss umgefahren werden	3	beim Dosieren von PO-Ansätzen in Verwendung	1	kein Einfluss	18	4	6	2	48	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten, da Filter neu	1	Reparatur	1	keine	2	Deckeldichtung regelmäßig tauschen	Graf	dito	3	6	2	36	3	> 1 Woche	< 1 Tag	3 Deckeldichtungen	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	827	A	Transportwasserfilter	Undichte Flanschverbindung	–	offensichtlich	Austritt von Wasser	1	keinen Einfluss	1	Redundanz vorhanden	1	Nur bei Flexaren Kampagne in Benutzung	1	kein Einfluss	1	4	2	1	8	2	noch nie aufgetreten	1	geringe Kosten (Dichtung)	1	kein Einfluss	2	–	–	–	2	2	1	4	–	–	–	–		
	F	828		Hydraulikfilter für Reaktordruck-Regelventil	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	(LOC) ggf. Druckabfall für Antrieb des Reaktordruckregelventils	3	LOC (Ölaustritt auf der Reizventilbühne)	3	je nach stärke der Undichte Ausfall der Anlage	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	36	2	7	7	98	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	2	Abstellung < 24 h	4	regelmäßige Wartung/Prüfung	Graf	dito	1	7	6	42	1 Filter	> 12 Wochen	<24 h	2 Filterelemente	Check	Prüfung der Prüfintervalle (befähigte Person???)
	F	829	A	Triebwerksölfilter ZDK-H	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	LOC	3	LOC	2	wahrscheinlich kurzzeitige Abstellung notwendig, Umfahren auf Zwickauer möglich	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	24	2	7	3	42	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	2	regelmäßige Wartung/Prüfung	Graf	dito	1	7	2	14	1 Filter	>12 Wochen	<24 h	2 Filterelemente	Check	Prüfung der Prüfintervalle (befähigte Person???)
	F	830	A-B	Abstreifsammler ZDK-H	(Rohrleitungen)												0				0	1						0							0						
	F	831		Abscheider Stufe 1 ZDK-H	(Exemplarisch für alle Abscheider) Kopfdichtung defekt/Flanschundichte	–	offensichtlich	(LOC)	3	LOC im Bereich Halberstädter Keller	3	Sofortige Abstellung, aber Umfahren auf Zwickauer möglich	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	36	2	8	8	128	1	bekanntermaßen noc h nie aufgetreten	2	neue Deckeldichtung, ggf. überdrehen der Dichtflächen	1	keine	2	regelmäßige Druckprüfung und Innenbesichtigung dabei: Dichtflächen überarbeiten	Graf	dito	2	8	6	96	12	> 1 Jahr	< 2 Tage	6 Deckeldichtungen	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	832		Abscheider Stufe 2 ZDK-H	(siehe F831)												0				0	1						0							0						
	F	833	A	Abscheider Stufe 3 ZDK-H	(siehe F831)												0				0	1						0							0						
	F	833	B	Abscheider Stufe 3.1 ZDK-H	(siehe F831)												0				0	1						0							0						
	F	834	A	Abscheider Stufe 4 ZDK-H	(siehe F831)												0				0	1						0							0						

Filter/Abscheider	F	834	B	Abscheider Stufe 4.1 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	835	A	Abscheider Stufe 5 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	835	B	Abscheider Stufe 5.1 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	836	A	Abscheider Stufe 6 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	836	B	Abscheider Stufe 6.1 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	837	A	Abscheider Stufe 7 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	837	B	Abscheider Stufe 7.1 ZDK-H	(siehe F831)													0				0	1					0						0							
	F	838		Leckgasabscheider ZDK-H	(drucklos)													0				0	1					0						0							
	F	839		Sammelbehälter ZDK-H	(drucklos)													0				0	1					0						0							
	F	840		Saugfilter AVAC-Pumpe P863	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	LOC	3	LOC	1	keine Abstellung notwendig	2	gelegentlich in Benutzung	1	kein Einfluss	6	2	5	1	10	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	2	regelmäßige Wartung/Prüfung	Graf	dito	1	5	1	5	1 Filter	>12 Wochen	<24 h	2 Filterelemente	Check	Prüfung der Prüfintervalle (befähigte Person???)
	F	841	A-B	Triebwerksölfilter EDK-B	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	(LOC) ggf. Druckabfall für Triebwerksölkreislauf	2	Ölaustritt in Kompressorenkeller RDK-B	3	ggf. Ausfall der Anlage durch Drucktief Triebwerköl => umschaltbarer Doppelfilter	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	24	2	6	6	72	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Dichtung wechseln (neues Filtergehäuse)	1	keine	2	Kopfdichtung regelmäßig wechseln (z. B. nach Druckprobe)	Graf	dito	1	6	6	36	1 Doppelfilter	> 12 Wochen	2 h (für Dichtungswechsel)	–		
	F	841	C	Triebwerksölkammfilter	(ausgebaut)													0				0	1					0						0							
	F	842	A-B	Zusatzölfilter Hydr. EDK-B	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	(LOC) ggf. Druckabfall für Hydraulikölkreislauf	2	Ölaustritt in Kompressorenkeller RDK-B	3	ggf. Ausfall der Anlage durch Drucktief Hydrauliköl => umschaltbarer Doppelfilter	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	24	2	6	6	72	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Dichtung wechseln (neues Filtergehäuse)	1	keine	2	Kopfdichtung regelmäßig wechseln (z. B. nach Druckprobe)	Graf	dito	1	6	6	36	1 Doppelfilter	> 12 Wochen	2 h (für Dichtungswechsel)	–		
	F	843	A-B	Rüttelsieb Sprühturm 1/2	Sieb reißt	24	offensichtlich/versteckt	Überkorn tritt in Gutkorn ein (zeitversetzt => Produktionskontrolle / Qualitätskontrolle)	1	keine Auswirkungen auf Umwelt und Mitarbeiter, nur Qualitätsproblem	1	keine Abstellung, Siebwechsel während laufender Anlage	3	bei VISCOWAX ständig in Benutzung	2	Produkt muss mit Verlusten verkauft werden, ggf. kann es in der Oxidation eingesetzt werden	6	4	5	2	40	2	ist bereits aufgetreten durch aufgelegte "Rüttelstangen"	1	neues Sieb	2	Qualitätsverluste	4	keine "Rüttelstangen" verwenden	Graf	dito	2	5	2	20	2 Siebe (mehrere Siebelemente)	> 12 Wochen	30 min	4 Siebe	Check	Lagervorrat prüfen!
					Feder bricht	–	offensichtlich	Kameraüberwachung, starke Geräuschentwicklung	2	Verletzung möglich	3	Umsatz muss gedrosselt werden, ggf. kann einige Stunden nur mit einem Sprühturm gefahren werden	3	bei VISCOWAX ständig in Benutzung	2	wenn nur mit einem Sprühturm gefahren wird, ergeben sich u. U. Qualitätsprobleme	36	1	5	4	20	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	neue Feder	2	Qualitätsverluste	2	Federn prüfen, vorsorglich austauschen	Graf	dito	1	5	4	20	8 Federn	> 12 Wochen	< 2 h	4 Federm	Check	Lagervorrat prüfen!
					Unwuchtmotor defekt	60	offensichtlich	Sieb arbeitet nicht	1	Ausfall Sieb	3	Umsatz muss gedrosselt werden, längere Abstellung notwendig, ggf. auf CFI umfahren	3	bei VISCOWAX ständig in Benutzung	2	wenn nur mit einem Sprühturm gefahren wird, ergeben sich u. U. Qualitätsprobleme	18	3	5	5	75	2	bereits aufgetreten	3	ggf. neuer Umwuchtmotor	2	Qualitätsverluste	12	regelmäßige Prüfung der Unwuchtmotoren	Graf	dito	2	5	5	50	4 Unwuchtmotoren	> 12 Wochen	> 2 Tage	2 Unwuchtmotoren	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	844	A-C	Kanalfilter Sprühturm 1	()													0				0	1					0						0							
	F	844	D-F	Kanalfilter Sprühturm 2	()													0				0	1					0						0							
	F	845	A-B	VISCOWAX-Granulatzyklon	()													0				0	1					0						0							
	F	846	A-B	VISCOWAX-Abreibabscheider	()													0				0	1					0						0							
	F	847		Kanalfilter Gebläse Pos. 21.01 und 02	()													0				0	1					0						0							
	F	848		Kanalfilter Gebläse Pos. 39.03 a und b	()													0				0	1					0						0							
	F	850	A	Nebenstromfilter EDK-B 25	Filter vesetzt / defekt Filtergehäuse beschädigt	–	versteckt	örtliche Anzeigen (zeitversetzt ist der Fehler offensichtlich)	1	kaum Auswirkungen	1	keine erheblichen Auswirkungen	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	4	3	4	1	12	2	Versetzungen sind bereits aufgetreten Filtergehäuse beschädigt	1	Austausch Filterelement / Filtergehäuse	1	keine	2	–	–	–	3	4	1	12	1	< 12 Wochen	< 2 h	1 Filterelement 1 Filtergehäuse	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	850	B	Nebenstromfilter EDK-B 10µm	Filter vesetzt / defekt Filtergehäuse beschädigt	–	versteckt	örtliche Anzeigen (zeitversetzt ist der Fehler offensichtlich)	1	kaum Auswirkungen	1	keine erheblichen Auswirkungen	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	4	3	4	1	12	2	Versetzungen sind bereits aufgetreten Filtergehäuse beschädigt	1	Austausch Filterelement / Filtergehäuse	1	keine	2	–	–	–	3	4	1	12	1	< 12 Wochen	< 2 h	1 Filterelement 1 Filtergehäuse	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	851		Magnetfilter Steuerölstation	()													0				0	1					0						0							
	F	852		Abscheider Steuerölstation	(drucklos)													0				0	1					0						0							
	F	853		Rückspülfilter Hydraulikstation	()													0				0	1					0						0							
	F	854	A-B	Hydraulikölfilter EDK-B	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	(LOC) ggf. Druckabfall für Hydraulikölkreislauf	2	Ölaustritt in Kompressorenkeller RDK-B	3	ggf. Ausfall der Anlage durch Drucktief Hydrauliköl => umschaltbarer Doppelfilter	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	24	2	6	6	72	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Dichtung wechseln (neues Filtergehäuse)	1	keine	2	Kopfdichtung regelmäßig wechseln (z. B. nach Druckprobe)	Graf	dito	1	6	6	36	1 Doppelfilter	> 12 Wochen	2 h (für Dichtungswechsel)	–		
	F	854	C	Hydraulikölkammfilter EDK-B	(keine Bedeutung, könnte ausgebaut werden)													0				0	1					0						0							
	F	857		Kartenspaltfilter Nebenstromfilterung EDK-B 63µm	Filter vesetzt / defekt Filtergehäuse beschädigt	–	versteckt	örtliche Anzeigen (zeitversetzt ist der Fehler offensichtlich)	1	kaum Auswirkungen	1	keine erheblichen Auswirkungen	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	4	3	4	1	12	2	Versetzungen sind bereits aufgetreten Filtergehäuse beschädigt	1	Austausch Filterelement / Filtergehäuse	1	keine	2	–	–	–	3	4	1	12	1	< 12 Wochen	< 2 h	1 Filterelement 1 Filtergehäuse	Check	Lagervorrat prüfen!
	F	858		Filter für Sprühturmabluft	Filter gerissen / defekt	60	offensichtlich	Falschluftansaugung/Wachstaubaustritt (Differenzdruckanzeige)	3	Staub-Ex-Gefahr / LOC (Wachsstaub)	3	Abstellung notwendig, aber Umfahren auf Leunasol möglich	3	bei Wachs-Kampagne in ständiger Nutzung	1	kein Einfluss	27	3	7	7	147	2	seltener Fehler	2	Reparatur	1	kaum	4	regelmäßige (jährliche) Wartung	Graf	dito	2	7	5	70						Separate FMECA erforderlich
					Versetzung Filter/Filterschläuche	120	offensichtlich	Anzeige durch Differenzdruckanzeige	1	kaum Auswirkungen	3	Abstellung notwendig, aber Umfahren auf Leunasol möglich	3	bei Wachs-Kampagne in ständiger Nutzung	1	kein Einfluss	9	3	5	4	60	2	seltener Fehler	2	Austausch Filterelemente	1	kaum	4	regelmäßige (jährliche) Wartung	Graf	dito	2	5	3	30						
	F	859		Schalldämpfer für Turmluftventilator	()													0				0	1					0						0							
	F	860		Einsatz-VAC-Filter	Kopfdichtung defekt, Flanschdichtung defekt (Gehäuse gerissen)	–	offensichtlich	LOC	3	LOC	3	Abstellung bei VAC-Fahrweise notwendig	3	bei VAC-Fahrweise notwendig	1	kein Einfluss	27	3	7	8	168	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	2	Abstellung <24 h	8	regelmäßige Wartung/Prüfung	Graf	dito	2	7	7	98	1 Filter	>12 Wochen	<24 h	2 Filterelemente	Check	Prüfung der Prüfintervalle (befähigte Person???)
	F	861		Abscheider 1. Stufe ZDK Maschine 14	()													0				0	1					0						0							
	F	862		Abscheider 2. Stufe ZDK Maschine 14	()													0				0	1					0						0							
	F	863		Abscheider 3. Stufe ZDK Maschine 14	()													0				0	1					0						0							
	F	864		Abscheider 4. Stufe ZDK Maschine 14	()													0				0	1					0						0							
	F	865		Abscheider 5. Stufe ZDK Maschine 14	()													0				0	1					0						0							
	F	866	A	Triebwerksölfilter ZDK Maschine 16	()													0				0	1					0						0							
	F	866	B	Triebwerksölfilter ZDK Maschine 14	()													0				0	1					0						0							
	F	870	A	Ölabscheider (an Vakuumpumpe P872)	Undichte	–	offensichtlich	LOC	3	LOC	4	Abstellung notwendig	4	für CFI/VISCOWAX unentbehrlich	1	keine	48	2	7	8	112	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	2	<24 h	4	–	–	–	2	7	8	112	1	>12 Wochen	<24 h	–		
	F	870	B-C	Schmutzfänger vor Vakuumpumpe P872	Undichte	–	versteckt	Lufteinsaugung (ggf. bricht Vakuum zusammen)	4	Ex-Gefahr in Vakuumpumpe und danach	2	Umstellung auf Nachbarfilter denkbar	4	für CFI/VISCOWAX unentbehrlich	3	ggf. schlechtere Restentgasung	96	2	9	3	54	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	Austausch Schmutzfänger	1	kaum	1	–	–	–	2	9	3	54	2	Lagerware	<24 h	–		
	F	871		Abscheider 1. Stufe ZDK Maschine 16	()													0				0	1					0						0							
	F	872		Abscheider 2. Stufe ZDK Maschine 16	()													0				0	1					0						0							
	F	873		Abscheider 3. Stufe ZDK Maschine 16	()													0				0	1					0						0							
	F	874		Abscheider 4. Stufe ZDK Maschine 16	()													0				0	1					0						0							
	F	875		Abscheider 5. Stufe ZDK Maschine 16	()													0				0	1					0						0							
	F	876	A/B	Stopfbuchsenspülschmierung	Undichte	–	offensichtlich	LOC am RDK-B	3	LOC	3	kurzzeitige Abstellung wahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	36	2	7	7	98	1	sehr seltener Fehler	1	Reparatur	1	kaum	1	–	–	–	2	7	7	98	je 2 Filter	>12 Wochen	< 2h	–		
	F	877	A-B	Zylinderschmierung	Undichte	–	offensichtlich	LOC am RDK-B	3	LOC	3	kurzzeitige Abstellung wahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	36	2	7	7	98	1	sehr seltener Fehler	1	Reparatur	1	kaum	1	–	–	–	2	7	7	98	je 2 Filter	>12 Wochen	< 2h	–		
	F	878		A-Kohlefilter (Hydrazindosierung)	()													0				0	1					0						0							
	F	880	A-C	Steuerluftfilter (nach V 827 A,C,D,E)	()													0				0	1					0						0							
	F	881	A	Steuerluftfilter (vor Trockner T 827)	()													0				0	1					0						0							
	F	883		Wasser-Ölabscheider	()													0				0	1					0						0							
	F	886 887		Saugseitefilter der P874 Saugseitefilter der P875	Undichte	–	offensichtlich	LOC im Keller Zwickauer	3	LOC	2	provisorische Lösung zum Weiterbetreiben der Anlage (z. B. Passstück)	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	2	7	2	28	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur Filter	1	kaum Einfluss	2	–	–	–	2	7	2	28	je 1 Filter	>12 Wochen	< 6 h	–		
	F	889		Entspannungsgasabscheider / Sammelleitung	()													0				0	1					0						0							
	F	895		AVAC-Filter	Undichte Flanschverbindung	–	offensichtlich	ständige Überwachung während Betrieb	2	LOC! Austritt von VAC (Tropfleckage)	1	keine Auswirkungen	1	nur für Schmelzeentladung	1	kein Einfluss	2	4	3	1	12	2	noch nie aufgetreten	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600€	1	kein Einfluss	2	regelmäßige Unterweisung der BSA	Fr. Müller	Umsetzung der BSA (Entleerung des Abscheiders nach jedem Containerwechsel und nach Beendigung von Schmelzeverladungen)	2	3	1	6	–	–	–	–		
	F	930		Saugfilter vor P832 A/B	(entfällt)													0				0	1					0						0							
	F	931		Filter vor Wandbehälter und Stopfbuchsspülbehälter	()													0				0	1					0						0							
Kolonne	K	801		Strippkolonne	Undichte (Gas, Schmelze) an Kolonnenflanschen, Rohrleitungen	–	offensichtlich	Druckabfall	3	LOC	4	Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	2	8	9	144	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	aufwändige Reparatur	3	längere Abstellung	9	regelmäßige Revision	Graf	dito	1	8	7	56	1 Kolonne	> 1 Jahr	< 2 Wochen	–		
					Abgerissenes Blech	–	versteckt	erst bei Öffnen der Kolonne feststellbar	1	kaum Auswirkungen	2	kaum Einfluss	4	ständig in Benutzung	2	ggf. schlechtere Restentgasung	16	2	2	1	4	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	Reparatur im Zuge einer Revision	1	keine Abstellung	1	regelmäßige Revision	Graf	dito	2	2	1	4	mehrere Böden/Bleche	> 12 Wochen	< 1 Woche	Reservebleche (50%) bei Revision verfügbar	Check	Lagervorrat prüfen!
					Füllstandsrohr undicht	–	offensichtlich	Druckabfall	3	LOC	4	Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	2	8	9	144	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Flansch abdichten	2	kurze Abstellung	4	regelmäßige Revision	Graf	dito	1	8	7	56	1 Füllstandsrohr	< 12 Wochen	< 1 Tag	–		
Mischer	M	101		Leunasolmischer	(statische Rohrelemente => keine Fehlerrelevanz)													0				0	1					0						0							
	M	102		Leunasolnachmischer	(statische Rohrelemente => keine Fehlerrelevanz)													0				0	1					0						0							
	P	250	P	Sandfilterpumpe	Pumpe defekt (fällt aus)	–	offensichtlich	kein Betreiben möglich	1	kaum Auswirkungen	2	keinen Einfluss auf Polymerisation; kaum Einfluss auf RKW	2	gelegentlich in Benutzung	1	kein Einfluss	4	3	2	1	6	2	gelegentliche Probleme	2	ggf. neue Pumpe	1	keine	4	–	–	–	3	2	1	6	1 Pumpe	> 12 Wochen	< 1 Tag	Reserveteilbeschaffung prüfen	Check	Reserveteilbeschaffung prüfen
	P	251 252 253	P1-P3	Rückkühlwasserpumpe	Pumpe fällt aus	24	offensichtlich	Störmeldung, keine Förderung (es laufen entweder 1 oder 2 von 3 Pumpen)	1	kaum Auswirkungen	1	kaum Auswirkungen auf Produktion (ggf. kurzzeitiges Einknicken der Kühlleistung)	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	4	4	3	1	12	2	gelegentlicher Ausfall	2	Reparatur	1	keine	4	–	–	–	4	3	1	12	3 Pumpen	> 12 Wochen	> 1 Woche	Reserveteilevorräte prüfen	Check	Reserveteilbeschaffung prüfen
	P	254	P	Dosierpumpe	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Dosierung (manuell) nicht möglich	1	kaum Auswirkungen	1	keine Auswirkungen	2	gelegentlich in Benutzung	1	kein Einfluss	2	2	3	1	6	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	Reparatur / neue Pumpe	1	keine	1	–	–	–	2	3	1	6	1 Pumpe	> 12 Wochen	< 1 Tag	Reserveteilbeschaffung prüfen	Check	Reserveteilbeschaffung prüfen
	P	255		Rückförderung RZP / ZDK	()													0				0	1					0						0							
	P	801	B-D	Reaktionszonerpumpe 2-4 5-stufige Kreiselpumpen Baujahr 2007 1/3 Redundanz Heißwasser bis 200 °C	Flanschundichte (Saug-/Druckseite/Gehäuse)	24	offensichtlich	Pfützen, Dampffahne	2	geringes Gefahrenpotential (kein ständiger Begehbereich)	4	Redundanz vorhanden, Bereiche separat absperrbar	4	ständig	1	kein Einfluss	32	4	6	2	48	2	ca. alle 2 Jahre	1	Dichtung wechseln	1	keine	2	Kammprofilierte Dichtungen / Spiraldichtungen einsetzen	Hr. Graf	Kammprofilierte Dichtungen / Spiraldichtungen einsetzen	2	6	2	24	1 Saug + 1Druck	1 Tag	2 h (für Dichtungswechsel)	>10	Check	1/3 Pumpenreserve vorhanden ein Ersatzteilkitt komplett beschaffen 1 Reservepumpe beschaffen
					Gleitringdichtung defekt/undicht	12	offensichtlich	Leckagen, Laufgeräusche	2	geringes Gefahrenpotential (kein ständiger Begehbereich)	4	Redundanz vorhanden, Bereiche separat absperrbar	4	ständig	1	kein Einfluss	32	5	6	2	60	3	ca. 1 mal im Jahr	2	Gleitringdichtung wechseln	1	keine	6	Alternative Gleitringdichtungen einsetzen (höhere Standzeiten)	Hr. Graf	Alternative Gleitringdichtungen einsetzen	3	6	2	36	1 GRD	>12 Wochen	2 Tage	1	Check	
					Motor defekt (Kupplung/Lagerschaden)	6	offensichtlich	Laufgeräusche, erhöhte Schwingwerte	1	sehr geringes Gefahrenpotential	4	Redunanz vorhanden	4	ständig	1	kein Einfluss	16	6	5	5	150	3	ca. 2 mal im Jahr	3	Motorreparatur/-ersatz	1	keine	9	höherwertige Lager (Keramik) einsetzen	Hr. Graf	höherwertige Lager (Keramik) einsetzen	3	5	5	75	2 Lager	>12 Wochen	2 Tage	2	Check	
					Laufräder mit Kavitationsschäden	–	versteckt	evtl. eingeschränkte Förderleistung	1	kaum Einfluss	1	keine Auswirkungen	4	ständig	1	kein Einfluss	4	1	3	8	24	1	noch nie aufgetreten	3	neuer Laufradsatz erforderlich	1	keine	3	Edelstahl/Duplexstahllaufräder einsetzen	Hr. Graf	Edelstahl/Duplexstahllaufräder einsetzen	1	3	8	24	5 Laufräder	>12 Wochen	3 Tage	5	Check	
					Lager /Wellenschaden Pumpe	24	offensichtlich	Laufgeräusche	2	Folgeschäden mit Undichten möglich	4	Redundanz vorhanden, Bereiche separat absperrbar	4	ständig	1	kein Einfluss	32	4	7	5	140	2	ca. alle 2 Jahre	2	Ersatz der verschlissenen Bauteile	1	keine	4	Lagertemperaturüberwachung / ständige Schwingungsüberwachung	Hr. Graf	Lagertemperaturüberwachung / ständige Schwingungsüberwachung	2	7	4	56	2 Lager	>12 Wochen	3 Tage	Je 1	Check	
	P	802	A/B	Produktkühlerpumpe 1	Pumpe fällt aus / defekt	12	offensichtlich	Störmeldung, keine Förderung (es läuft 1 von 2 Pumpen)	2	Potential für kleinere Schäden	3	Zeit zum Umfahren auf Stand-by-Pumpe reicht evtl. nicht aus	4	ständig	1	kein Einfluss	24	5	6	5	150	3	ca. 1 mal im Jahr	2	Reparatur	1	keine	6	Reserveaggregat bereitzustellen Wartungsplan (präventiver Austausch)	Hr. Graf	dito	3	6	3	54	2 Pumpen	>12 Wochen	1 Tag	Je 1 Reservepumpe	Check	Wartungsplan
					Heißwasserundichte (Gehäuse, Flansch)	24	offensichtlich	Leckagen	3	Potential für Arbeitsunfall (Heißwasser)	4	gezielte Abstellung evtl. notwendig, in wenigen Fällen kann ggf. bis zu geplanter Umstellung weitergefahren werden	4	ständig	1	kein Einfluss	48	4	8	7	224	2	ca. alle 2 Jahre	2	Reparatur	1	keine	4	Einsatz von Spiraldichtungen mit Edelstahlkern für Rohrleitungen	Hr. Graf	dito	3	8	3	72	> 10	< 1 Woche	2 h (für Dichtungswechsel)	Spiraldichtungen	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	803	A-B	ND-Kondensat-Pumpe	Pumpe fällt aus / defekt	6	offensichtlich	Störmeldung, keine Förderung (es laufen 1 von 2 Pumpen oder 2 Pumpen)	2	Potential für kleinere Schäden	3	Nachförderung zum PKB B809 reicht evt. nicht mehr aus => Abstellung	4	ständig	1	kein Einfluss	24	6	6	5	180	3	häufig	2	Reparatur (Austausch der Pumpe)	1	keine	6	(Pumpenkonzept in Arbeit => gesonderte FMECA/Maßnahmen)						0					
					Heißwasserundichte (Gehäuse, Flansch)	6	offensichtlich	Leckagen	3	Potential für Arbeitsunfall (Heißwasser)	3	Nachförderung zum PKB B809 reicht evt. nicht mehr aus => Abstellung	4	ständig	1	kein Einfluss	36	6	8	7	336	3	häufig	2	Reparatur	1	keine	6	(Pumpenkonzept in Arbeit => gesonderte FMECA/Maßnahmen)						0					
	P	804	A-B	HD-Kondensatpumpe	()													0				0	1					0						0							
	P	805	A-B	Ölpumpe für Hydraulikstation	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Störmeldung/Druckabfallmeldung	3	bei unbemerktem Ausfall, Risiko eines LOC durch Druckabfall im Hydraulikkreislauf	2	durch Reserveaggregat ist ein Produktionsausfall unwahrscheinlich	3	Pumpe springt regelmäßig an um Öldruck aufrechtzuerhalten	1	kein Einfluss	18	3	4	3	36	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	1	keine	4	–	–	–	3	4	3	36	2 Pumpen	>12 Wochen	< 1 Tag	1 Reservepumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	806 807 808		Zahnradpumpe 3/4/5	Pumpe fällt aus / defekt	24	offensichtlich	Vor-Ort-Bedienung, keine Förderung, Störmeldung	2	kaum Auswirkungen (ggf. Ölaustritt)	3	ggf. keine Förderung zur P809, P810, P811	4	ständig	1	kein Einfluss	24	5	6	3	90	3	gelegentlich	2	Reparatur	1	keine	6	Ersatz der Pumpen im Rahmen des Projektes neue Persoldstation prüfen	Hr. Klaes	()	5	6	3	90						
	P	809 810 811		Initiatorpumpe 1/2/3	Pumpe fällt aus / defekt	12	offensichtlich	Störmeldung	2	kaum Auswirkungen (ggf. Ölaustritt)	3	Polymerisation in einer Zone nicht möglich (kurzzeitig) => Umfahren auf Reserveaggregat	4	ständig	2	bei Fahrweise mit einer Pumpe kurzzeitige Qualitätseinbußen	48	5	6	5	150	3	jährlich, diverse Fehler	2	Reparatur	2	Qualitätsverluste	12	Wartungsplan für regelmäßige Wartung	Hr. Graf	dito	3	6	4	72	3 Pumpen	> 6 Monate	> 1 Tag	1 kompletter Satz Reserveteile	Check	Lagervorrat prüfen!

Pumpen	P	812		Schmieraggregat (für PO-Dosierpumpen)	Pumpe fällt aus / defekt	48	offensichtlich	Störmeldung	2	kaum Auswirkungen (ggf. Ölaustritt)	4	Betreiben der Peroxidpumpen P809, P810, P811 nicht möglich	4	ständig	1	kein Einfluss	32	3	8	8	192	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur	3	längere Abstellung	12	Wartungsplan/prophylaktischer Wechsel	Hr. Graf	dito	2	8	5	80	1	> 3 Monate	> 1 Woche	1 Reservepumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	813	A/B	Steuerölpumpe 1/2	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Störmeldung	2	kaum Auswirkungen (ggf. Ölaustritt)	2	nicht sofort kritisch, wenn Pumpe umgefahren wird, kann Druck im Steuerölkreislauf zusammenbrechen	4	quasi-kontinuierlich	1	kein Einfluss	16	4	4	2	32	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten (Pumpen in 2013 neu)	2	Reparatur	1	keine	4	Wartungsplan für regelmäßige Wartung	Hr. Graf	dito	2	4	2	16	2 Pumpen	> 3 Monate	> 1 Woche	1 kompletter Satz Reserveteile	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	814		Pumpe für Hydraulikantrieb RDK	Pumpe fällt aus / defekt	48	offensichtlich	Störmeldung/ Druckabfall	1	keine relevanten Auswirkungen, da Pumpe abgeschirmt	4	Abstellung der Produktion bis Fehler behoben	4	Pumpe befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	3	6	8	144	2	seltener Fehler	2	Austausch der defekten Pumpe	1	kurze Abstellung	4	Wartungsplan für regelmäßige Wartung Durchflussmessung, ggf. Schwingungsmessung zur Fehlerfrüherkennung installieren	Graf	dito	2	6	3	36	1 Pumpe	> 3 Monate	2h (Austausch Pumpe)	1 Pumpe	Check	Maßnahmenplan für Überwachung erstellen bzw. vorantreiben (aktuelles Projekt)
	P	815	C/D	Transportwasserpumpe	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	P	816	A-C	Boschpumpe RDK 3 Antriebe, je 2 Pumpenköpfe	Pumpe fällt aus / defekt	24	offensichtlich	Störmeldung	2	ggf. Austritt von Öl in abgeschirmter Pumpentasse	4	Anlage müsste abgestellt werden bis Fehler behoben ist (alle Pumpen im dauerhaften Betrieb, keine Redundanz vorhanden)	4	ständig	1	kein Einfluss	32	4	7	8	224	2	Fehler tritt eher selten auf	2	Austausch der defekten Pumpe	1	schneller Wechsel möglich	4	Wartungsplan erstellen / überprüfen Druck-/Durchflussmessung ggf. Schwingungsmessung zur Fehlerfrüherkennung installieren	Graf	dito	2	7	3	42	6 Pumpen 3 Motoren	> 3 Monate	2h (Austausch Pumpe)	2 Motoren 4 Pumpenköpfe	Check	Maßnahmenplan für Überwachung erstellen bzw. vorantreiben (aktuelles Projekt)
	P	817	A	Ölpumpe (Getriebeöl)	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	P	817	B	Nachspeisepumpe für Druckwassertemperiergerät W817C	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	P	817	C	Interne Kreislaufpumpe Druckwassertemperiergerät W817C	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	P	817	D	Hydraulikölpumpe	(FLEXAREN)																																				
	P	818	A-B	Pumpe für Warmwasser Analytik	()												0				0	1						0							0						
	P	819		Pumpe für Zylinderkühlung RDK	Pumpe fällt aus / defekt	48	offensichtlich	Störmeldung/ Druckabfall	1	keine relevanten Auswirkungen, da Pumpe abgeschirmt	4	Abstellung der Produktion bis Fehler behoben	4	Pumpe befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	3	6	8	144	2	seltener Fehler	2	Austausch der defekten Pumpe	1	kurze Abstellung	4	Wartungsplan für regelmäßige Wartung Durchflussmessung, ggf. Schwingungsmessung zur Fehlerfrüherkennung installieren	Graf	dito	2	6	3	36	1 Pumpe	> 3 Monate	2h (Austausch Pumpe)	1 Pumpe	Check	Maßnahmenplan für Überwachung erstellen bzw. vorantreiben (aktuelles Projekt)
	P	820		Pumpe für Triebwerksschmierung RDK	Pumpe fällt aus / defekt	48	offensichtlich	Störmeldung/ Druckabfall	1	keine relevanten Auswirkungen, da Pumpe abgeschirmt	4	Abstellung der Produktion bis Fehler behoben	4	Pumpe befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	3	6	8	144	2	seltener Fehler	2	Austausch der defekten Pumpe	1	kurze Abstellung	4	Wartungsplan für regelmäßige Wartung Durchflussmessung, ggf. Schwingungsmessung zur Fehlerfrüherkennung installieren	Graf	dito	2	6	3	36	1 Pumpe	> 3 Monate	2h (Austausch Pumpe)	1 Pumpe	Check	Maßnahmenplan für Überwachung erstellen bzw. vorantreiben (aktuelles Projekt)
	P	821		Pumpe für Zylinderschmierung RDK	Pumpe fällt aus / defekt	24	offensichtlich	Anzeigen des Fehlers an den Schaugläsern (keine Förderung) und/oder Störmeldung	3	ggf. Austritt von Weißöl	3	Bei Versagen der Zylinderschmierung muss Anlage abgestellt werden	4	ständiger betrieb	1	kein Einfluss	36	4	7	9	252	2	seltener Fehler	2	Aggregat muss ausgetauscht werden	2	Abstellung erforderlich	8	Konzept Schmierstellenüberwachung prüfen	Graf	dito	3	7	5	105	6 Dosierköpfe	> 6 Monate	> 24 h	6 Dosierköpfe	Check	Maßnahmenplan für Schmierstellenüberwachung erstellen
					Rückschlagventile defekt	2	offensichtlich	meist beim Anfahren (Gasblasen werden zurückgedrückt)	2	(Risiko eines LOC)	3	Anlage kann nicht gestartet werden bzw. muss heruntergefahren werden	4	ständiger betrieb	1	kein Einfluss	24	8	7	9	504	4	zur Zeit sehr häufiger Fehler	1	Rückschlagventil muss gewechselt werden	2	Abstellung erforderlich	8	Beschaffung eines zuverlässigen Rückschlagventils Prüfung, ob ein Doppelrückschlagventil eingesetzt werden kann	Graf	dito	3	7	3	63	6 Rückschlagventile	> 3 Monate	1 h (Austausch Rückschlagventil)	12 Rückschlagventile	Check	Rückschlagalternative bzw. Doppelrückschlagventil spezifizieren/installieren
	P	822		Pumpe für Entleerung Ölbehälter	()												0				0	1						0							0						
	P	823		Pumpe für Stopfbuchsschmierung RDK an Zylinderschmierpumpe angekuppelt	Pumpe fällt aus / defekt	48	offensichtlich/versteckt	nur Störmeldung, wenn Motor der Zylinderschmierpumpe ausfällt	2	Ölaustritt (kleine Mengen)	3	Wenn nicht rechtzeitig bemerkt, muss Anlage heruntergefahren werden	4	ständiger betrieb	1	kein Einfluss	24	3	7	5	105	2	seltener Fehler	2	Austausch Pumpe, Überholung in Werkstatt	2	falls Abstellung erforderlich	8	Möglichkeiten prüfen, Pumpe besser zu überwachen (Druck, Durchfluss, Laufmeldung => eigener Pumpenantrieb notwendig)	Graf	dito	2	7	4	56	1 Pumpe	> 3 Monate	2 h (Austausch vor Ort)	1 Reservepumpe	Check	Konzept Pumpenüberwachung
	P	824		Pumpe für Nebenstromfilterung	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Störmeldung	1	keine Auswirkungen	1	keine Abstellung	3	im Bypass ständig in Betrieb	1	kein Einfluss	3	2	2	1	4	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Austausch Pumpe, Überholung in Werkstatt	1	keine	2	–	–	–	2	2	1	4	1 Pumpe	> 3 Monate	2 h (Austausch vor Ort)	–		
	P	828		Druckluftmembranpumpe für NALCO-Ansätze (W-P-I-Raum)	()												0				0	1						0							0						
	P	829		Druckluftmembranpumpe für Ölversorgung Schmieraggregat	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Tiefstandalarmierung Schmieraggregat	1	keine Auswirkungen	2	wenn auf den Tiefalarm ad hoc reagiert wird, keine Abstellung	4	quasi-kontinuierlich	1	kein Einfluss	8	2	4	3	24	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	Austausch der Pumpe	1	keine	1	–	–	–	2	4	3	24	1 Pumpe	< 1 Woche	1 h (Austausch vor Ort)	1 Reservepumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	830		Pumpe für Abstreiföl ZDK-H	Pumpe fällt aus / defekt		versteckt	Schaden nicht ersichtlich	1	kein Einfluss	2	Produktion kann zunächst weitergefahren werden	2	gelegentlich in Benutzung	1	kein Einfluss	4	2	3	2	12	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	2	Austausch des beschädigten Teils	1	keine Abstellzeit	2	–	–	–	2	3	2	12	1	–	–	–		
	P	831		Kondensatrückförderpumpe	()												0				0	1						0							0						
	P	832	A-B	Ölpumpe CS150	() Ersatz durch Druckluftmembranpumpen												0				0	1						0							0						
	P	833		Triebwerkschmierpumpe ZDK-H	Ausfall Schmierpumpe	–	offensichtlich	Störmeldung	1	kein Einfluss	2	Anlage muss gestoppt werden, im Anschluss werden beide Zwickauer zugeschaltet	4	dauerhaft in Betrieb	1	kein Einfluss	8	3	6	8	144	2	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	2	Reparatur	2	kurze Abstellung	8	Wartungsplan Schwingungsmessung	Graf	dito	2	6	6	72	1 Pumpe	>3 Monate	> 1 Woche	Ersatzteilkit	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	835	A-B	Zylinderschmierung ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	P	836	A-B	Triebwerkschmierung ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	P	840		Fasspumpe für Befüllung B840	()												0				0	1						0							0						
	P	849		Zahnradpumpe 1 Initiatorstation	(siehe P806, P807, P808)												0				0	1						0							0						
	P	850		Zahnradpumpe 2 Initiatorstation	(siehe P806, P807, P808)												0				0	1						0							0						
	P	851		Zahnradpumpe 4	(siehe P806, P807, P808)												0				0	1						0							0						
	P	853	A-B	Pumpen für Kaltwasserkreislauf	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Störmeldung	1	keine Auswirkungen	1	kaum Auswirkungen, Redundanz vorhanden	4	dauerhaft in Betrieb	1	kein Einfluss	4	3	4	1	12	2	seltener Fehler	2	Überholung der Pumpe	1	kein Einfluss	4	Schwingungsmessungen (monatlich)	Graf	dito	2	4	1	8	2 Pumpen	> 3 Monate	4 h (Austausch Pumpe)	Ersatzteilkit	Check	Lagervorrat prüfen!
					Gleitringdichtung defekt/undicht	–	offensichtlich	Austritt von Wasser	2	kaum Auswirkungen (Fördermedium: Wasser versetzt mit Glycol)	1	kaum Auswirkungen, Redundanz vorhanden	4	dauerhaft in Betrieb	1	kein Einfluss	8	3	4	1	12	2	seltener Fehler	2	Wechsel der beschädigten Gleiringdichtung	1	kein Einfluss	4	–	–	–	3	4	1	12	2 GLRD	> 4 Wochen	<12 h (Austausch in Werkstatt)	Reserve-GLRD	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	855	A/B	Kühlkondensatpumpe II	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Störmeldung (Motor), Pumpe hat permanente Schwingungsüberwachung	1	keine Auswirkungen	2	Anlage muss gestoppt werden, wenn Pumpe nicht rechtzeitig umgefahren wird	4	dauerhaft in Betrieb	1	kein Einfluss	8	4	6	4	96	2	bisher nicht aufgetreten (Pumpen seit 2013 neu)	2	Überholen der Pumpe	1	kein Einfluss	4	regelmäßige Wartungsintervalle für Pumpe	Graf	dito	2	6	4	48	1	6 Monate	2 Tage	1 Pumpe (Ersatzteilkit)	Check	Lagervorrat prüfen!
					Gleitringdichtung defekt / undicht	–	offensichtlich	austretendes Kühlwasser sichtbar	1	keine Auswirkungen	2	Pumpe kann sehr wahrscheinlich umgefahren werden (ohne Abstellung der Gesamtanlage)	4	dauerhaft in Betrieb	1	kein Einfluss	8	4	4	2	32	2	bisher nicht aufgetreten (Pumpen seit 2013 neu)	2	Austausch der Gleiringdichtung	1	kein Einfluss	4	regelmäßige Wartungsintervalle für Pumpe	Graf	dito	2	4	2	16	1	4 Wochen	8 h (in Werkstatt)	1 Gleitringdichtung	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	857	A/B	Kühlkondensatpumpe I	Pumpe fällt aus / defekt (keine GLRD)	–	offensichtlich	Störmeldung (Motor)	1	keine Auswirkungen	4	Anlage muss gestoppt werden, wenn Pumpe plötzlich ausfällt	4	dauerhaft in Betrieb	1	kein Einfluss	16	3	7	7	147	2	seltener Fehler	2	Überholen der Pumpe	1	kein Einfluss	4	regelmäßige Wartungsintervalle für Pumpe Schwingungsmessung	Graf	dito	2	7	4	56	1	6 Monate	2 Tage	1 Pumpe (Ersatzteilkit)	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	860		Wachspumpe	Gleitringdichtdichtung defekt	24	offensichtlich	Austritt von (kleinen Mengen) Wachs	3	heißes Wachs tritt aus	2	Produktion muss in den meisten Fällen nicht unterbrochen werden	4	dauerhaft in Betrieb (Wachs/CFI)	1	kein Einfluss	24	4	6	3	72	2	seltener Fehler	1	Austausch der Pumpe (Reparatur in Werkstatt)	1	kaum Auswirkungen	2	prophylaktischer Wechsel der Pumpe nach 12 Monaten	Graf	dito	2	6	3	36	1 GLRD	1 Woche	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
					Pumpe fällt aus / defekt	24	offensichtlich	Störmeldung	1	keine Auswirkungen	3	Chance besteht, die Anlage weiterbetreiben zu können; aber: Abstellung möglich	4	dauerhaft in Betrieb (Wachs/CFI)	1	kein Einfluss	12	4	5	5	100	2	seltener Fehler	2	Austausch der Pumpe (Reparatur in Werkstatt)	2	unkritisch, wenn keine Abstellung, ansonsten ca. 2h Abstellung	8	prophylaktischer Wechsel der Pumpe nach 12 Monaten	Graf	dito	2	5	5	50	1 Pumpe	> 6 Monate	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	861		Ölentladepumpe in Tasse Ostseite Bau 6317	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Bediener vor Ort	1	keine Auswirkungen	1	keine Auswirkungen	1	nur für Entladevorgänge	1	kein Einfluss	1	2	2	1	4	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Austausch der Pumpe (Reparatur in Werkstatt)	1	kein	2	–	–	–	2	2	1	4	1 Pumpe	> 3 Monate	4 h (Austausch Pumpe)	Ersatzteilkit	Check	Ersatzteilkit vorhanden
	P	862	B	Ölpumpe an Tank B807 B im Öllagerraum Bau 6317 Nord	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Tiefstandalarmierung Endverbraucher	2	ggf. Ölaustritt	2	Abstellung nicht zwingend erforderlich (manuelle Nachfüllung Endverbraucher)	3	quasi-kontinuierlich	1	kein Einfluss	12	2	5	3	30	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	1	Austausch der Pumpe	1	kein	1	–	–	–	2	5	3	30	1 Pumpe	1 Woche	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe		Reservepumpe ist vor Ort installiert (Nicht angeschlossen)
	P	863		Rück-Vac-Pumpe	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Bediener vor Ort	2	ggf. Ölaustritt	2	Produktion muss in den meisten Fällen nicht unterbrochen werden Entleerung vom B863 muss gegeben sein	2	gelegentlich in Benutzung	1	kein Einfluss	8	2	5	3	30	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Austausch der Pumpe	1	kein	2	–	–	–	2	5	3	30	1 Pumpe	1 Woche	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	865	A-D	Vac-Dosierpumpe 1-4	Pumpe fällt aus / defekt	24	offensichtlich	Störmeldung	1	keine Auswirkungen	2	Anlage muss nicht heruntergefahren werden, wenn eine Pumpe ausfällt (ggf. Einbußen in der VAC-Dosierung für CFI)	3	für EVA-Wachs, CFI und FLEXAREN unentbehrlich	1	kein Einfluss	6	4	4	3	48	2	seltener Fehler	2	Reparatur Pumpe, ggf. Austausch Pumoe	1	kein	4	da Pumpen sehr alt, neues Pumpensystem	Graf	dito	3	4	3	36	4 Pumpen, davon 3 mit Hubverstellung	>3 Monate	4 h (für Pumpenaustausch bzw. Reparatur)	2 Reservepumpen	Check	Eruierung eines leckagefreien Pumpensystems (Membran-/Kolbenmembranpumpen) mit Frequenzregelung
					Stopfbuchse (stark) undicht	1	offensichtlich	Bediener vor Ort / Leckagen	3	Ölaustritt (LOC)	2	Anlage muss nicht heruntergefahren werden, wenn eine Pumpe ausfällt (ggf. Einbußen in der VAC-Dosierung für CFI)	3	für EVA-Wachs, CFI und FLEXAREN unentbehrlich	1	kein Einfluss	18	9	7	3	189	4	Häufiger Fehler	1	Reparatur Stopfbuchse	1	kein	4	Eruierung eines leckagefreien Pumpensystems (Membran-/Kolbenmembranpumpen)	Graf	dito	2	7	1	14	8 Stopfbuchsen	>3 Monate	1 h (für Stopfbuchsaustausch)	8 Stopfbuchsen	Check	
					Hubverstellung defekt	24	offensichtlich	Störmeldung	1	keine Auswirkungen	2	Anlage muss nicht heruntergefahren werden, wenn eine Pumpe ausfällt (ggf. Einbußen in der VAC-Dosierung für CFI)	3	für EVA-Wachs, CFI und FLEXAREN unentbehrlich	1	kein Einfluss	6	4	4	3	48	2	seltener Fehler	2	Ersatz des Hubverstellmotors	1	kein	4	da Pumpen sehr alt, neues Pumpensystem mit Frequenzregelung	Graf	dito	2	4	3	24	4 Pumpen, davon 3 mit Hubverstellung	>3 Monate	4 h (für Pumpenaustausch bzw. Reparatur)	2 Reservepumpen	Check	
	P	866		Hilfsölpumpe	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Störmeldung	2	ggf. Ölaustritt	3	ggf. Abstellung bei VAC-Fahrweise notwendig	3	gelegentlich in Benutzung (bei VAC-Fahrweise)	1	kein Einfluss	18	4	6	8	192	2	seltener Fehler	2	Austausch der Pumpe (Reparatur in Werkstatt)	1	kaum Auswirkungen	4	Neubeschaffung Schmieraggregat	Graf	dito	2	6	6	72	1 Pumpe	> 16 Wochen	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe	Check	Reservepumpe aufarbeiten lassen
	P	870	A/B	Wachspumpe	Gleitringdichtdichtung defekt	24	offensichtlich	Austritt von (kleinen Mengen) Wachs	3	heißes Wachs tritt aus	1	Umfahren auf redundante Pumpe	4	dauerhaft in Betrieb (Wachs/CFI)	1	kein Einfluss	12	4	6	3	72	2	seltener Fehler	1	Austausch der Pumpe (Reparatur in Werkstatt)	1	kaum Auswirkungen	2	prophylaktischer Wechsel der Pumpe nach 12 Monaten	Graf	dito	2	6	3	36	1 GLRD	1 Woche	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
					Pumpe fällt aus / defekt	24	offensichtlich	Störmeldung	1	keine Auswirkungen	1	Umfahren auf redundante Pumpe	4	dauerhaft in Betrieb (Wachs/CFI)	1	kein Einfluss	4	4	5	5	100	2	seltener Fehler	2	Austausch der Pumpe (Reparatur in Werkstatt)	2	unkritisch, wenn keine Abstellung, ansonsten ca. 2h Abstellung	8	prophylaktischer Wechsel der Pumpe nach 12 Monaten	Graf	dito	2	5	5	50	1 Pumpe	> 6 Monate	2 h (für Pumpenaustausch)	1 Pumpe	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	871		Druckluftmembranpumpe für Ölwechsel P872	()												0				0	1						0							0						
	P	872		Vakuumpumpe	Flanschundichte Saugseite	–	offensichtlich/ versteckt	ggf. schlechtes Vakuum durch Luftansaugung 3, weil Gassensoren vorhanden	3	Lufteinsaugung (Bildung eine ex-fähigen Atmosphäre) 3, weil Gassensoren vorhanden	3	Ausfall ja, wenn offensichtlich ein sehr schlechtes Vakuum vorliegt; bei schleichender Undichte wird vermutlich weitergefahren	4	fast ganzjährlich in Betrieb	2	zu wenig restentgastes Produkt (bei "versteckt")	72	3	9	8	216	2	bekantermaßen noch nie aufgetreten (5 Jahre)	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600 €	1	Abstellung 2 h	2	Bei Produktumstellung Dichtungen sowie Dichtfläche kontrollieren	Graf	regelmäßige Kontrollen werden bereits durchgeführt (alle 4 Monate De- und Remontage)	1	9	6	54	1	1. Tag	1 h für Dichtungswechsel	>10		Ein komplettes Reserveaggregat ist zu beschaffen.
					Flanschundichte Druckseite	–	offensichtlich/ versteckt	Gasaustritt (LOC); ggf. Ansprechen der Gassensoren 3, weil Gassensoren vorhanden	3	Bildung einer exfähigen Atmosphäre	4	Ausfall bis Fehler behoben ist	4	fast ganzjährlich in Betrieb	1	keine Produktion möglich	48	3	9	8	216	2	bekantermaßen noch nie aufgetreten (5 Jahre)	1	lediglich Dichtungswechsel durch eigenes Personal <600 €	1	Abstellung 2 h	2	Bei Produktumstellung Dichtungen sowie Dichtfläche kontrollieren	Graf	regelmäßige Kontrollen werden bereits durchgeführt (alle 4 Monate De- und Remontage)	1	9	6	54	1	1. Tag	1 h für Dichtungswechsel	>10		
					Gehäuseundichte	–	offensichtlich	Ölaustritt (LOC)	2	Ölaustritt (kleine Mengen)	4	Ausfall bis Fehler behoben ist	4	fast ganzjährlich in Betrieb	1	keine Produktion möglich	32	3	6	4	72	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten (5 Jahre)	1	De- und Montage der Pumpe, Austausch von Dichtmittel; eigenes Personal <600 €	2	Abstellung 6 h	4	–	Graf	regelmäßige Kontrollen werden bereits durchgeführt (alle 4 Monate De- und Remontage)	2	6	3	36	1	1. Tag	5 h	–		
					schlechtes Vakuum durch innere Leckagen ("verschlissene Plättchen")	4	offensichtlich	Druckanzeige	1	kaum Relevanz	3	ggf. kann bis zur nächsten geplanten Abstellung weitergefahren werden	4	fast ganzjährlich in Betrieb	2	zu wenig restentgastes Produkt	24	5	3	2	30	3	im Durchschnitt 3x pro Jahr	1	De- und Montage der Pumpe, Austausch Plättchen <600€	1	kein Einfluss (Abstellung planmäßig)	3	Ursachenermittlung, warum Plättchen sehr schnell verschleißen (evtl. Temperatur)	Graf	regelmäßige Kontrollen werden bereits durchgeführt (alle 4 Monate De- und Remontage) Verbesserungen bez. Plättchen (prozess- und/oder werkstoffseitig)	3	3	2	18	1	1. Tag	5 h	>3		
					Pumpenschaden (Welle/Laufrad/Lager/Gleitringdichtung)	–	offensichtlich	Laufgeräusche	3	Heißlaufen der Pumpe => potentielle Zündquelle	4	Ausfall bis Fehler behoben ist	4	fast ganzjährlich in Betrieb	1	keine Produktion möglich	48	3	9	9	243	2	bekantermaßen noch nie aufgetreten (5 Jahre)	2	De- und Montage der Pumpe, Austausch von beschädigter Welle/Laufrad <6000€	3	Abstellung >24 h	12	Rissprüfung der demontieren Teile	Graf	regelmäßige Sichtkontrolle alle 4 Monate (Haarriss)	2	8	7	112	1	2 Wochen	> 24 h	1	Reserveteile	
	P	873		Additiv-Dosierpumpe (Irganox), zugehörig zu W106	Pumpe fällt aus / defekt	12	offensichtlich/ versteckt	Störmeldung Bediener gelegentlich vor Ort (Druckanzeige, Standabnahme im Behälter)	1	keine relevanten Auswirkungen	2	keine Auswirkungen, aber fehlende Dosierung	2	für bestimmte Produkte in Betrieb	2	nicht additiviertes Produkt	8	5	3	1	15	3	häufiges Versagen der Steuerung	2	Austausch Steuerung	1	kein Einfluss	6	prophylaktischer Wechsel Steuerung Wartungsplan	Graf	dito	3	3	1	9	1	>12 Wochen	2 h (Austausch vor Ort)	(1 Steuereinheit)	Check	Lagervorrat prüfen!
	P	874 875		AVAC-Pumpe RVAC-Pumpe	Pumpe fällt aus / defekt	48	offensichtlich	Störmeldung Laufgeräusche	2	ggf. Produktaustritt (im Gebäude)	2	provisorische Lösung zum Weiterbetreiben der Anlage	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	16	3	5	3	45	2	gelegentlich	2	Reparatur in Werkstatt	1	kein Einfluss	4	Reserveaggregat bereitsstellen Wartungsplan (präventiver Austausch)	Graf	dito	2	5	2	20	2	>12 Wochen	2 h (Austausch vor Ort)	1 Reservepumpe	Check	Reservepumpe beschaffen
	P	876		Hydrazin-Umfüllpumpe	()												0				0	1						0							0						
	P	877		Hydrazin-Dosierpumpe	()												0				0	1						0							0						
	P	880		Polymerschmelze - Entladepumpe /Reinwirkstoffpumpe	Pumpe fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Bediener vor Ort	2	ggf. Austritt von heißer Schmelze	2	keine, da "Nebenprozess" (aber dieser nicht betreibbar)	2	gelegentlich in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	4	3	1	12	2	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur in Werkstatt	1	kein Einfluss	4	Ersatzteilkit beschaffen / Wartungsplan	Graf	dito	3	3	1	9	1	>12 Wochen	> 2h (Austausch vor Ort)	Ersatzteilkit	Check	Lagervorrat prüfen!
Rühr-werk	R	802		Initiatorrührwerk	Rührwerk fällt aus / defekt	–	offensichtlich	Bediener vor Ort	1	keine	2	keine unmittelbaren Auswirkungen auf Produktion, aber ggf. können Peroxid-Ansätze nicht homogenisiert werden	2	gelegentlich in Benutzung	2	ggf. schlechtere Homogenität der PO-Ansätze	8	2	4	1	8	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur in Werkstatt	1	kein Einfluss	2	–	–	–	2	4	1	8	1	>12 Wochen	6h (vor Ort)	–		
Trockner	T	827		Steuerlufttrockner	()												0				0	1						0							0						
	T	842		Granulattrockner nach UWG	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	V	250	A-B	Kühlturmventilator	Ventilator defekt / fällt aus	48	offensichtlich	Störmeldung Funktionalität	1	keine	2	Anlagenabstellung unwahrscheinlich, ggf. im Hochsommer bei extremem Kühlbedarf	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	3	4	4	48	2	Fehler bereits aufgetreten	3	aufwändige Reparatur	1	kein Einfluss	6	Wartungsplan	Graf	dito	2	4	3	24	2	> 3 Monate	> 2 Tage (Austausch vor Ort)	1 Reserveaggregat	Check	Lagervorrat prüfen!
	V	801	A/B	ZD-Kompressor Maschine 16/14	(separate FMECA)												0				0	1						0							0						
					Lagerschaden	60	offensichtlich	Prognost zeigt Schaden an	2	Fehler wird durch Prognost angezeigt -> manuelle Abstellung des Kompressors	2	Anlage muss gestoppt werden, im Anschluss werden beide Zwickauer zugeschaltet	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	3	7	5	105	2		3	Abstellzeit sehr gering, da mit Zwickauern weitergefahren werden kann, die Reparatur des Lagers ist aber sehr kostenintensiv	1	kaum Abstellzeit, da Produktion mit Zwickauer Kompressoren weitergefahren werden kann	6	Das Überwachungssystem (Prognost) ist seit 4 Jahren installiert, es sollte versucht werden eine automatische Abschaltung einzurichten, das bedeutet, dass sich die Maschine bei überhöhten Schwingungen oder Laufgeräuschen automatisch abstellt (bisher erfolgt nur eine Warnung/Alarmierung an den Betreiber)	Graf	dito	3	4	2	24	14 Lager (8 KW, 6 Pleuel)	>4 Wochen	> 1 Woche	8 KW-Lager 6 Pleuellager	Check	Lagervorrat prüfen!
					Motorschaden	120	offensichtlich	Motor fällt aus	2	automatische oder manuelle Abstellung des Kompressors	2	Anlage muss gestoppt werden, im Anschluss werden beide Zwickauer zugeschaltet	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	2	8	5	80	1	bekantermaßen noch nie aufgetreten (5 Jahre)	3	dito	1	kaum Abstellzeit, da Produktion mit Zwickauer Kompressoren weitergefahren werden kann	3	regelmäßige Wartung	Graf	dito	2	8	4	64	1	> 1 Jahr	>1 Woche	1 Motor	Check	Lagervorrat prüfen!

Kompressoren/Gebläse	V	801	C	ZD-Kompressor Halberstadt	Kreuzkopfschaden	24	offensichtlich	Prognost zeigt Schaden an	2	Fehler wird durch Prognost angezeigt => manuelle Abstellung des Kompressors	2	Anlage muss gestoppt werden, im Anschluss werden beide Zwickauer zugeschaltet	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	4	7	5	140	2	seltener Fehler	3	dito	1	kaum Abstellzeit, da Produktion mit Zwickauer Kompressoren weitergefahren werden kann	6	Prognost ist seit 4 Jahren installiert, es sollte versucht werden eine automatische Abschaltung einzurichten, das bedeutet, dass sich die Maschine bei überhöhten Schwingungen oder Laufgeräuschen automatisch abstellt (bisher erfolgt nur eine Warnung/Alarmierung an den Betreiber)	Graf	dito	4	4	2	32	6 Kreuzköpfe	>12 Wochen	>2 Tage	12 KK-Gleitschuhe 2 Kreuzkopfkörper 3 Pleuelstangen 6 Kreuzkopfbolzen inkl. Rotgussbuchsen	Check	Lagervorrat prüfen!
					Kolbenschaden	12	offensichtlich	Prognost zeigt Schaden an	2	Fehler wird durch Prognost angezeigt => manuelle Abstellung des Kompressors	2	Anlage muss gestoppt werden, im Anschluss werden beide Zwickauer zugeschaltet	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	5	7	5	175	3	ca. 1 mal im Jahr	3	dito	1	kaum Abstellzeit, da Produktion mit Zwickauer Kompressoren weitergefahren werden kann	9	Prognost ist seit 4 Jahren installiert, es sollte versucht werden eine automatische Abschaltung einzurichten, das bedeutet, dass sich die Maschine bei überhöhten Schwingungen oder Laufgeräuschen automatisch abstellt (bisher erfolgt nur eine Warnung/Alarmierung an den Betreiber)	Graf	dito	5	4	2	40	6 Kolben	>4 Wochen	> 1 Tag	je 1 Reservekolben pro Zylinder	Check	Lagervorrat prüfen!
					Flanschundichte	12	offensichtlich/ versetckt	bei größerer Flanschundichte sprechen Gaswarner an, kleinere Undichte ggf. nicht erkennbar	3	Bildung einer ex-fähigen Atmosphäre	4	Anlage muss gestoppt werden bis der Schaden behoben ist	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	48	5	8	8	320	3	ca. 1 mal im Jahr	2	Dichtungswechsel + Zeit für Umfahren mit Zwickauern	1	kaum Abstellzeit, da Produktion mit Zwickauer Kompressoren weitergefahren werden kann	6	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV)	Graf	dito	3	8	6	144	>100 Flanschenpaare von PN10 bis PN325	<1 Woche	< 1 Tag	>100 Flanschenpaare von PN10 bis PN325	Check	Lagervorrat prüfen!
					Ventilschaden	6	offensichtlich	Prognost zeigt Schaden an	2	Fehler wird durch Prognost angezeigt => manuelle Abstellung des Kompressors	2	Anlage muss gestoppt werden, im Anschluss werden beide Zwickauer zugeschaltet	4	Bauteil befindet sich im ständigen Betrieb	1	kein Einfluss	16	6	5	5	150	3	häufiger Fehler	3	dito	1	kaum Abstellzeit, da Produktion mit Zwickauer Kompressoren weitergefahren werden kann	9	Prognost ist seit 4 Jahren installiert, es sollte versucht werden eine automatische Abschaltung einzurichten, das bedeutet, dass sich die Maschine bei überhöhten Schwingungen oder Laufgeräuschen automatisch abstellt (bisher erfolgt nur eine Warnung/Alarmierung an den Betreiber) Ersatz der alten Ventile	Graf	dito	4	4	2	32	20 Ventile	> 4 Wochen	< 1 Tag	20 Ventile	Check	Lagervorrat prüfen!
	V	802		RD-Kompressor Burckhardt	(separate FMECA)												0				0	1						0							0						
	V	805, 806 A/B		Förderluftgebläse (VISCOWAX) Förderluftgebläse Sprühturm 1/2	Gebläse defekt, fällt aus	24	offensichtlich	Störmeldung, keine Förderung	1	kaum Relevanz, da keine Risiken für Sicherheit und Umwelt bestehen	2	ggf. kurzfristige Unterbrechung der Produktion bis zum Wiederanfahren Reserve	3	Für VISCOWAX-Produktion unentbehrlich	1	kein Einfluss	6	4	3	8	96	2	seltener Fehler	2	Überholung in Werkstatt	1	geringe Abstellzeit, da Reservegebläse vorhanden sind	4	Schwingungsmessungen (monatlich/wöchentlich)	Graf	dito	2	3	4	24	3 Gebläse	> 12 Wochen	< 1 Woche	– (Reserve vorhanden)	Check	Schwingungsmessungen (Möglich/sinnvoll)
	V	807	B	Förderluftgebläse (Berstorff-Extruder)	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	V	808		Kühlluftventilator (Sprühtürme1+2)	Ventilator defekt, fällt aus	100	offensichtlich	Störmeldung, keine Förderung	1	kaum Relevanz, da keine Risiken für Sicherheit und Umwelt bestehen	3	keine Produktion von VISCOWAX möglich	3	Für VISCOWAX-Produktion unentbehrlich	1	kein Einfluss	9	2	7	9	126	1	bekantermaßen noch nie aufgetreten (5 Jahre)	2	Überholung in Werkstatt	2	ggf. auf Leunasol umfahren	4	Schwingungsmessungen (monatlich/wöchentlich) Vorbeugende Wartung (alle 5 Jahre)	Graf	dito	1	7	5	35	1 Gebläse	> 12 Wochen	> 1 Woche	Lager, Welle, Laufrad	Check	Schwingungsmessungen (Möglich/sinnvoll)
	V	809		Spülluftverdichter (VISCOWAX-Analysenbunker)	Gebläse defekt, fällt aus	–	offensichtlich	Störmeldung	3	ggf. Ex-Gefahr in Analysenbunkern	3	keine Produktion von VISCOWAX möglich	3	Für VISCOWAX-Produktion unentbehrlich	1	kein Einfluss	27	3	7	3	63	2	bekantermaßen noch nie aufgetreten	2	Überholung in Werkstatt	2	ggf. auf Leunasol umfahren	8	Schwingungsmessungen (monatlich/wöchentlich) Vorbeugende Wartung (alle 5 Jahre)	Graf	dito	1	7	3	21	1 Gebläse	> 12 Wochen	> 1 Woche	Lager, Welle, Laufrad	Check	Schwingungsmessungen (Möglich/sinnvoll)
	V	810	A/B	Kaltwassersatz 1/2	Verdichter defekt, fällt aus	–	offensichtlich	Störmeldung	2	ggf. Austritt/Verdampfung von Kältemitteln	2	Reserve vorhanden einige Prozesse schwieriger betreibbar (Zusatzkühlung RDK-B, ND-RG-Kühler II bei CFI)	2	für Teilprozesse erforderlich	1	kein Einfluss	8	3	3	3	27	2	bekantermaßen noch nie aufgetreten (Reserve vorhanden)	2	Überholung in Werkstatt	2	ggf. auf VISCOWAX umfahren	8	regelmäßige Wartung	Graf	dito	2	3	3	18	2 Verdichter	> 12 Wochen	> 1 Woche	Ersatzteilkit		jährliche Wartung wird bereits durchgeführt
	V	840		Belüftungsgebläse Motorgrube RDK-Burckhardt	Gebläse defekt, fällt aus	–	offensichtlich	Störmeldung (RDK-B-Ausfall - Verriegelung)	2	ggf. Ex-Gefahr in Motorgrube (Doppelfehler: Ausfall + Gasaustritt)	4	Unterbrechung der Produktion	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	32	3	8	9	216	2	bekantermaßen noch nie aufgetreten	2	Überholung in Werkstatt	3	längere Abstellung möglich	12	Schwingungsmessung prüfen Installation einer festen Schwingungsüberwachung Wartungsplan erstellen	Graf	dito	1	8	3	24	1 Gebläse	> 12 Wochen	> 1 Woche	1 Reservegebläse oder Ersatzteilkit	Check	Schwingungsmessung prüfen Installation einer festen Schwingungsüberwachung Wartungsplan erstellen
	V	842		Lüfter am Gala-Trockner	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
Wärmeübertrager	W	104	A/B	Leunasol-Kühler	Undichte innen: Produkt ins RKW oder RKW ins Produkt Undichte außen: Produktaustritt	–	offensichtlich/ versteckt	LOC	3	LOC	3	Unterbrechung der CFI-Produktion	3	für CFI ständig in Benutzung	3	bei RKW ins Produkt => hoher Qualitätsverlust	81	1	8	7	56	1	bekantermaßen noch nie aufgetreten	2	Überholung in Werkstatt	2	auf VISCOWAX umfahren	4	regelmäßige Prüfung Kühler	Graf	dito	1	8	6	48	2 Kühler (Reihe)	> 12 Wochen	> 1 Woche	–		
	W	105	A/B	Lösungsmittelaufheizer	Undichte innen: LM in Dampf oder Dampf ins LM Undichte außen: LM-Austritt	–	offensichtlich/ versteckt	LOC	3	LOC	3	Unterbrechung der CFI-Produktion	3	für CFI ständig in Benutzung	3	bei Dampf ins LM => hoher Qualitätsverlust	81	1	8	7	56	1	bekantermaßen noch nie aufgetreten	2	Überholung in Werkstatt	2	auf VISCOWAX umfahren	4	regelmäßige Prüfung Aufheizer	Graf	dito	1	8	6	48	2 Aufheizer (Reihe)	> 12 Wochen	> 1 Woche	–		
	W	106		Additiv-Aufschmelzer (Irganox) für Leunasol, mit P873	Aufschmelzer fällt aus / defekt	12	offensichtlich/ versteckt	Störmeldung Bediener gelegentlich vor Ort (Druckanzeige, Standabnahme im Behälter)	1	keine relevanten Auswirkungen	2	keine Auswirkungen, aber fehlende Dosierung	2	für bestimmte Produkte in Betrieb	2	nicht additiviertes Produkt	8	5	3	1	15	3	häufiges Versagen der Steuerung	2	Austausch Steuerung	1	kein Einfluss	6	prophylaktischer Wechsel Steuerung Wartungsplan	Graf	dito	3	3	1	9	1	>12 Wochen	2 h (Austausch vor Ort)	(1 Steuereinheit)	Check	Lagervorrat prüfen!
	W	250	A/B	Kühlturm	Riss / Packung durchbrochen (keine Feinverteilung Kühlwasser) Packung teilversetzt	–	offensichtlich/ versteckt	offensichtlich: Riss nach außen versteckt: Packung defekt	1	keine relevanten Auswirkungen	2	Anlagenabstellung unwahrscheinlich, ggf. im Hochsommer bei extremem Kühlbedarf (es wird unterstellt, dass nur ein Kühlturm betroffen ist)	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	2	3	2	12	1	bekantermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur möglich (GfK, Packungen)	1	kein Einfluss	2	prophylaktischer Wechsel der Packungen alle 5 Jahre jährliche Inspektion der Kühltürme durch Hersteller	Kalepky	dito	1	3	1	3	2 Kühltürme	>12 Wochen	>2 Tage	–		
	W	806	A-D	Rückgaskühler 2-5	Undichte (gasseitig - PN325)	24	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV) (Gaswarner)	Graf	dito	3	8	10	240	>100 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>100		Separate FMECA unbedingt erforderlich
					Undichte (Kühlwasserseitig)	12	offensichtlich	Wasseraustritt	1	kaum Relevanz	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	5	5	4	100	3	gelegentlich leichte Undichten	2	schwieriges Arbeiten	2	Abstellzeit > 2h	12	prophylaktischer Dichtungswechsel (Einsatz von Spiraldichtungen)	Graf	dito	2	5	4	40	>100 Flanschverbindungen	Lagerware	>2h	>100	Check	Prüfung des Einsatzes von Spiraldichtungen und alternativer Stopfbuchsmaterialen (derzeit: Graphit-Asbest)
	W	807	A-D	ZD-Kühler RDK	Undichte (gasseitig - PN1600)	48	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV)	Graf	dito	3	8	10	240	>50 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>50		Separate FMEA unbedingt erforderlich
					Undichte (Kühlwasserseitig)	3	offensichtlich	Wasseraustritt	1	Kühlwasseraustritt, kaum Relevanz	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	7	5	4	140	3	Kühlmantel extrem verschlissen	2	Nachschweißen (bisherige Technologie)	2	Abstellzeit > 2h	12	Ersatz des Kühlers (Kühlmantel)	Graf	dito	2	5	4	40	>50 Flanschverbindungen	Lagerware	>2h	>50	Check	Prüfung des Einsatzes von Spiraldichtungen und alternativer Stopfbuchsmaterialen (derzeit: Graphit-Asbest)
	W	808	A	Aufheizer 1.Zone (10 Längen, PN2500)	Undichte (gasseitig - PN2500)	24	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV)	Graf	dito	3	8	10	240	>20 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>20		Separate FMECA unbedingt erforderlich
					Undichte (Dampfseitig)	48	offensichtlich	Dampffahne; Tropfleckagen	2	Potential für Verletzungen (kein Begehbereich)	3	Anlagenabstellung wahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	3	6	7	126	2	mittlerweile selten	2	Nachverpacken/Neue Dichtung	2	Abstellzeit > 2h	8	alternatives Dichtungsmaterial	Graf	dito	2	6	7	84	>20 Flanschverbindungen	Lagerware	>2h	>20	Check	Alternativen Dichtungswerkstoff eruieren
	W	808	B	Seitenstromkühler 2. Zone (6 Längen, PN2500)	Undichte (gasseitig - PN2500)	24	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV)	Graf	dito	3	8	10	240	>20 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>20		Separate FMECA unbedingt erforderlich
					Undichte (Dampfseitig)	48	offensichtlich	Dampffahne; Tropfleckagen	2	Potential für Verletzungen (kein Begehbereich)	3	Anlagenabstellung wahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	3	6	7	126	2	mittlerweile selten	2	Nachverpacken/Neue Dichtung	2	Abstellzeit > 2h	8	alternatives Dichtungsmaterial	Graf	dito	2	6	7	84	>20 Flanschverbindungen	Lagerware	>2h	>20	Check	Alternativen Dichtungswerkstoff eruieren
					Undichte (Kühlwasserseitig)	48	offensichtlich/ versteckt	größere Undichten: offensichtlich	1	kaum Relevanz	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	3	5	5	75	2	mittlerweile selten	2	Nachverpacken/Neue Dichtung	2	Abstellzeit > 2h	8	alternatives Dichtungsmaterial	Graf	dito	2	5	5	50	>20 Flanschverbindungen	Lagerware	>2h	>20	Check	Alternativen Dichtungswerkstoff eruieren
	W	809	A	Produktkühler 1	Undichte (gasseitig - PN2500)	24	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV)	Graf	dito	3	8	10	240	>20 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>20		Separate FMECA unbedingt erforderlich
					Undichte (Heißwasserseitig)	48	offensichtlich	Dampffahne; Tropfleckagen	2	Potential für Verletzungen (kein Begehbereich)	3	Anlagenabstellung wahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	3	6	7	126	2	seltener Fehler	3	Schrumpfverbindung in Werkstatt reparieren; ggf. Nachschweißen	3	Abstellzeit > 2 Tage	18	Schrumpfübermaß größer wählen	Graf	dito	2	6	7	84	>20 Flansch-/Schrumpfverbindungen	>1 Woche	>2 Tage	2 Schrumpfbüchsen (roh)	Check	Spezifikation für erhöhtes Schrumpfübermaß
	W	809	B	Produktkühler 2	Undichte (gasseitig - PN1000)	24	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV)	Graf	dito	3	8	10	240	>20 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>20		Separate FMECA unbedingt erforderlich
					Undichte (Heißwasserseitig)	48	offensichtlich	Dampffahne; Tropfleckagen	2	Potential für Verletzungen (kein Begehbereich)	3	Anlagenabstellung wahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	3	6	7	126	2	seltener Fehler	3	Schrumpfverbindung in Werkstatt reparieren; ggf. Nachschweißen	3	Abstellzeit > 2 Tage	18	Schrumpfübermaß größer wählen	Graf	dito	2	6	7	84	>20 Flansch-/Schrumpfverbindungen	>1 Woche	>2 Tage	2 Schrumpfbüchsen (roh)	Check	Spezifikation für erhöhtes Schrumpfübermaß
	W	810		Rückgaskühler 1 (Dampferzeuger)	Undichte (gasseitig - PN325)	24	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	4	8	10	320	2	seltener Fehler	2	Linsenfläche überarbeiten	2	Abstellzeit > 2h	8	Flanschprotokolle, regelmäßige Prüfung (TÜV) (Gaswarner)	Graf	dito	3	8	10	240	>25 Flanschverbindungen	>6 Monate für Dichtlinsen	>2h	>25		Separate FMECA unbedingt erforderlich
					Undichte (Heißwasserseitig)	12	offensichtlich	Heißwasser-/Dampfaustritt	2	Potential für Verletzungen (kein Begehbereich)	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	16	5	7	4	140	3	gelegentlich leichte Undichten	2	schwieriges Arbeiten	2	Abstellzeit > 2h	12	prophylaktischer Dichtungswechsel (Einsatz von Spiraldichtungen)	Graf	dito	2	7	4	56	>25 Flanschverbindungen	Lagerware	>2h	>25	Check	Prüfung des Einsatzes von Spiraldichtungen und alternativer Stopfbuchsmaterialen (derzeit: Graphit-Asbest)
	W	811	A	1. ND-Restgaskühler (Rohrmantelkühler PN10)	Undichte (gasseitig - PN10)	60	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr) Druckverlust	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	2	7	7	98	1	sehr selten, vor Abstellung Versuch die Verbindung nachzuziehen	1	neue Dichtung	1	Abstellzeit < 2h	1	Dichtheitsproben vor Inbetriebnahme (nach GR)	Graf	dito	2	7	5	70	Standardmaterial	Lagerware	<2h	–		
					Undichte (Kühlwasserseitig)	60	Offensichtlich/versteckt	Kühlwasseraustritt, kein Begehbereich	1	kaum Relevanz	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	2	4	4	32	1	sehr selten, vor Abstellung Versuch die Verbindung nachzuziehen	1	neue Dichtung	1	Abstellzeit < 2h	1	Dichtheitsproben vor Inbetriebnahme (nach GR)	Graf	dito	2	4	3	24	Standardmaterial	Lagerware	<2h	–		
	W	811	B	2. ND-Restgaskühler (Rohrbündelkühler PN10)	Undichte (gasseitig - PN10)	60	offensichtlich	gasseitig LOC (Ex-Gefahr)	3	LOC	4	gasseitig: Anlagenabstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	2	7	7	98	1	sehr selten, vor Abstellung Versuch die Verbindung nachzuziehen	1	neue Dichtung	1	Abstellzeit < 2h	1	Dichtheitsproben vor Inbetriebnahme (nach GR)	Graf	dito	2	7	5	70	Standardmaterial	Lagerware	<2h	–		
					Undichte (Kühlwasserseitig)	60	offensichtlich	Kühlwasseraustritt	1	kaum Relevanz	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	8	2	4	4	32	1	sehr selten, vor Abstellung Versuch die Verbindung nachzuziehen	1	neue Dichtung	1	Abstellzeit < 2h	1	Dichtheitsproben vor Inbetriebnahme (nach GR)	Graf	dito	2	4	3	24	Standardmaterial	Lagerware	<2h	–		
	W	812		PKK-Kühler (Sekundärkühler)	Undichten (innen/außen)	48	offensichtlich/ versteckt	Kühlwasser-/Heißwasseraustritt innen / nach außen	2	ggf. Verletzungsrisiko bez. Heißwasser-/Dampfaustritt	2	nur bei starken Undichten ist eine Abstellung notwendig	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	16	4	4	3	48	2	gelegentlich innere Undichten (leicht)	3	Kühler ersetzen (Reserve vorhanden) und aufarbeiten	1	kaum Auswirkungen	6	Reservekühler bereitstellen Jährliche Dichtheitsprobe	Graf	dito	3	4	2	24	1 Kühler	>12 Wochen	<1 Tag (Austauch des Kühlers vor Ort)	1 Reservekühler		Reservekühler vorhanden
	W	813		Kondensatkühler Keller SW	Undichten (innen/außen)	–	offensichtlich/ versteckt	Kühlwasser-/Heißwasseraustritt innen / nach außen	2	ggf. Verletzungsrisiko bez. Heißwasser-/Dampfaustritt	1	nur für Kondensatabgabe relevant	3	sehr häufig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	6	2	2	1	4	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	–	–	–	2	2	1	4	1 Kühler	>12 Wochen	<1 Tag (Austauch des Kühlers vor Ort)	–		
	W	814	A/B-C/D	Hydraulikölkühler RDK	Undichte (ölseitig - PN40)	–	offensichtlich	LOC oder Öl im Kühlwasser	3	LOC	2	wahrscheinlich verzögerte Abstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	2	6	7	84	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	1	6	5	30	4 Kühler	>12 Wochen	<1 Tag (Austauch des Kühlers vor Ort)	–		
					Undichte (Kühlwasserseitig)	–	offensichtlich/ versteckt	Kühlwasseraustritt Kühlwasser im Öl (Überfüllung der Ölbehälter => LOC)	3	LOC	3	wahrscheinlich zeitnahe Abstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	36	2	6	7	84	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	1	6	5	30						
	W	815	C	Kaltwassersatz komplett	(Umbau in 2014, danach FMECA)	–											0				0	1						0							0	1 Kaltwassersatz	12 Wochen				
	W	815	D	Transportwasserkühler	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	816		Ölkühler	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	817	A	Aufheizer des Druckwassertemperiergerätes W817 C	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	817	C	Druckwasser-Temperiergerät allgemein	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	818		Frischethylenaufheizer	Ethylen nach außen Ethylen ins Dampfnetz	–	offensichtlich/versteckt	Gasfahne (LOC) kein Dampfdruck	3	LOC	4	Produktion wird abgestellt	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	2	8	9	144	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	Reparatur (Schweißen nach Anweisung)	3	Längere Abstellung	9	regelmäßige Prüfungen (innere Prüfung alle 5 Jahre, Festigkeitsprüfung alle 10 Jahre) Trennung der Räume Heizmantel/Innenrohr	Graf	dito	1	8	7	56	1 Aufheizer	>12 Wochen	>24 h	–		
	W	819	A	Batteriegasaufheizer (Rohre mit aufgeschobenem Doppelmantel)	Gasundichte (Dampfundichte wird nicht berücksichtigt, da getrennte Räume)	6	offensichtlich	Gasaustritt (LOC)	3	LOC	4	Produktion wird abgestellt	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	6	8	9	432	3	häufiger Fehler durch Korrosion	2	Austausch der Länge, Überarbeitung der Dichtflächen	2	Abstellung >2 h	12	Ersatz der kompletten Leitungen durch Edelstahlausführung regelmäßige Prüfung (befähigte Person)	Graf	dito	2	8	6	96	>25 Rohrabschnitte	>6 Monate	>2h	2 Reservelängen mit Heizmantel	Check	Ersatz der Batteriegasleitungen Fertigung von Reservelängen
	W	819	B	Ethylenaufheizer (Rohrbündelwärmetauscher)	Undichten (innen/außen)	–	offensichtlich/versteckt	Gasfahne (LOC) kein Dampfdruck	3	LOC	4	Produktion wird abgestellt	4	ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	2	7	7	98	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	2	Reparatur (Schweißen nach Anweisung)	2	Längere Abstellung ggf. lässt sich ein provisorischer Umgang schaffen	4	regelmäßige Prüfung	Graf	dito	2	7	6	84	1 Wärmetauscher	>3 Monate	>2 Tage	–		
	W	820 825		Triebwerksölkühler RDK Kühlmittelölkühler RDK	Undichte (ölseitig - PN40)	–	offensichtlich	LOC oder Öl im Kühlwasser	3	LOC	2	wahrscheinlich verzögerte Abstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	24	2	6	7	84	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	1	6	5	30	1 Kühler	>12 Wochen	<1 Tag (Austauch des Kühlers vor Ort)	–		
					Undichte (Kühlwasserseitig)	–	Offensichtlich/versteckt	Kühlwasseraustritt Kühlwasser im Öl (Überfüllung der Ölbehälter => LOC)	3	LOC	3	wahrscheinlich zeitnahe Abstellung	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	36	2	6	7	84	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	1	6	5	30						
	W	821	A	Heißwasserkühler f. Reaktorzone 1	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	821	B	Heißwasserkühler f. Reaktorzone 2	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	822		Kühler Motorgrube RDK	Kühlwasserundichte	–	versteckt	Wasseraustritt in Motorgrube (wahrscheinlich spät bemerkt)		separate FMECA für Motorgrube evt. im Zusammenhang mit Motor RDK-B							0				0	1						0							0						
	W	823		Paraffinspülschmierungskühler	Ölundichte	–	offensichtlich	LOC (Ölaustritt Nordseite RDK-B)	3	LOC	4	Produktion wird abgestellt	4	ständig in Benutzung	1	keine Auswirkungen	48	2	7	6	84	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	2	7	4	56	1 Kühler	>12 Wochen	< 2 h	–		
	W	826		Ölkühler ZDK Maschine 14	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	828	C	Luftvorwärmer vor GALA-Trockner	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	829		Förderluftkühler (Berstorff)	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	830		Triebwerksölkühler ZDK-H	Undichte (ölseitig - PN40)	–	offensichtlich	LOC oder Öl im Kühlwasser	3	LOC	2	Abstellung nicht zwingend erforderlich (Umfahren auf Zwickauer)	3	bei Halberstädter Fahrweise in Betrieb	1	keine Auswirkungen	18	2	5	5	50	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	1	5	4	20	1 Kühler	>12 Wochen	< 2 Tage (Austauch des Kühlers vor Ort)	–		
					Undichte (Kühlwasserseitig)	–	Offensichtlich/versteckt	Kühlwasseraustritt Kühlwasser im Öl (Überfüllung der Ölbehälter => LOC)	3	LOC	2	Abstellung nicht zwingend erforderlich (Umfahren auf Zwickauer)	3	bei Halberstädter Fahrweise in Betrieb	1	keine Auswirkungen	18	2	5	5	50	1	bekanntermaßen noch nicht aufgetreten	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	3	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	1	5	4	20						
	W	831	A-B	Kühler Stufe 1 ZDK-H	Exemplarisch für alle Undichte (gasseitig) Gasdruck > Kühlwasserdruck	–	offensichtlich	LOC (Gas nach außen) LOC (Gas ins Kühlwasser)	3	LOC	2	Abstellung nicht zwingend erforderlich (Umfahren auf Zwickauer)	3	bei Halberstädter Fahrweise in Betrieb	1	keine Auswirkungen	18	4	6	5	120	2	seltener Fehler	3	Aufarbeitung Kühler	1	keine Auswirkungen	6	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	3	6	4	72	2 Kühler (Reihe)	>12 Wochen	< 2 Tage (Austauch des Kühlers vor Ort)	Kühler auf Reserve	Check	Reservekühlervorrat prüfen; Aufarbeitungstand der Reservekühler prüfen
	W	832	A-B	Kühler Stufe 2 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	833	A-B	Kühler Stufe 3 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	833	C-D	Kühler Stufe 3.1 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	834	A-B	Kühler Stufe 4 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	834	C-D	Kühler Stufe 4.1 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	835	A-B	Kühler Stufe 5 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	835	C-D	Kühler Stufe 5.1 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	836	A-B	Kühler Stufe 6 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	836	C-D	Kühler Stufe 6.1 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	837	A-B	Kühler Stufe 7 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	837	C-D	Kühler Stufe 7.1 ZDK-H	(siehe W831)												0				0	1						0							0						
	W	842		Luftaufheizer GALA-Trockner	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	W	853	A-B	Kaltkondensatkühler	Undichte	–	Offensichtlich/versteckt	Kaltkondensat in Kühlwasser Kühlwasser in Kaltkondensat Austritt von Kaltkondensat	1	kaum relevante Auswirkungen	2	eine Abstellung ist unwahrscheinlich, hängt jedoch von der Stärke der Undichte ab	4	ständig in Benutzung	1	keine	8	2	3	2	12	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	Reparatur Kühler	1	keine	3	–	–	–	2	3	2	12	2 Kühler	>12 Wochen	>1 Tag (Austausch des Kühlers vor Ort)	–		

	W	854	A-B	Kühler für Kaltwassersatz	Undichte	–	offensichtlich	Kühlwasser tritt nach außen	1	kaum relevante Auswirkungen	1	ggf. Ausfall eines Kaltwassersatzes aufgrund von Mangelkühlung (Reserve-KWS vorhanden)	4	ständig in Benutzung	1	keine	4	2	2	1	4	1	bekanntermaßen noch nie aufgetreten	3	Reparatur Kühler	1	keine	3	–	–	–	2	2	1	4	2 Kühler	>12 Wochen	>1 Tag (Austausch des Kühlers vor Ort)	–		
	W	855	A-E	Kondensatkühler für KK2	Undichte	–	Offensichtlich/versteckt	Rückkühlwasser in KK2 KK2 nach außen	1	kaum relevante Auswirkungen	2	Kühler separat absperrbar (Umgang vorhanden) Abstellung unwahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine	8	3	4	2	24	2	seltener Fehler	3	Reparatur Kühler	1	keine	6	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	2	4	2	16	5 Kühler	>12 Wochen	>2 Tage (Austausch des Kühlers vor Ort)	–		
	W	857	A-D	Kondensatkühler für KK1	Undichte	–	Offensichtlich/versteckt	Rückkühlwasser in KK1 KK1 nach außen	1	kaum relevante Auswirkungen	2	Kühler separat absperrbar (Umgang vorhanden) Abstellung unwahrscheinlich	4	ständig in Benutzung	1	keine	8	3	4	2	24	2	seltener Fehler	3	Reparatur Kühler	1	keine	6	regelmäßige Wartung (Reinigung) und Prüfung (Dichtheit)	Graf	dito	2	4	2	16	4 Kühler	>12 Wochen	>2 Tage (Austausch des Kühlers vor Ort)	–		
	W	862		Kühler 2, Stufe ZDK Maschine 14	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	863		Kühler 3, Stufe ZDK Maschine 14	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	864		Kühler 4, Stufe ZDK Maschine 14	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	865		Kühler 5, Stufe ZDK Maschine 14	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	870		Ölkühler (an Vakuumpumpe P872)	Undichte (Betriebsmediumseitig)	–	offensichtlich	LOC (Ölaustritt nach außen)	3	LOC	4	Produktion muss gestoppt werden	4	für CFI + VISCOWAX ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	3	7	8	168	2	bekanntermaßen nicht aufgetreten	2	Reparatur Kühler	2	Nztreparatur < 24h	8	regelmäßige Prüfung und Wartung (Reinigung)	Graf	dito	2	7	7	98						
					Undichte (Kühlwasserseitig)	–	offensichtlich/versteckt	Kühlwasseraustritt Kühlwasser im Öl (Überfüllung der Vakuumpumpe/des Ölbehälters) => Hochstandalarm PLS	2	Potential für Schäden an der Vakuumpumpe LOC sehr unwahrscheinlich	3	Produktion zeitverzögert unterbrochen	4	für CFI + VISCOWAX ständig in Benutzung	2	ggf. schlechtere Restentgasung	48	2	4	5	40	1	bekanntermaßen nicht aufgetreten	2	Reparatur Kühler	2	Nztreparatur < 24h	4	regelmäßige Prüfung und Wartung (Reinigung)	Graf	dito	1	4	4	16	1 Kühler	>3 Monate	< 24 h	–	Check	Prüfung/Wartung - Intervalle checken
	W	871		Brüdenkühler	()												0				0	1						0							0						
	W	872		Kühler 2, Stufe ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	873		Kühler 3, Stufe ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	874		Kühler 4, Stufe ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	875		Kühler 5, Stufe ZDK Maschine 16	(ZWICKAUER)												0				0	1						0							0						
	W	880		Strippethylenaufheizer	Undichte (Gasseitig - PN10)	–	offensichtlich	LOC (Druckverluste; Gaswarner)	3	LOC	4	Produktion muss gestoppt werden	4	für CFI + VISCOWAX ständig in Benutzung	1	kein Einfluss	48	2	8	10	160	1	bekanntermaßen nicht aufgetreten	3	Reparatur Kühler	2	Nztreparatur < 24h	6	regelmäßige Prüfung	Graf	dito	1	8	9	72	1 Kühler	>3 Monate	< 24 h	–		
					Undichte (Dampf in Richtung Kolonne)	–	offensichtlich	Prozess Strippung und Restgas werden instabil	3	Sicherheit der Anlage fragwürdig (Dampf im Gassystem)	Separate FMECA erforderlich																														
Fördereinrichtungen/VE	X	801		Zellradschleuse nach Gala-Trockner	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	X	802	A-B	Versprühleinrichtung Sprühturm 1	Ausfall/Defekt durch GLRD, Lager, Versetzung (Sprühkörbe unberücksichtigt)	6	offensichtlich	Schwingungsüberwachung bedeutet vor Ort Versprühqualität (GLRD defekt)	2	kleine Schäden an Anlage (VE) zu erwarten	3	Kurzzeitige Unterbrechung für VE-Wechsel (dann nur 1 Turm in Betrieb)	4	Für VISCOWAX-Produktion unentbehrlich	3	ggf. schlechte Versprühqualität	72	6	5	3	90	3	generelles betriebliches Wechseln der VE erforderlich	3	neue/überarbeitete GLRD > 6 T€	1	kaum Relevanz	9	Verbesserung der Dampfquenche (erhöhte Lebensdauer der GLRD)	Graf	dito	4	5	3	60	2 VE	>3 Monate	>2 Tage für Anpassung der neuen GLRD (Aufarbeitung VE)	mind. 4 Reserve-VE	Check	Prüfung der Möglichkeiten, wie die Quenchdampfversorgung zu optimieren ist
	X	803	A/B	Zellenradschleuse Sprühturm 1	Ausfall/Defekt => keine Förderung	24	offensichtlich	Störmeldung	1	kaum Auswirkungen	3	nur ein Sprühturm betreibbar	4	Für VISCOWAX-Produktion unentbehrlich	2	ggf. schlechte Versprühqualität, wenn über einen Turm gefahren wird	24	4	4	3	48	2	seltener Fehler	2	Überholung ZRS	1	kaum Relevanz	4	prophylaktische Reparatur alle 2 Jahre	Graf	dito	2	4	3	24	2 ZRS	>3 Monate	< 24 h für Wechsel vor Ort	1 Reserve ZRS	Check	Beschaffung einer Reserve ZRS
	X	804		Zellenradschleuse für Abluftfilter	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	X	842		Granulatweiche nach Gala-Trockner	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
Verladearm	Y	105		Verladearm Neat Polymer Loading Pipe	Undichte Flanschverbindung		offensichtlich	heiße Schmelze tritt aus, Mitarbeiter bei Verladung immer vor Ort	2	keine besondere Gefährdung, Mitarbeiter und Umwelt kaum betroffen	1	keine großen Auswirkungen, Produktion nicht betroffen, da Schaden beseinigt werden kann wenn keine Verladung stattfindet	1	bei jeder Verladung in Betrieb	1	kein Einfluss	2	1	2	1	2	1	noch nie aufgetreten	2	Demontage von Verladearm Zeit- und Kosteneufwendig	1	–	2	regelmäßige Wartung der Bauteile, Festlegung von Revisionszyklen geplant	Müller	–	1	2	1	2	–	–	24h	–		
					Versagen der Gelenke am Verladearm (Gelenke werden fest oder schwergängig)		offensichtlich	Verladearm kann nur schwer bzw. gar nicht mehr bewegt werden	1	keine Auswirkungen auf Umwelt und Mitarbeiter	2	Schmelze kann nicht verladen werden, aber Umstellung auf Tankprodukte ist möglich	1	nur bei Verladung	1	kein Einfluss	2	1	5	1	5	1	noch nie aufgetreten	2	Demontage von Verladearm Zeit- und Kosteneufwendig	1	–	2	regelmäßige Wartung der Bauteile, Festlegung von Revisionszyklen geplant	Müller	–	1	2	1	2	–	–	24h	–		
Diverse	Z	800		Austragsextruder (Benstoff)	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	Z	801		Unterwassergranulator	(FLEXAREN)												0				0	1						0							0						
	YP	1040		Reaktordruckregelventil	Undichter Antrieb (Öiseite)	48	offensichtlich	Druckabfall Ölsystem, Öleckage	3	Ölundichte (LOC) Brandgefahr	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	3	8	8	192	2	seltener Fehler	2	Reparatur Antrieb	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	8	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate (s. 1 Zeile weiter unten) Prüfrhythmus für Antrieb???	Graf	dito	2	8	7	112	1 Ventil	> 6 Monate	<24 h	1 Ventil (einbaufertig)	2 Reserveventile vorhanden???	Antriebsprüfung => ausreichende Intervalle?
					Innerer Defekt Sitz/Spindel (Kegel)	6	Offensichtlich	Ventil arbeitet nicht mehr richtig	2	kein Gasaustritt nach außen (nur innere "Undichte" - keine Relevanz für LOC, aber Abstellung)	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	32	6	4	5	120	3	Fehler tritt durchschnittlich alle 6 Monate auf	2	3000 € Austausch von Sitz und Spindel	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	12	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate bei Reparatur Austausch aller hochbeanspruchten Innenteile (Sitz kann ggf. nachgeschliffen werden, Spindel wird ausgetauscht, Packung wird ausgetauscht)	Graf	dito	3	4	4	48	1 Ventil	> 6 Monate	> 1 Tag (bei vorh. Reserveteilen)	1 Ventil (einbaufertig)	2 Reserveventile vorhanden???	Klärung mit TRIBO, ob konstruktive Verbesserungen an der Spindel (Übergang Hartmetall auf Cr-Stahl) möglich sind
					Undichte Flanschverbindung	18	Offensichtlich/versteckt	kleinere Undichte ggf. nicht erkennbar	3	Gasaustritt (LOC)	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	4	7	8	224	2	Fehler tritt durchschnittlich alle 18 Monate auf	2	1000 € Austausch der Dichtung	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	8	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate => damit werden auch die Linsen ersetzt und die Dichtflächen überarbeitet	Graf	dito	1	7	8	56	1 Ventil	> 6 Monate	> 2 h	1 Ventil (einbaufertig)	2 Reserveventile vorhanden???	Lagervorrat prüfen!
					Undichte Packung	60	Offensichtlich/versteckt	kleinere Undichte ggf. nicht erkennbar	3	Gasaustritt (LOC)	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	1	8	8	64	1	Fehler tritt durchschnittlich alle 60 Monate auf	2	3000 € Packung müsste gewechselt werden oder das gesamte Reaktordruckregelventil	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	4	Austausch und Überprüfung der Spindel	Graf	dito	1	8	7	56	1 Ventil	> 6 Monate	> 1 Tag (bei vorh. Reserveteilen)	1 Ventil (einbaufertig)	2 Reserveventile vorhanden???	Lagervorrat prüfen!
	SV	05 05a 07 07a		Hydraulische Schnellentspannungsventile Reaktor/Freakordruckregelventil	Undichter Antrieb (Öiseite)	48	offensichtlich	Druckabfall Ölsystem, Öleckage	3	Ölundichte (LOC) Brandgefahr	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	3	8	8	192	2	seltener Fehler	2	Reparatur Antrieb	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	8	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate (s. 1 Zeile weiter unten) Prüfrhythmus für Antrieb???	Graf	dito	2	8	7	112	4 Ventile in Betrieb	> 6 Monate	<24 h	4 Ventile (einbaufertig)	Wie viele Reserveventile vorhanden???	Antriebsprüfung => ausreichende Intervalle?
					Innerer Defekt Sitz/Spindel (Kegel)	12	Offensichtlich	Ventil bläst über Entspannungsleitung ab	3	Gasaustritt (LOC)	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	5	8	6	240	3	gelegentlicher Fehler	2	1500 € Austausch von Sitz und Spindel	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	12	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate bei Reparatur Austausch aller hochbeanspruchten Innenteile (Sitz kann ggf. nachgeschliffen werden, Spindel wird ausgetauscht, Packung wird ausgetauscht)	Graf	dito	3	8	4	96	4 Ventile in Betrieb	> 6 Monate	<24 h	4 Ventile (einbaufertig)	Wie viele Reserveventile vorhanden???	Lagervorrat prüfen!
					Undichte Flanschverbindung	18	Offensichtlich/versteckt	kleinere Undichte ggf. nicht erkennbar	3	Gasaustritt (LOC)	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	3	7	8	168	2	seltener Fehler	2	1000 € Austausch der Dichtung	2	Dichtungswechsel notwendig	8	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate => damit werden auch die Linsen ersetzt und die Dichtflächen überarbeitet	Graf	dito	1	7	8	56	4 Ventile in Betrieb	> 6 Monate	<24 h	4 Ventile (einbaufertig)	Wie viele Reserveventile vorhanden???	Lagervorrat prüfen!
					Undichte Packung	60	Offensichtlich/versteckt	kleinere Undichte ggf. nicht erkennbar	3	Gasaustritt (LOC)	4	Anlage muss heruntergefahren werden	4	Bauteil ist im ständigen Betrieb	1	keinen Einfluss	48	2	8	8	128	1	Fehler tritt durchschnittlich alle 60 Monate auf	2	3000 € Packung müsste gewechselt werden oder das gesamte Ventil	2	Ventilwechsel notwendig <24 h	4	Prophylaktischer Ventilwechsel spätestens alle 9 Monate => damit neue Packung	Graf	dito	1	8	7	56	4 Ventile in Betrieb	> 6 Monate	<24 h	4 Ventile (einbaufertig)	Wie viele Reserveventile vorhanden???	Lagervorrat prüfen!
				Hubmagnetventile	(nicht mehr existent)												0				0	1						0							0						
				Regelventile	(nicht allgemein behandelbar = Einzel-FMECA notwendig)												0				0	1						0							0						
				Sicherheitsventile	(nicht allgemein behandelbar = Einzel-FMECA notwendig)												0				0	1						0							0						
				Gaschromatographen 1&2	()												0				0	1						0							0						
				Prozess-Visikosimeter	()												0				0	1						0							0						
				Prozeßleitsystem	()												0				0	1						0							0						
				USV-Anlagen	()												0				0	1						0							0						
				Sicherheitsbeleuchtung	()												0				0	1						0							0						
				Rohrpost	()												0				0	1						0							0						
				Trafos	()												0				0	1						0							0						
				Unterverteilungen	()												0				0	1						0							0						