

LUBW BETRIEBSSICHERHEIT - AKTUELLER STAND UND BEISPIELE AUS DER PRAXIS

SICHERER BETRIEB VON KESSELANLAGEN

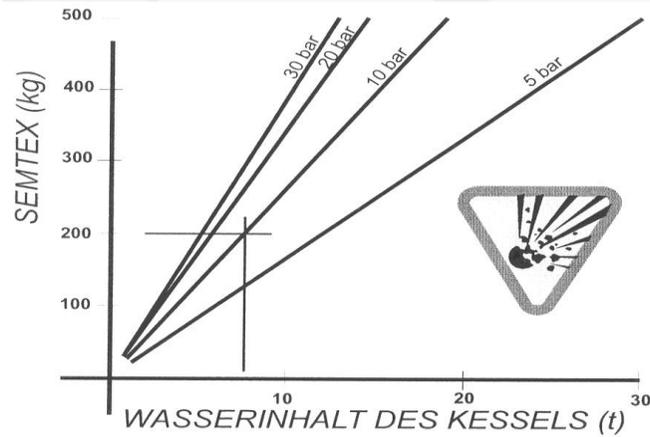
Dampfkesselanlagen

Kundenerwartungen

► Produktsicherheit

► Systemverfügbarkeit

► Systemeffizienz



Quelle: Spirax-Sarco-Grundlagen-der-Dampf-und-Kondensattechnologie. Vgl. Energiegehalt vom Wasserinhalt eines 38 MW Kessels 30 bar entspricht ca. 2500 kg Semtex!

Häufig unterschätzt:

Großwasserraumkessel enthalten eine große Energiemenge. Der Wasserinhalt ist bestrebt sich blitzartig auf das ca. 1700-fache Volumen auszudehnen. In Deutschland sind Unfälle glücklicherweise extrem selten.



Beispiel aus 2016:
Kosten für Ausfall
700,-€ pro Stunde

0,5% Wirkungsgradverbesserung spart bis zu 200 TEUR/Jahr an Brennstoffkosten

Dampfkesselanlagen

Kessel Zerknall (**keine** Bosch / Loos Kessel!!)



18.12.14: Nudel-Fabrik in Kota-Kinabalu, Malaysia 3 Tote



2.9.14: Saft-Fabrik in Lakeland (USA), 30t/h Kessel



17.8.14: Textilfabrik, Samut Prakan, Thailand. 21 Verletzte



Kraftwerk: Explosion eines 40 MW Kessels



2.9.14: Saft-Fabrik in Lakeland (USA), 30t/h Kessel



23.2.2013: Schule, Linyi, China. 14-jähriges Mädchen stirbt

Dampfkesselanlagen

Sicherstellung der funktionalen Sicherheit über den gesamten Sicherheitslebenszyklus

DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1)

Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (E/E/PE)

- ▶ beschreibt einen allgemeinen **Lösungsweg** für alle Tätigkeiten während des **Sicherheitslebenszyklus** für Systeme, die aus E/E/PE Elementen bestehen und die eingesetzt werden, um **Sicherheitsfunktionen** auszuführen
- ▶ In den meisten Situationen wird Sicherheit durch eine Anzahl von Systemen erreicht, die auf vielerlei Technologien (zum Beispiel Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik, Elektronik, programmierbare Elektronik) basieren. Jede Sicherheitsstrategie muss deshalb nicht nur alle Elemente innerhalb eines Einzelsystems (zum Beispiel Sensoren, Steuereinheiten und Aktoren) betrachten, sondern auch all die sicherheitsbezogenen Systeme, welche die Gesamtheit von sicherheitsbezogenen Systemen bilden. **Daher kann diese Internationale Norm, obwohl sie sich mit sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systemen beschäftigt, auch einen Rahmen bereitstellen, innerhalb dessen sicherheitsbezogene Systeme basierend auf anderen Technologien betrachtet werden können.**
- ▶ u.a. Verantwortung festlegen, Tätigkeiten festlegen von Personen mit Verantwortung im Management der funktionalen Sicherheit
- ▶ **die Wahrscheinlichkeit eines nochmaligen Auftretens minimieren**

DIN EN 50156-1 (VDE 0116-1)

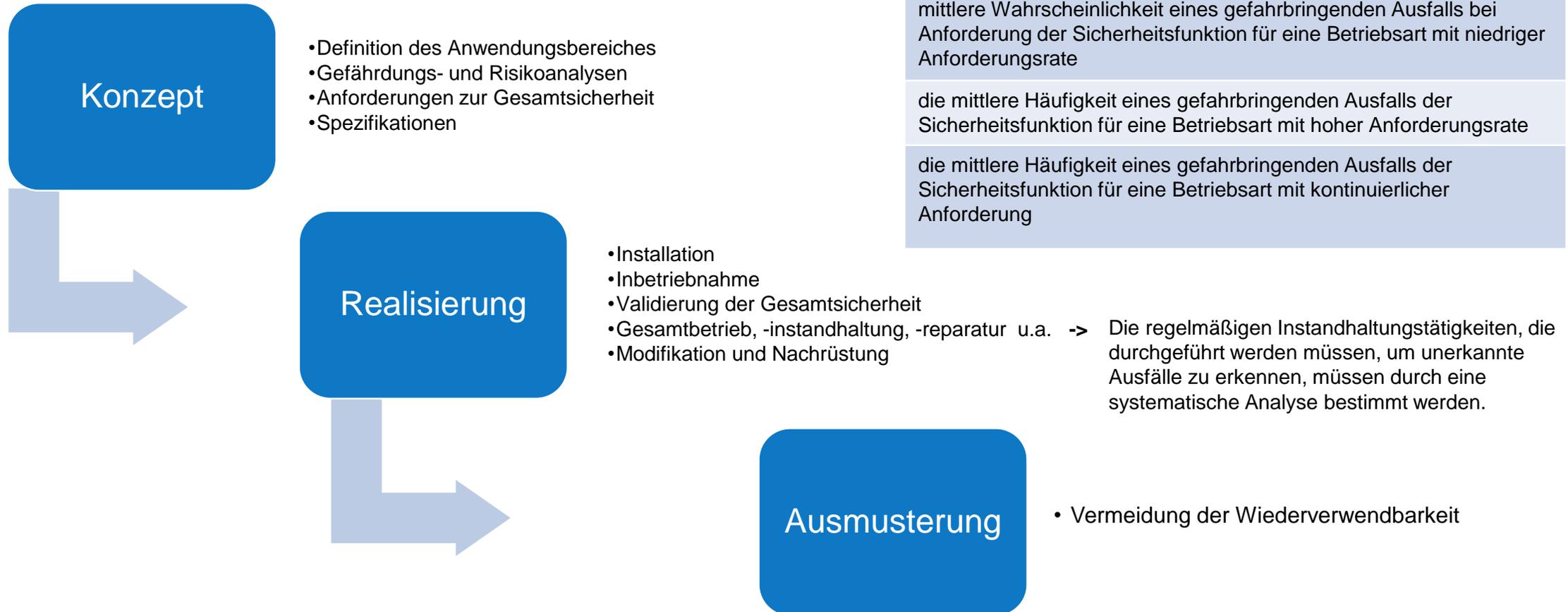
Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen und zugehörige Einrichtungen



Extrembeispiel
außer Kraft setzen von
Sicherheitseinrichtungen

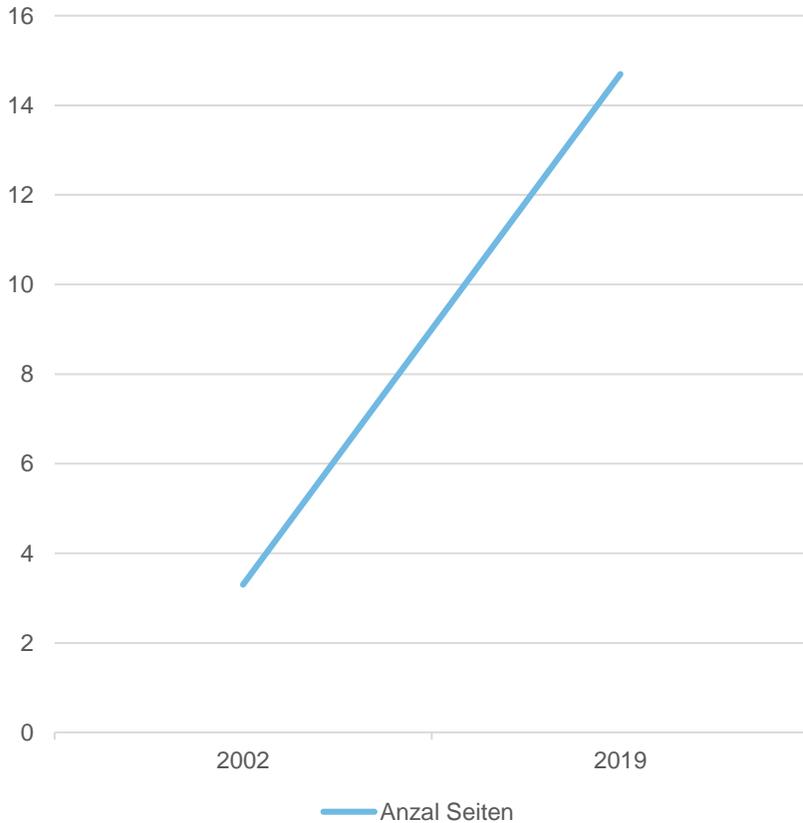
Dampfkesselanlagen

Sicherstellung der funktionalen Sicherheit über den gesamten Sicherheitslebenszyklus



Dampfkesselanlagen

Vermeidung von Fehlern in der Ausführung



2002

- 1 Allgemein
- 2 Grundsätzliche Anforderungen
- 3 Bauliche Anforderungen
 - 3.1 Zu- und Abluft
 - 3.2 Anordnung der Öffnungen
 - 3.1.2 Größenbestimmung
 - 3.1.3 Frostschutz
 - 3.1.4 Elektrische Einbindung
- 4 Feuerung
 - 4.1 Verbrennungsluft
 - 4.2 Brennstoff
 - 4.2.1 Heizöl
 - 4.2.2 Gas
- 5 Abgasanlage (ca. 0,3 Seiten)
- 6 Verrohrung und Armaturen

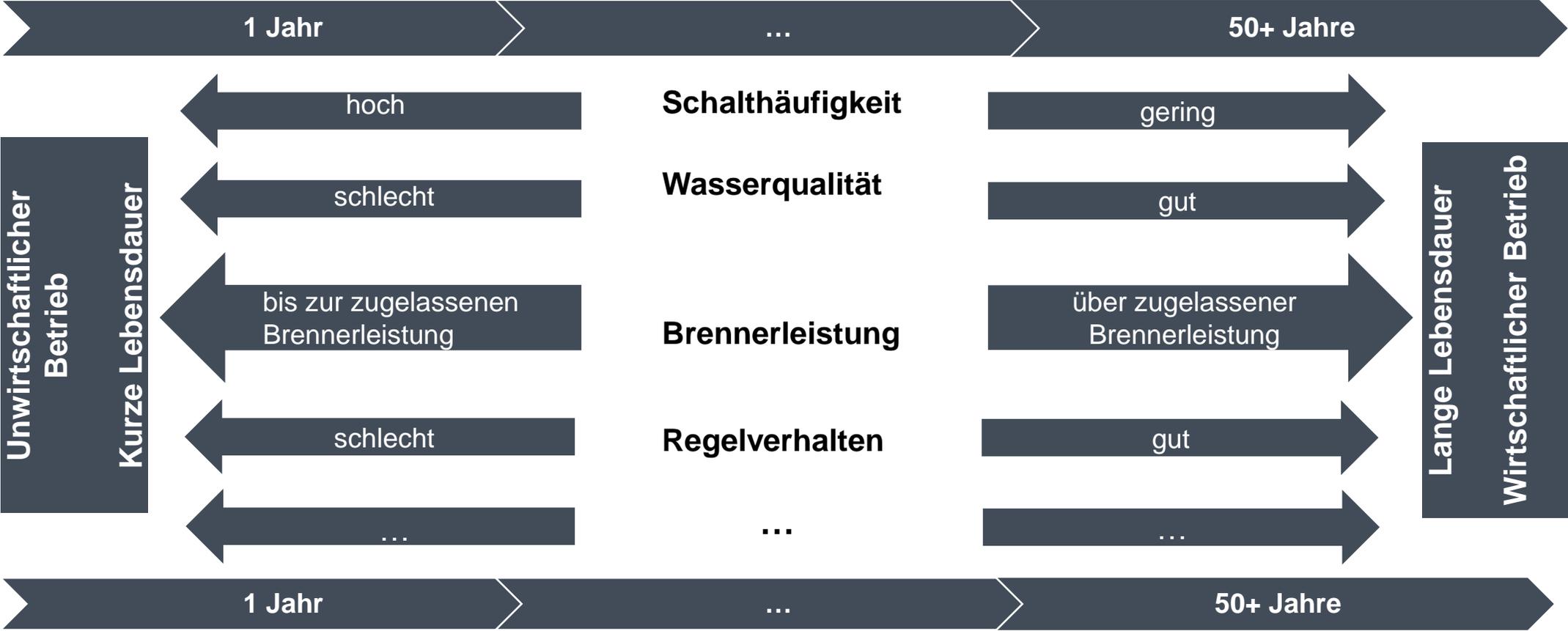
2019

- 1 Allgemein
- 2 Grundsätzliche Anforderungen an den Aufstellraum
 - 2.1 Anforderungen an das Gebäude
 - 2.2 Empfohlene Mindestabstände
 - 2.3 Anforderungen an die Verbrennungsluft
 - 2.3.1 Frostschutz
 - 2.3.2 Elektrische Einbindung
 - 2.4 Anforderungen an das Fundament
 - 2.4.1 Aufstellung für liegende Behälter, Kesselhauskomponenten
 - 2.5 Verbrennungsluft aus dem Aufstellraum
 - 2.5.1 Anordnung der Öffnungen
 - 2.5.2 Größenbestimmung
 - 2.6 Verbrennungsluft von außerhalb des Aufstellraums
 - 2.7 Besondere Anforderungen bei Freiluftaufstellung
- 3 Feuerungsanlage
 - 3.1 Brennstoffe
 - 3.1.1 Heizöl
 - 3.1.2 Gas
- 4 Abgasanlage (über 3 Seiten)
 - 4.1 Anlagen mit externer Abgasrezirkulation
- 5 Rohrleitungssystem
 - 5.1 Auslegung von Rohrleitungen
 - 5.2 Werkstoffwahl von Rohrleitungen
 - 5.2.1 Generelle Hinweise zur Werkstoffwahl von Rohrleitungen
 - 5.2.2 Werkstoffwahl von Rohrleitungen am Dampfkessel
 - 5.2.3 Werkstoffwahl von Rohrleitungen an Kessel- bzw. Anlagenkomponenten
 - 5.3 Montage von Rohrleitungen
 - 5.4 Entlüftungs- und Entleerungsleitungen
 - 5.5 (Dampf-)Kondensatleitungen und Kondensatnetz
 - 5.6 Abführung von Abgaskondensat
- 6 Montage von Armaturen und Anlagenkomponenten
- 7 Montage von Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
- 8 Erdung und Potentialausgleich

Beispiel: Bosch TI024
Anforderungen an den Kesselaufstellraum – Hinweise für das Aufstellen von Kesseln und Kesselhauskomponenten

Dampfkesselanlagen

Vermeidung von Fehler im Betrieb



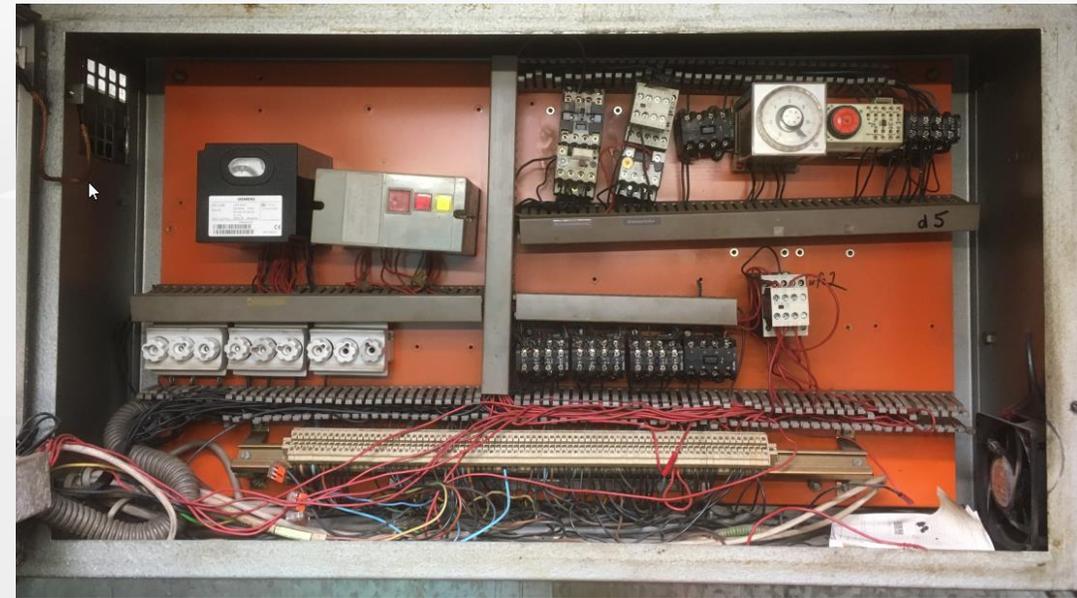
Praxisbeispiel Sicherheit

Defektes Sicherheitsventil und fragwürdiger Schaltkasten

26.02.2020, 1 t/h Dampfkessel – Auszug aus dem Kundendienst-Bericht

- ▶ “Brenner überprüft. Störungssuche. ... erneuert. Probelauf und Sicherheitsabschaltungen. Es müssen dringend Modernisierungsmaßnahmen eingeleitet werden.
- ▶ Sicherheitsabschaltungen :
 - Gasmangel
 - DIKO
 - Luftmangel (<10mbar)
 - Flammwächter
 - Wassermangel 1 + 2
 - Druck (soll 2bar , aus 3 bar)
 - Max-Druckbegrenzer (7,5 bar)
 - Gasleitung von Kugelhahn zum Brenner mit LSG überprüft
- ▶ Anlage angefahren und im Automatikbetrieb übergeben.
- ▶ Anlage sollte unter ständiger Beaufsichtigung betrieben werden.
- ▶ Das Sicherheitsventil (Kessel) muss dringend erneuert werden!”

Abhilfe: Erneuerung der Schaltanlage



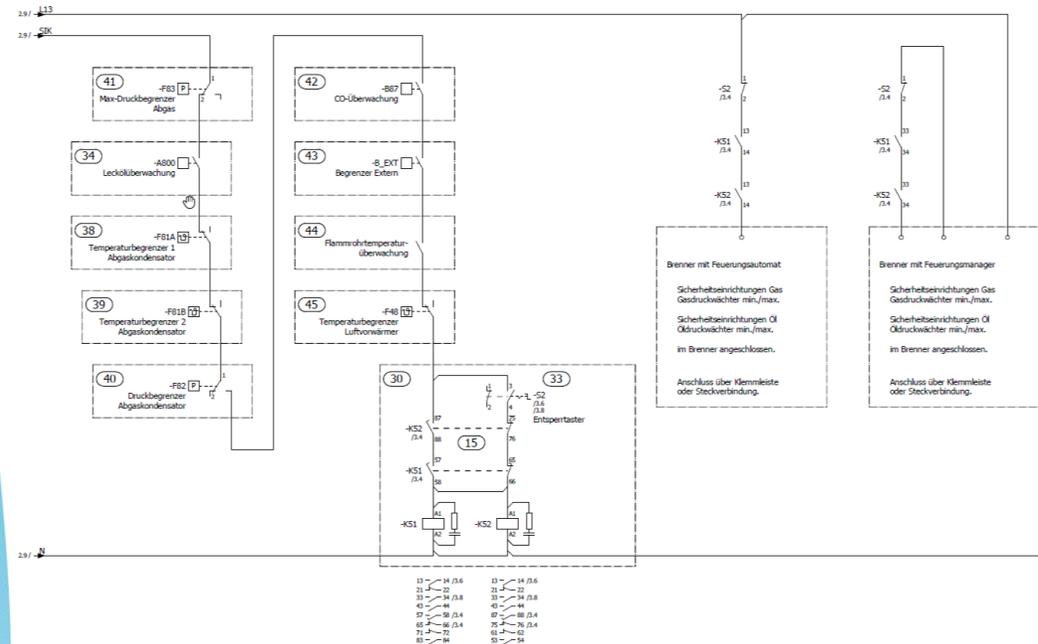
Praxisbeispiel Sicherheit

Sicherheitskette verriegelt nicht!

20.05.2020, 26 t/h Dampfkessel

- Überprüfung Schaltplan mit Verdrahtung im Schaltschrank und bauseitiger Einbindung neuen Brenners. Sicherheitskette wird nicht verriegelt bei auslösen eines Begrenzers bzw. Notschalters.
- Brenner schaltet wieder ein.

Abhilfe: Freigegebene Verschaltung der Sicherheitskette muss beachtet werden.



Praxisbeispiel Sicherheit

Prüfung der Sicherheitskette nicht erfolgt!

24.05.2019, Kessel BJ 1993

- ▶ Motorschutzschalter Brennermotor und Relais Gasdruck erneuert. Funktion geprüft. Betreiber hat keine Prüfungen gem. Betriebsanleitung vorgenommen. Auch die notwendige TÜV Prüfung fand nicht statt.



Abhilfe:

Die Sicherheitskette ist, nach Abschluss aller Arbeiten und vor erneuter Inbetriebsetzung, auf Funktion und Wirksamkeit zu prüfen:

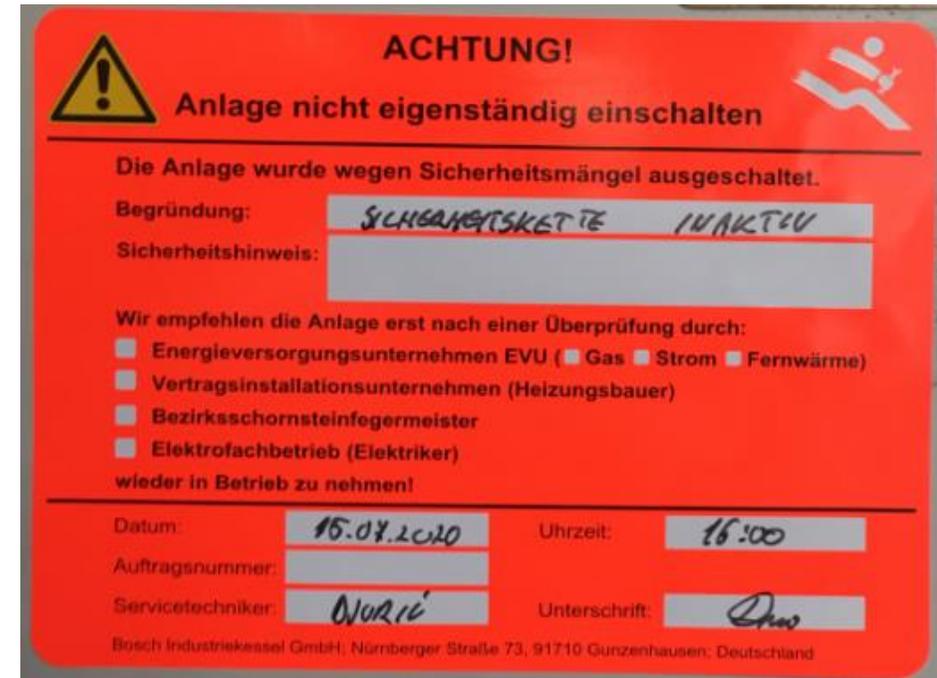
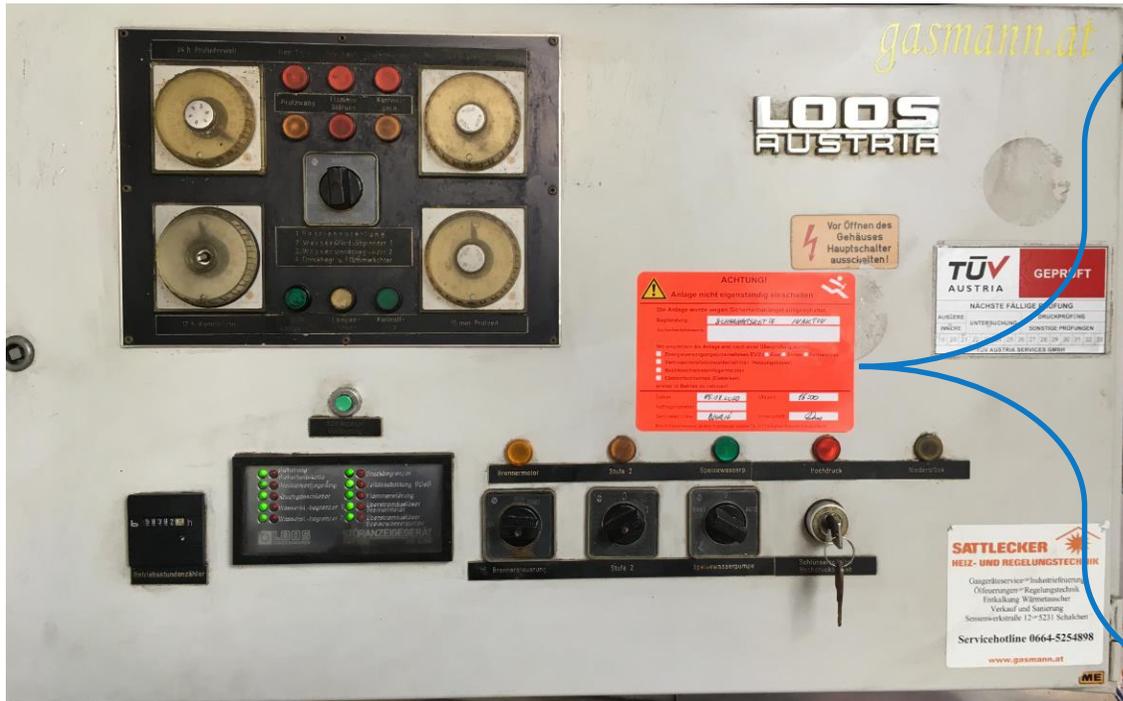
- a) bei Inbetriebnahmen des Neukessels und Modernisierungen,
- b) gemäß Betriebsanleitungen,
- c) beim Austausch von Komponenten im Schaltschrank, beim Austausch von Sensorik der Sicherheitskette
- d) wenn die Verdrahtung im Schaltschrank geändert wird

Praxisbeispiel Sicherheit

„Freie Werkstatt“ kann bei Kesselanlagen lebensgefährlich sein!

15.07.2020 BOSB Prüfung nach Fremdfirmen Montage von neuem Brenner.

Brenner schaltet nicht ab bei ansprechender Sicherheitskette



Praxisbeispiel Wassermangel

Sicherheitskette ohne Funktion



Problem:

19.08.2019 Nach Angaben der Kesselbetreiber wurde letzte Woche die Saacke-Steuerung installiert und der Kessel nur 5 Stunden lang bei 4 bar betrieben, gefolgt von einer Explosion.

Abhilfe:

Sicherheitskette vor erneuter Inbetriebnahme prüfen

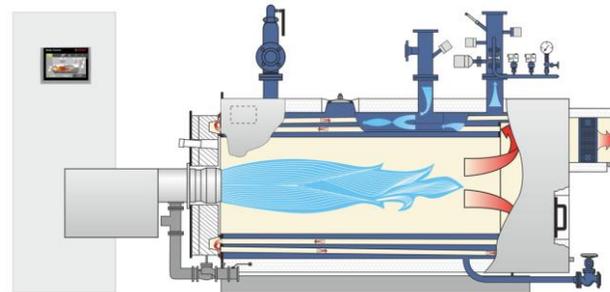
Praxisbeispiel wasserseitige Beläge

Beläge im Kesselwasser – Heißwasserkessel BJ 2011 (Beispiel 2)



Beispiel 1

Problem: mangelhafte Wasseraufbereitung
Achtung: Nicht nur Kalk bildet Beläge. Insbesondere Kieselsäure bildet Silizium-Schicht aus, die mit extremer Isolationswirkung Überhitzungen schon bei sehr geringer Dicke ausbildet.
Abhilfe: Chemische Reinigung und Abstellen der Ursache für Belagbildung. Einhaltung der vorgeschriebenen Wasserqualität.



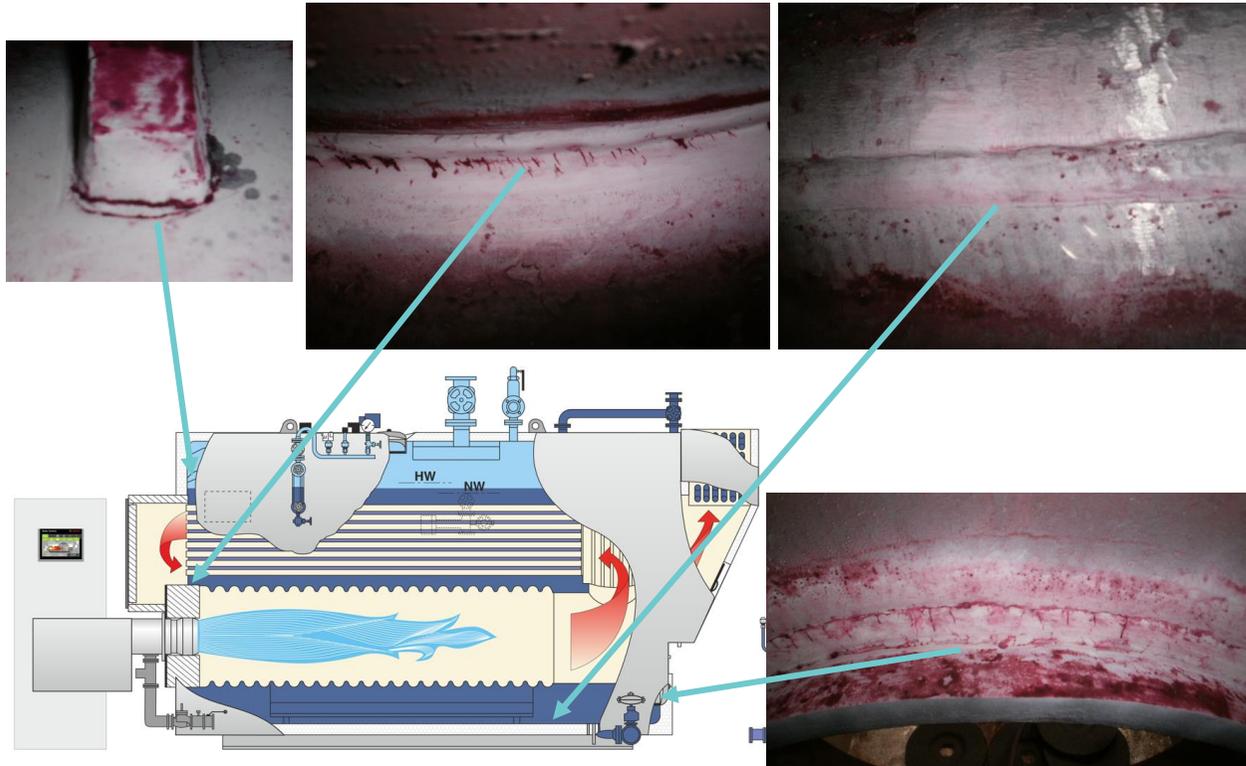
Das überlebt
kein Kessel!



Praxisbeispiel Lebensdauer verkürzende Betriebsweise

Rissanzeigen an so gut wie allen Schweißnähten

Kessel 55t/h 16bar



Problem: tägliches Anfahren aus dem drucklosen Zustand

Ergebnis: Rissanzeigen nach 8 Jahren Betriebszeit >3000 Anfahrvorgänge vom Nulldruck

Abhilfe:

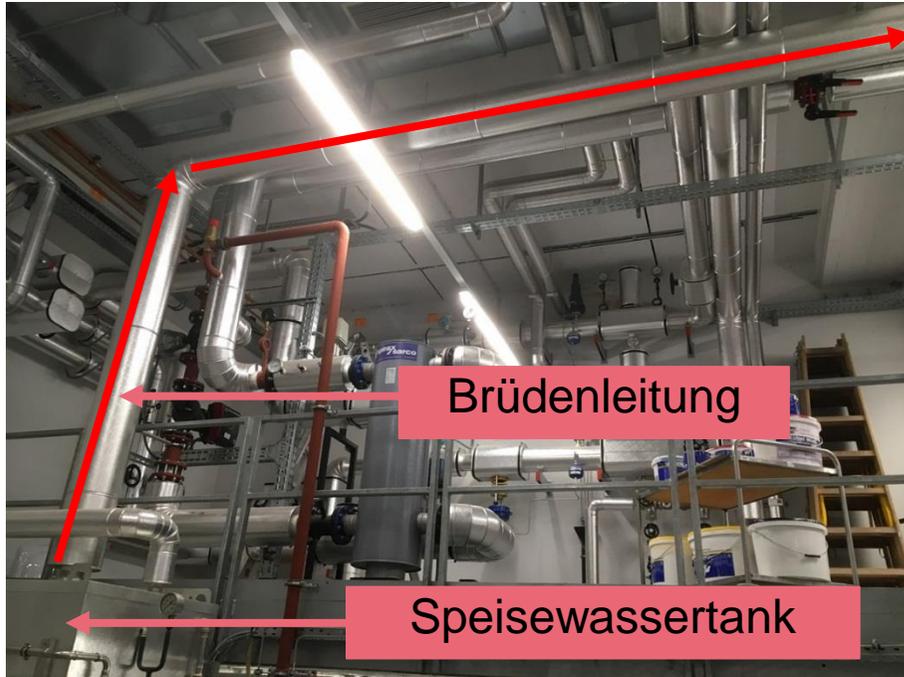
DIN EN 12953-3:2016-12 beachten, „die Anzahl der Anfahrvorgänge vom Nulldruck bis zum vorgesehenen Betriebsdruck (vollständige Druckzyklen) ist ≤ 1000 “

Praxisbeispiel Sauerstoffkorrosion

Sauerstoff zurück geführt

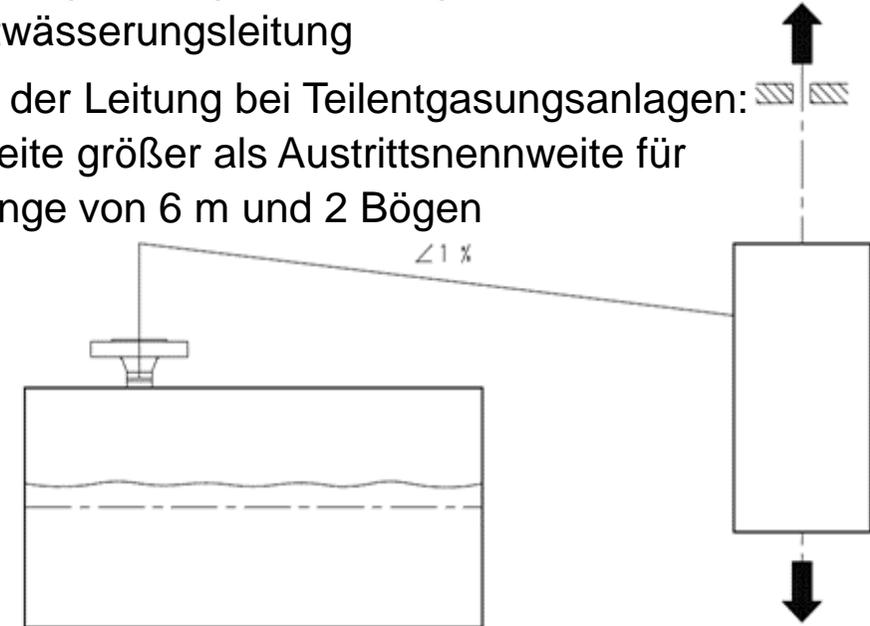
Problem:

- Ungünstige Leitungsführung der Brüdenleitung über mehr als 30 m und ohne Entwässerung
→ Entgaster Sauerstoff kann nicht abgeführt werden und läuft direkt zurück in den Speisewassertank
→ Korrosion vorprogrammiert



Abhilfe:

- ▶ Abfallende Entlüftungsleitung in Richtung Brüden Auslass oder Entwässerungsleitung
- ▶ Dimensionierung der Leitung bei Teilentgasungsanlagen: min. eine Nennweite größer als Austrittsnennweite für eine Anschlusslänge von 6 m und 2 Bögen



Praxisbeispiel Sauerstoffkorrosion

Falsche Konservierung bei längerem Stillstand

Speisewassertank



Kessel



Problem: Falsche Konservierung des Kessels bei längerem Stillstand, z.B. mit DEHA.

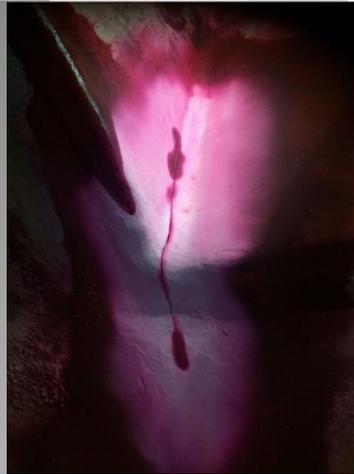
Ergebnis: Sauerstoffkorrosion an wasserberührten Stahlteilen

Abhilfe: Herstelleranweisungen zur Konservierung befolgen oder Service beauftragen.

➔ Betriebsanleitung (Bosch G012)

Praxisbeispiel filmbildende Amine

Achtung bei Salzarmer oder Salzfreier Fahrweise!



Problem:

Amine sammeln sich an Oberflächen und bilden wärmedämmende Schichten aus. Punktuelle Überhitzungen sind die Folge.

Ursache: Bei Überdosierung oder salzarmer Fahrweise tritt der Effekt auf.

Abhilfe: Konventionelle Chemikalien verwenden. Kessel im Beispiel links lief 25 Jahre problemlos. 1 Jahr nach Umstellung auf Amine – Totalschaden.

Praxisbeispiel Leitfähigkeitsproblem Sodaspaltung in Rumänien



	pH la 25°C	K _{88,2} (valoare p)	Săruri alcalino- (dunitate totală °dH)	Substanță fixatoz Na ₂ SO ₃ sau...	Fosfat PO ₄	Conductivitatea la 25°C	Aspect incolor, sau turbure	Total ore de fun
		mmol l	mmol l	mg l	mg l	µS. cm		
		m	n	o	p	q	r	
		mg/L	mg/L					
10	1240	4	30			6220	-k-	
11	960	5	35			5800	-k-	
10	960	4	20			6010	-k-	
12	800	3	25			6020	-k-	
11	1200	2	20			6440	-k-	
12	800	2	10			5360	-k-	
13	640	2	35			2940	-k-	
13	860	1	40			4130	-k-	
13	640	1	10			3600	-k-	
13	570	3	55			2970	-k-	
13	780	2	25			4270	-k-	
12	800	2	50			4570	-k-	

Problem: Starke Schwankungen der Leitfähigkeit. p-Wert bis zu 25 mmol/l (Grenzwert: 1-12 mmol/l). Sodaspaltung wegen schlechter Wasserparameter & -qualität → Kohlensäurekorrosion.

Ursachen: Sehr schlechte Wasserqualität und falsche Chemikalien (beinhalten **Natriumkarbonat** Na₂CO₃)

Abhilfe: Empfehlung aufwändige Wasseraufbereitung vorzusehen mit Enthärtung und Umkehrosmose. Zulässige Dosiermittel verwenden.

Praxisbeispiel Versottung

Brennwerteffekt nur im Edelstahl-Wärmetauscher nutzen!



Taupunkt-Unterschreitung: Korrosion und Verschmutzung des Economisers. Kondensiert das Abgas und das bei der Verbrennung entstehende Wasser bilden sich Säuren.

Abhilfe: Regelung der Abgastemperatur auf definierten Wert über dem Taupunkt (ja nach Brennstoff). Weitere Nutzung der Abgaswärme in Edelstahl-Brennwert-Wärmetauscher.

Praxisbeispiel Entwässerung

Entwässerungsleitungen am Kessel anschließen + frei abführen



Problem: Verlegung der Entwässerungsleitung in die Abschlammleitung.

Abhilfe: Entwässerungsleitungen sollten angeschlossen sein (und nicht per Blindstopfen verschlossen).

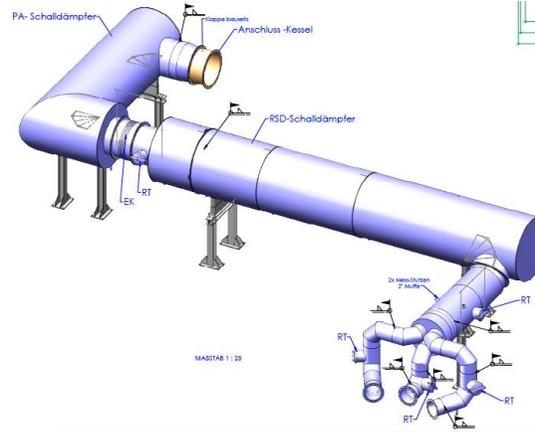
Ebenso ist ein freier Ablauf ohne Rückstau notwendig.

Praxisbeispiel Abgasleitung

Abgasleitung nicht gem. BDH-Infoblatt Nr. 32.



Beispiel 1



Abhilfe:

BDH-Infoblatt Nr. 32 und
Herstellervorgaben
beachten



Beispiel 3

Problem:

Ungünstige Installation
der Abgasführung und
vom Kaminanschluss

Beispiel 2 alt



Beispiel 2 neu



Praxisbeispiel Absicherung Economiser Absperrbar ohne Sicherheitseinrichtung!



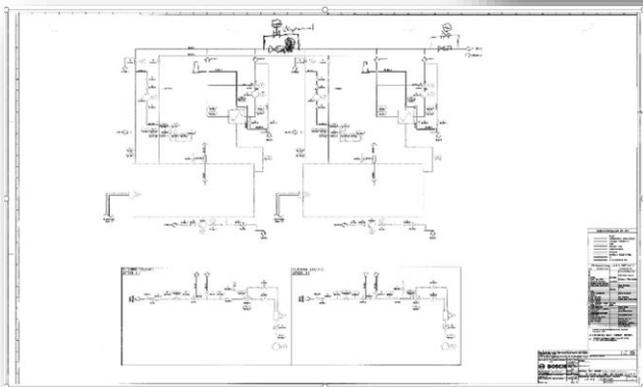
Pressemeldung

23.01.2014

Arbeitsunfall im Heizwerk Wolfgang

Bei einem Arbeitsunfall im Heizwerk Wolfgang ist am Dienstag ein Mitarbeiter der Stadtwerke Hanau schwer verletzt worden. Er musste mit dem Rettungshubschrauber ins Klinikum Offenbach transportiert werden, nachdem er sich mit austretendem Heißwasser verbrüht hatte.

Als Unglücksursache wird ein fehlerhaftes Absperrventil vermutet, dass zu einem Überdruck in der Anlage führte. Die genauen Umstände des Unfalls lassen die Stadtwerke Hanau untersuchen.



Problem:

Lebensgefahr durch
absperrbarer Wärmetauscher
ohne Sicherheitseinrichtung

Abhilfe:

Grundsätzlich eine
Sicherheitsventil vorsehen

Praxisbeispiel Wassermangel

Fetteinbruch dadurch leitfähiger Schaum im Schutzrohr

Kessel 10t/h 10bar



Problem:

Fetteinbruch durch Defekt in der Schwartenschmelze

Abhilfe:

Überwachungseinrichtung für das Kondensat vorsehen (Trübung und oder Leitfähigkeit)

Praxisbeispiel mangelhafte Funktion

Mengenmessung nicht korrekt



Problem

Keine ausreichende Ein- und Auslaufstrecke beachtet

Abhilfe:

Vorgaben für den Einsatz der Messgeräte beachten

Praxisbeispiel fehlende Prüfungen

Dampfspeicher erfordert erhöhte Aufmerksamkeit



Problem:

Zerknall eins Dampfspeichers

Fehlende wiederkehrende Prüfungen
durch Betreiber

Abhilfe:

Inneren Prüfung abhängig von
Auslegungsrichtlinie konsequent
einhalten (siehe nächste Folie)

Praxisbeispiel fehlende Prüfungen

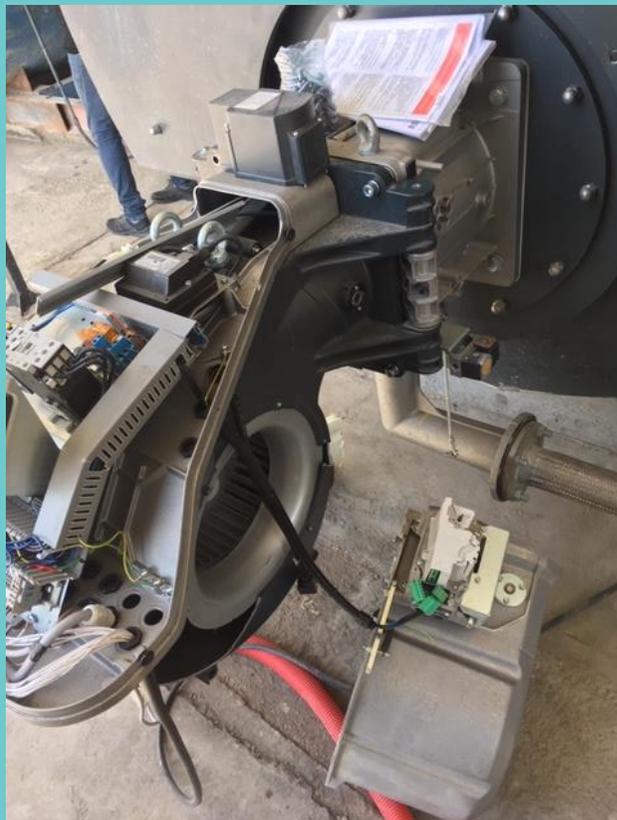
Dampfspeicher erfordert erhöhte Aufmerksamkeit

- ▶ **Grenzen der Auslegung liegen folgende Lastparameter zugrunde:**
 - ▶ Mindestens 10 Jahre Lebensdauer nach AD 2000 Merkblatt S1
 - ▶ 4 Minuten Zykluszeit für Be- und Entladevorgang
 - ▶ 3 bar max. Schwankungsbreite zwischen Be- und Entladevorgang
 - ▶ 220 Betriebstage pro Jahr
 - ▶ 8 Stunden pro Betriebstag
 - ▶ = 264.000 Lastzyklen
- ➔ Kritische Belastung: Druckwechselbeanspruchung

- ▶ **Zeitpunkt der inneren Prüfung abhängig von Auslegungsrichtlinie**
- ▶ TRBS 1201-2: Innere Prüfung spätestens bei Erreichen der zul. Lastwechsel
- ▶ AD 2000 Merkblatt S2: Innere Prüfung nach Erreichen der Hälfte der zul. Lastwechsel
- ▶ EN 13445-3: Innere Prüfung nach 20 % der zulässigen Lastwechsel
- ▶ Liegt keine Angabe der zul. Lastspielzahlen bei älteren Behältern, oder sogar neu in Verkehr gebrachten Druckgeräten vor: Ggf. eine Neubewertung des Druckbehälters erforderlich

Praxisbeispiel Verpuffung Gasdoppelmagnetventil falsch angeschlossen

06.08.2019



Abhilfe:

Elektrische Verkabelung nur nach
Schaltplan durchführen

Praxisbeispiel Wassermangel

Kessel 10t/h 22bar

2013

Aussage vom Kunden: „Mein neuer Kessel ist kaputt!“



Der 2. in Betrieb befindliche Kessel mit der Herstellnummer 25000 ist Baujahr 1959!



Praxisbeispiel einfache Technik Anlage in Turkmenistan



Verbrennungs Management = Ein Mann ein Hebel!

Praxisbeispiel alles zu alt Modernisieren oder Erneuern?



Praxisbeispiel alles zu alt Modernisieren oder Erneuern?



WWW.BOSCH-INDUSTRIAL.COM