



# Neues Altes aus der Betreiberpraxis



Dr. Peter Fischer, VESTOLIT GmbH

Praktikerkonferenz 2021, Graz, 07.09.2021



# Agenda

- Eine kurze Einführung in orbia, vestolit und Fischers Chlorerzeugung
- Bemerkenswerte Schäden aus dem „Maschinenraum“ eines Betreibers und was alles aus Schadensfällen zu lernen ist
- Wie die Ursachenaufklärung systematisiert werden kann
- Fazit

# Eine kurze Einführung

Aus **Mexichem** wurde **orb**ia



The graphic features the word "orb" in dark blue and "bia" in orange, set against a background of orange, light green, and dark blue curved shapes. Below the logo, three text blocks define the components and the brand's meaning.

**“Orb”**  
Latin for a spherical globe.

**“Bia”**  
Greek mythology's personification of force.

Orbia is a force for the world. But it's also a wholly new word that belongs to us. We all give Orbia meaning. Our impact will define our company.

# Eine kurze Einführung

## Advance life around the world

### **Advance**

We are a company in motion, and we provide that movement to the lives we impact. This verb compels us to pursue new ways to improve an ever-changing world.

### **life**

We put empathy at the forefront of our work. Providing a benefit to people is what unites our businesses and sets our shared course for the future.

### **around the world**

We have a global presence, and thus a global responsibility. This line reminds us that our work carries impact well beyond the confines of our office walls.

# Eine kurze Einführung

Our Businesses



We are a leading provider of products and services across multiple sectors

Building & Infrastructure



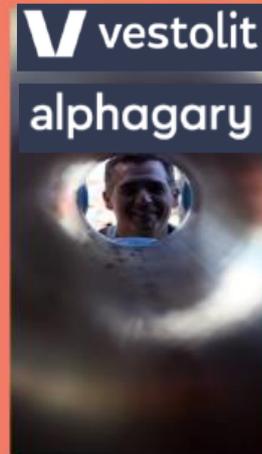
Data Communication



Precision Agriculture



Polymer Solutions



Fluor



# Eine kurze Einführung

## Orbia, Mexiko City, Mexiko

Annual revenues 2020 (billion US \$)	~ 6,4
Employees	~ 21.000 +
120 Production Sites in 41 countries, commercial activities in 100 + countries	

## VESTOLIT GmbH, Marl, Germany

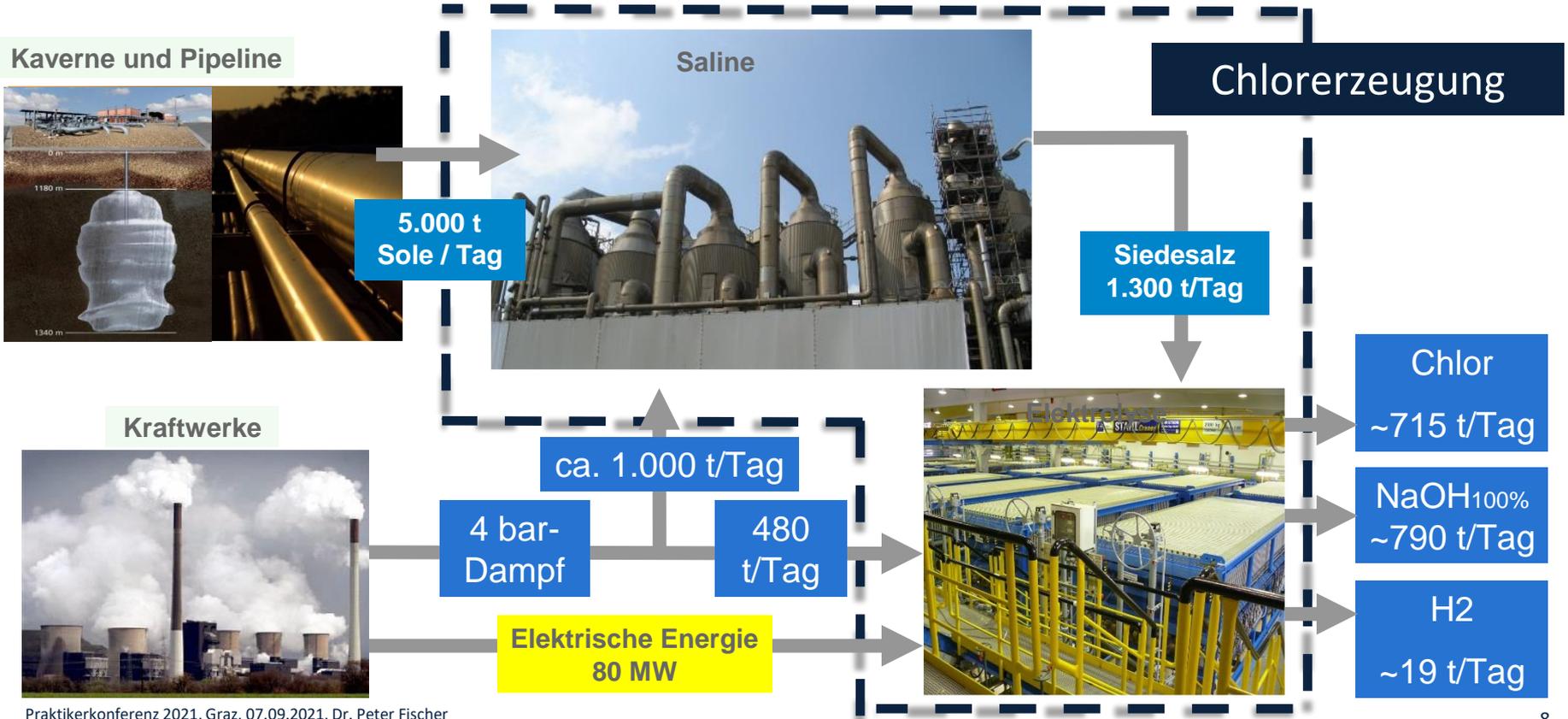
Turnover 2020 (mio €)	~ 510
Employees	~ 750
Capacity in PVC/Basechemicals (t per Year)	~ 400.000 / 1.000.000

# Eine kurze Einführung



# Eine kurze Einführung

## Vom Salz zum Chlor – Rohstoffe, Energien und Produkte



# Agenda

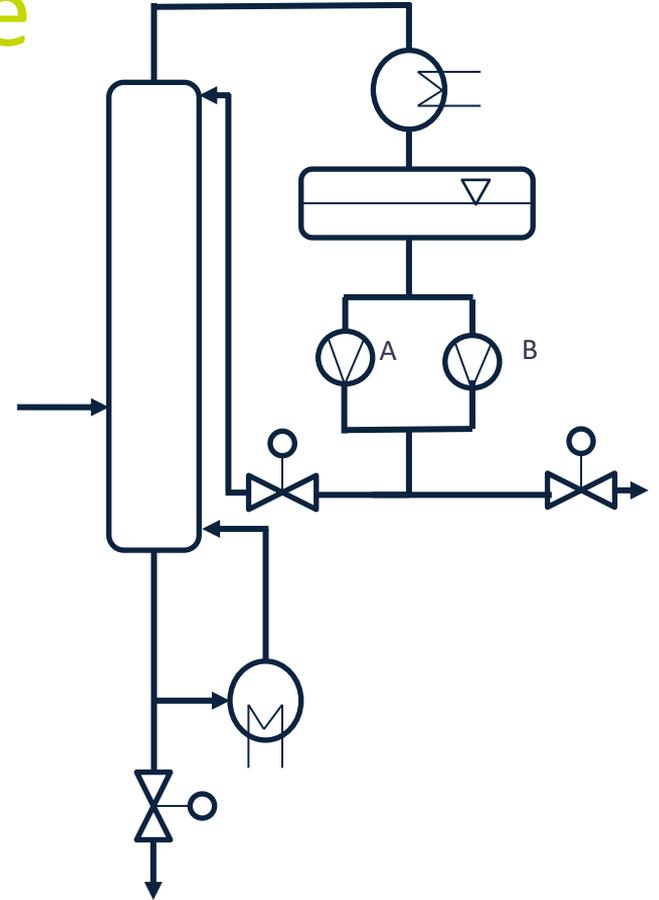
- Eine kurze Einführung in orbia, vestolit und Fischers Chlorerzeugung
- Bemerkenswerte Schäden aus dem „Maschinenraum“ eines Betreibers und was alles aus Schadensfällen zu lernen ist
- Wie die Ursachenaufklärung systematisiert werden kann
- Fazit

# Beispielhafte Schadensfälle

The story of a pump that's gone to the dogs

Funktion: Rücklaufpumpe einer Destillationskolonne

- Pumpe A mit GLRD
- Pumpe R mit Magnetkupplung
- Medium: verflüssigtes brennbares Gas



# Beispielhafte Schadensfälle

## The story of a pump that's gone to the dogs

- Rücklaufpumpe R fällt aus. Keine kurzfristige Instandsetzung möglich
- Beim Umstellen auf die Pumpe A wurde ein undichter Gleitring festgestellt.
- Die A-Pumpe wird sofort repariert und wird beim Anfahren erneut leak.  
Nochmalige Reparatur am nächsten Tag
- Die R-Pumpe wird drei Tage später repariert und fällt innerhalb eines Tages erneut aus.
  
- ➔ Produktionseinschränkung
- Der Betriebsleiter beschimpft die Instandhaltung

# Beispielhafte Schadensfälle

## Ursache

- An beiden Pumpen wurden grünliche Kristallablagerungen gefunden ( $\text{FeCl}_2$ ), die zum Bruch des SiC-Lagers (magnetgekuppelte Pumpe) bzw. zum Gleitringschaden geführt haben.
- Die Kristalle sind auf einen Wassereintrag durch eine Undichtigkeit am Sumpfverdampfer der Kolonne zurückzuführen.



# Beispielhafte Schadensfälle

## Weitere Ursachen

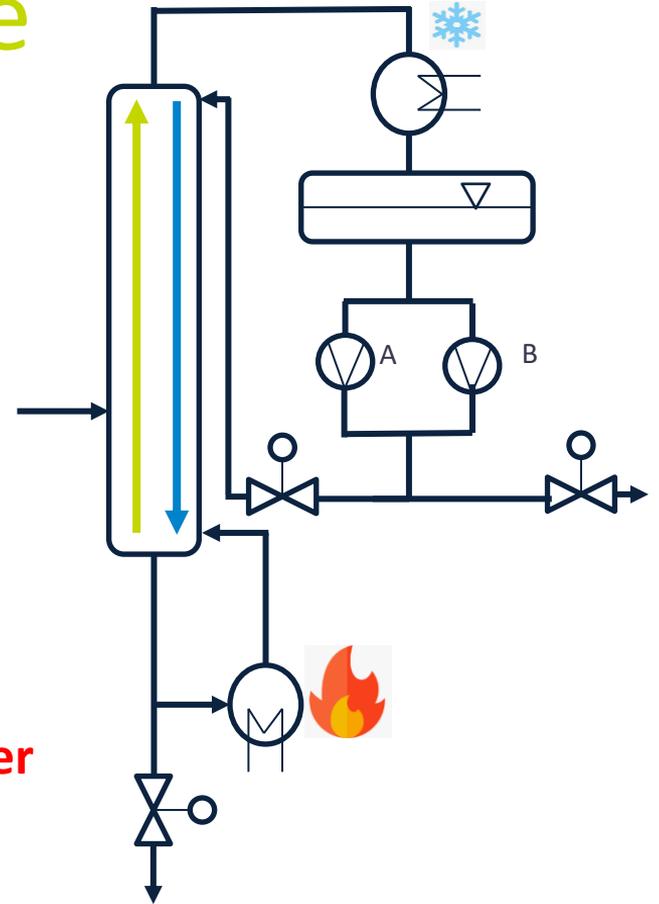
- Mangelnde Prozesskontrolle (keine Erkennung eines Wassereintrags )
- Mangelhaftes Ersatzteilkonzept (nicht ausreichend geregelte Vorhaltung)
- Mangelhafte Bedienung (mindestens ein Ausfall durch falsche Anfahrt der Pumpe)
- Mangelhafte Installation der Pumpen (keine Rückschlagklappen, keine Saugsiebe, kein Trockenlaufschutz und auch keine Mindestmengenleitung)

# Beispielhafte Schadensfälle

Damals schien es eine gute Idee

- Mangelhaftes Änderungsmanagement (Pumpe nach Energieeinsparung durch Verringerung des Rücklaufs völlig überdimensioniert)
- maximale Fördermenge  $20\text{m}^3/\text{h}$  bei Mindestmenge  $24\text{m}^3/\text{h}$

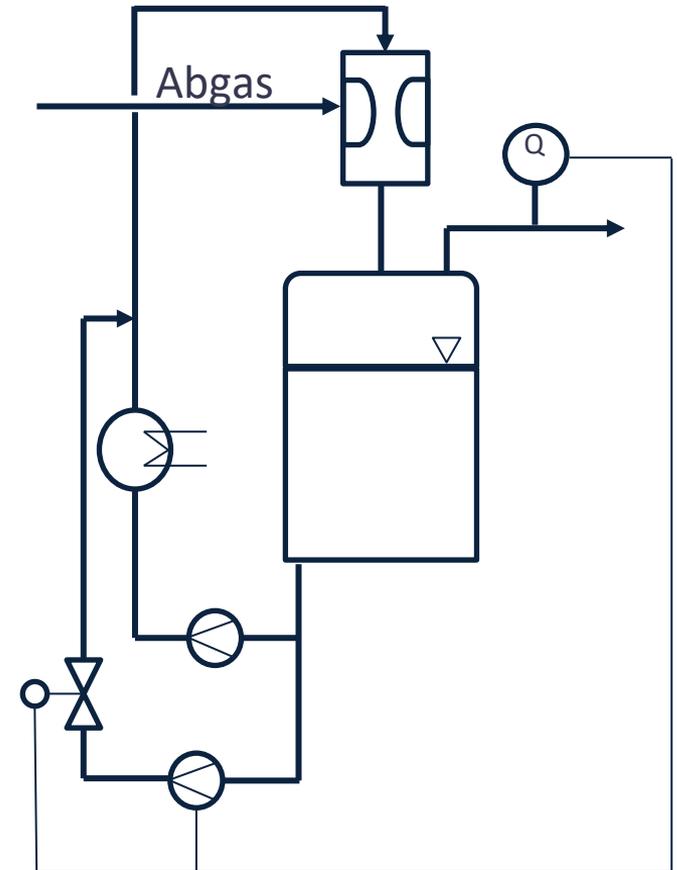
**Merke: Da ist oft mehr, als eine kaputte Pumpe oder ein defekter Wärmetauscher!**



# Beispielhafte Schadensfälle

## Automatisierung ist klasse!

- Die Abluftentchlorung besteht aus zwei Strahlwäschern mit nachgeschalteter Füllkörperkolonne.
- Bei hohem Chlorinput oder hoher Temperatur wird in der ersten Stufe automatisch eine zweite Pumpe zur Erhöhung der Waschflüssigkeitsmenge angefahren.
- Die Schaltung wird wöchentlich getestet (Testknopf im PLS).



# Beispielhafte Schadensfälle

## Stoffaustritt aus der Zusatzkreislaufleitung

- Nach Aktivierung des regelmäßigen Tests erkennt der Leitstandfahrer, dass der Stand der ersten Waschstufe unmittelbar und rapide abfällt.
- Auf der Druckseite der „Zusatzkreislaufpumpe“ ist ein Riss aufgetreten. Der Inhalt der ersten Stufe ergießt sich in die Anlagentasse.



# Beispielhafte Schadensfälle

## Erste Erkenntnisse

- Rohrleitungssystem (PVC/GFK); Baujahr ca.1976; letzte Prüfung erst ein Jahr vorher
- Die Leitung ist auf ca. 1 m aufgerissen; Untersuchung des Hauptrisses deutet auf Gewaltbruch; allerdings Nebenrisse vorhanden (Spannungsrissskorrosion infolge erhöhter Temperatur).
- Beim An- und Abfahren der Schaltung gibt es einen Druckschlag. Beim Testlauf ist jedoch selten ein MA vor Ort.
- In den vergangenen 5 Jahren kam es bereits 14-mal zu Schäden an den Pumpen.

# Beispielhafte Schadensfälle

Es war nicht das erste Mal!

Im Jahr zuvor gab es an vergleichbarer Stelle eine Leckage. Außerdem eine Unfall durch eine Haarriss einer Kunststoffarmatur

Maßnahmen damals: gründliche Prüfung des Systems und Austausch „verdächtiger“ Stellen

## Arbeitssicherheitsinfo 2017

Unfall UN\_000160 (Aushang bis zum 13.11.2017)



Betrieb: Chlorerzeugung  
Datum: 09.09.2017

**Safety Incident Report** 23/10/2017

**Type of Incident** Pipe rupture leading to a leakage of bleach into the secondary containment

**Location** Chlorine absorption unit

**Incident Description**

- The chlorine absorption unit of chlorine production consists of two venturi scrubbers and a following absorption column. Each scrubber has a dedicated tank circulating absorption fluid (bleach = water, sodium hydroxide, sodium hypochlorite).
- During the night shift, the panel operator observed that the level of one circulating tank declined by 25%. Since the normal level in this tank is determined by an overflow, he immediately called the field operator to check this abnormal behaviour.
- The field operator found a leak in the delivery pipe of the circulating pump and shut down the pump. About 10 m<sup>3</sup> of bleach was collected in the bund of the unit. The liquid could be treated and was sent to the wastewater unit.
- Nobody was injured. No soil contamination and no other environmental damage. No external reporting obligation to authorities.

**Investigation Results**

- The investigation identified a small crack -3m in height- in the circulation line. The pipe was manufactured from (not

coloured) FRP with a PVC in-liner, the usual material in this unit with a long and positive experience.

- The damaged piece was in operation for only 4 years. The crack was hardly visible, no optical signs of degradation of the FRP were visible (we deliberately use uncoloured FRP since damages in the PVC in-liner can be discovered by optical inspection at an early stage).
- Pressurising the removed piece of pipe with water was necessary to detect the crack in the workshop. During further investigation, a few more cracks (but without leakage) were found.

**Cause(s)/Contributing Factor(s)**

Two factors that could not be ruled out but in the end there was no clear evidence for either of them:

- a pressure peak/water hammer
- a blocked pipe slide causing tension in the line

**Corrective Action(s)**

- The whole bleach containing piping system was thoroughly visibly inspected from the outside, including all flanges and mountings. Some pieces were removed and underwent an inner inspection
- A project was started to test an online monitoring system for FRP equipment (as shown at the Euro Chlor technical conference in 2017)

2 VESTOLIT Arbeitssicherheit, Tel.: 19297 oder 2207, C



# Beispielhafte Schadensfälle

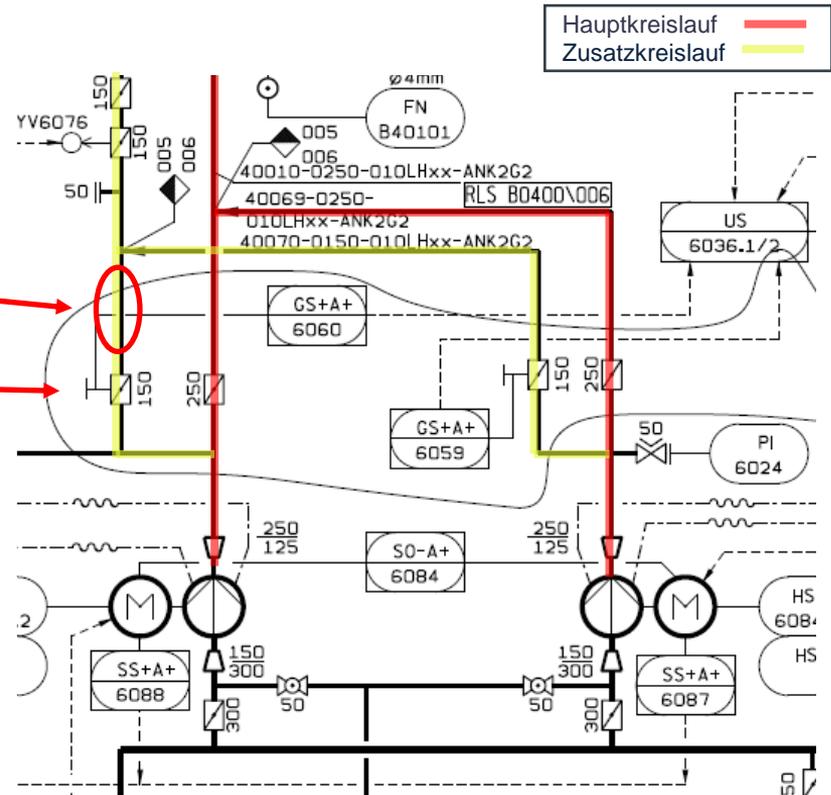
## Die „Ursache“

Automatische Armatur

Schadstelle

Handklappe mit Stellungssignal

**Fehler:** bei fehlerhaft geschlossener Zusatzkreislaufklappe fährt die Pumpe gegen die geschlossene Armatur und lässt sich nur noch vor Ort ausschalten.



# Beispielhafte Schadensfälle

## Die „Ursache“

- Die fehlerhafte Zusatzkreislaufschaltung führte wiederholt zu hohen Temperaturen, die die Rohrleitung vorgeschädigt haben.
- Ein endgültiges Versagen des Bauteils brauchte nur noch einen Auslöser (hier ein Druckstoß).

## Die tiefer liegende Ursache:

- Änderungsmanagement: Alte Schaltungen/ Funktionspläne werden bei Ersatz, Überarbeitung oder Übertragung in PLS Systeme nicht erneut verfahrenstechnisch hinterfragt.

# Beispielhafte Schadensfälle

## Weitere Ursachen

- Die (unnötig) schnelle Reaktion der Klappe (in der Dokumentation „Schnellschluss“ genannt) erzeugt in der heutigen Konstellation Druckstöße. Das Bewusstsein, dass definierte Schließzeiten wichtig sein können, wird erst in neuerer Zeit in Sicherheitsgesprächen berücksichtigt.
- Ein „Schnellschluss“ ist aus EMR-Sicht nahezu jede fernbedienbare Armatur, die halbwegs schnell ihren Dienst tut (z. B. mit pneumatischen Antrieb, aber keine Motorschieber).

**Merke: Automatisierung ist zu wichtig, als dass man sie der EMR überlassen darf!**

# Beispielhafte Schadensfälle

## Und sonst noch? Der „Beifang“ der Untersuchung

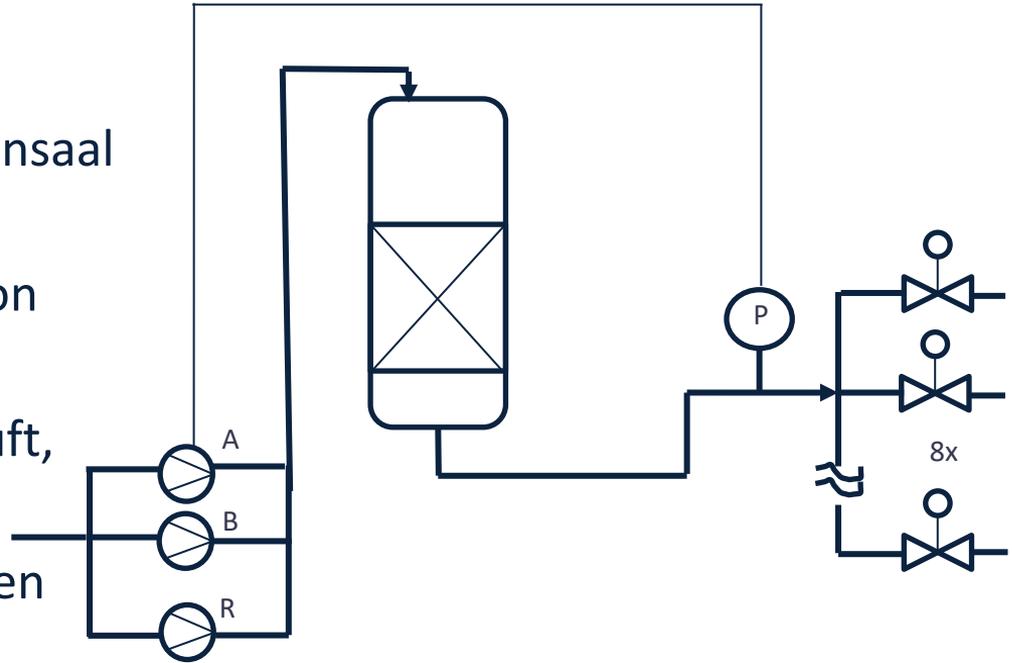
- Hinweise und Ursachen der Leckage des Vorjahrs wurden falsch gedeutet und nicht erschöpfend genug untersucht.
- Fehler im R+I
- Mangelhafte Installation: Keine Rückschlagklappen in Druckseiten
- Änderungsmanagement: Anlagentasse nach Umbau zu klein

**Merke: ermittele bei jedem Anlass etwas umfassender, denn dann findet man eventuell die Ursachen der potentiell nächsten Schäden!**

# Beispielhafte Schadensfälle

## Auf und nieder - immer wieder

- Pumpen A/B/R versorgen die Ionenaustauscher und den Zellenaal mit ca. 400 m<sup>3</sup>/h filtrierter Sole
- Aufrechterhaltung der Zirkulation extrem wichtig
- Drei Pumpen installiert, eine läuft, bei Druckabfall im Zellenaal automatischer Anlauf der zweiten und danach der dritten Pumpe
- Druckregelung mit FU



# Beispielhafte Schadensfälle

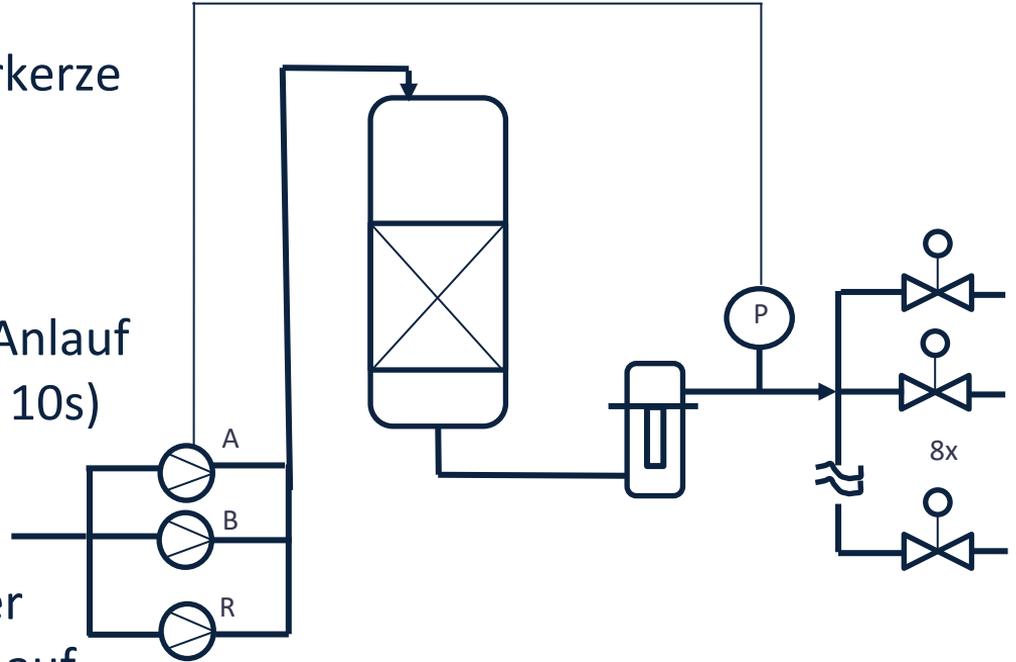
## Auf und nieder - immer wieder

- Pumpe fällt wiederholt aus, Reservepumpe(n) springt/springen an
- Ursache Thermistor/Frequenzumrichter?
- Aussteuerung Frequenzumrichter läuft hoch (aber < 100%), aber Zellenmengen/-druck unauffällig
- Nach Ausfall/Umschaltung wieder „unauffälliger“ Betrieb der neu angefahrenen Pumpe
- Suche nach elektrischem Fehler
- Suche nach Fehler in Schaltung (nach PLS-Update)
- Suche nach mechanischen Fehlern

# Beispielhafte Schadensfälle

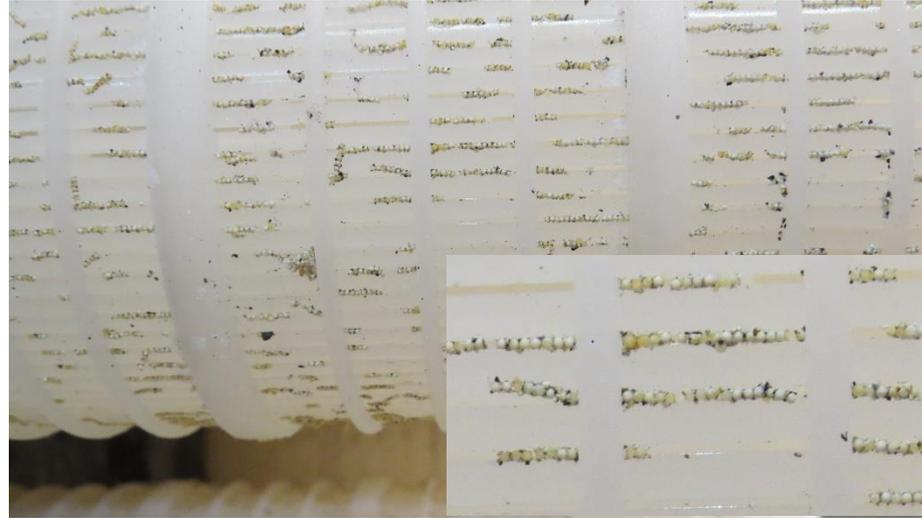
## Die „Ursache“

- Minimaler Defekt an einer Filterkerze eines Ionenaustauscher (nicht detektierbar).
- Harzfalle setzt sich zu, wird bei Anlauf der weitere Pumpe (braucht ca. 10s) kurz „zurückgespült“.
- Danach erstmal wieder normaler Betrieb, bis Harzpartikel wieder auf Kerze gelangt sind.



# Beispielhafte Schadensfälle

## Die „Harzfall“



Korngröße Harz:  $\sim 600\mu\text{m}$

Spaltmaß Kerzen Ionenaustauscher:  $\sim 200\mu\text{m}$

Spaltmaß Kerzen Harzfall:  $\sim 500\mu\text{m}$

# Beispielhafte Schadensfälle

Weitere Probleme. Der „Beifang“.

- Planungsmängel bei Aufrüstung der Anlage  
Gemeinsame Saugseite ist sehr knapp dimensioniert  
Bei Umrüstung dritte Pumpe ergänzt, aber von anderem Hersteller (nicht exakt gleiche Kenndaten)
- Sollwert Soledruck zu hoch eingestellt (Energieverschwendung)
- Bei 100% FU-Aussteuerung wird Motor überlastet
- Keine Differenzdrucküberwachung der Harzfalle

**Merke: wo ein Problem ist, da siedeln gerne noch weitere!**

# Agenda

- Eine kurze Einführung in orbia, vestolit und Fischers Chlorerzeugung
- Bemerkenswerte Schäden aus dem „Maschinenraum“ eines Betreibers und was alles aus Schadensfällen zu lernen ist
- Wie die Ursachenaufklärung systematisiert werden kann
- Fazit

# Systematisierte Ursachenaufklärung

Unterscheide die Ursachen!

- **Unmittelbare Ursachen**
- **Ermöglichende oder beitragende Faktoren**
- **Grundursachen / root causes**

# Systematisierte Ursachenaufklärung

## Grundursachen / root causes

- Ein fundamentaler, tieferlegender Grund warum das Ereignis auftrat und bei dem man die Möglichkeit hat, ihn zu beseitigen (Fehler in Prozeduren, Prüf- und Freigabeprozessen, falsches Design...).
- Sind deshalb im Allgemeinen mit den (Management-) Systemen verbunden!
- Beeinflussen nicht nur das konkrete Ereignis, sondern haben viel weitere Konsequenzen!

# Systematisierte Ursachenaufklärung

## Grundursachen / root causes, beliebte Fehler

- Sind nicht ein Ereignis! Schon gar nicht: „Der Mitarbeiter hat die Anweisung nicht befolgt“ (das ist ein Symptom). Kurieren an den Symptomen (Schulung dieses einen Mitarbeiters) beseitigt die Grundursache nicht! Warum hat der wohl so gehandelt?
- Nicht alle Ursachen sind Grundursachen.
- Einige unmittelbare Ursachen und beitragende Faktoren tarnen sich als Grundursache
- Grundursachen sind selten einsam! Die Untersuchung deshalb nicht sofort beenden, wenn man eine Grundursache gefunden hat.

# Systematisierte Ursachenaufklärung

Bessere Aufklärung durch systematische Fragen

Problem: regelmäßiger Stillstand einer Maschine

1. **Warum** stand die Maschine still?

→ Die Sicherung ist durch Überlastung durchgebrannt.

2. **Warum** ist sie überlastet?

→ Der Spindeltrieb ist nicht richtig eingefettet.

3. **Warum** ist er nicht richtig eingefettet?

→ Die Ölpumpe läuft nicht richtig.

4. **Warum** läuft sie nicht richtig?

→ Die Lagerwellen der Ölpumpe sind verschlissen.

5. **Warum** sind sie verschlissen?

→ Dreck ist in die Pumpe gelangt.

6. **Warum...**

# Systematisierte Ursachenaufklärung

## Grundursache und Maßnahmen

- Grundursache (root cause):

Der Filter an der Ölpumpe war defekt, weil er nicht zur Pumpe passte und nicht regelmäßig gewartet wurde.

- Daraus abgeleitete Gegenmaßnahmen:

→ Filtereinheit an die Pumpe anpassen

→ Präventive Instandhaltung einrichten

# Systematisierte Ursachenaufklärung

Die Methoden sind bekannt

- Es gibt viele Namen für im Kern ähnliche Methoden
  - **5 Why Methode**
  - **Toyota Production System (Toyoda, Ohno),**
  - **Kaizen**
  - **Lean manufacturing**
  - **Operational Excellence**
  - **A3-Methode**
  - **Six Sigma**
  - **Root Cause Analysis (RCA)**



# Agenda

- Eine kurze Einführung in orbia, vestolit und Fischers Chlorerzeugung
- Bemerkenswerte Schäden aus dem „Maschinenraum“ eines Betreibers und was alles aus Schadensfällen zu lernen ist
- Wie die Ursachenaufklärung systematisiert werden kann
- Fazit

# Fazit

- Man muss neugierig und hartnäckig sein, sonst gelangt man selten auf den Grund einer Erscheinung. Da ist immer mehr zu finden, als auf den ersten Blick sichtbar.
- Nur die ganzheitliche Betrachtung des Gesamtsystem bringt alle Puzzleteile an ihren Platz.
- Systematik bei der Ermittlung hilft.
- Die beste Erkenntnis hilft nichts, wenn sie nicht festgehalten und weitergetragen wird. **Rede darüber, damit andere auch etwas lernen.**

# Anregungen/Literatur

Zu Ursachenermittlung:

- LEITFADEN Ereignisaufklärung, ProcessNet-Arbeitsausschuss Ereignisse, dechema e.v./VDI-GVC
- Bücher von Trevor Kletz: „Learning from Accidents“, „An engineer’s view on human error“
- Safety Video des CSB zu Texas City 2005, auf Youtube „anatomy of a disaster“
- Sidney Decker: The Field Guide to Human Error Investigations

Beispielhafte Fallstudien:

- Bücher von Trevor Kletz: „What went wrong“, „Still going wrong“
- Chemical Safety Board ([www.csb.gov](http://www.csb.gov)), Safety Videos des CSB auf Youtube



Thank you!



vestolit