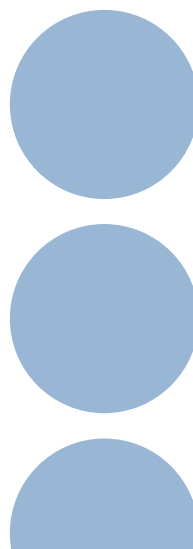


Ofenanlagen – Betrieb und Instandhaltung

ID 081363a



1

Hinweise zum Urheberrecht

Die Unterlagen zum Seminar sind urheberrechtlich geschützt und ausschließlich für Seminare der Berufsgenossenschaft Holz und Metall erstellt worden.

Bitte fertigen Sie keine Fotos oder andere Kopien von im Seminar verwendeten Medien an.



Unterlagen, die wir Ihnen zur Mitnahme oder zum Download zur Verfügung stellen, sind für Ihre Arbeit im Betrieb bestimmt.

Bitte geben Sie diese Unterlagen nicht an Personen außerhalb Ihres Betriebs weiter.



Bereitgestellte Arbeitsmaterialien, z. B. für Gruppenarbeiten, sind Eigentum der Berufsgenossenschaft Holz und Metall und müssen in der Bildungsstätte verbleiben. Die Mitnahme sowie das Kopieren der Materialien ist unzulässig.

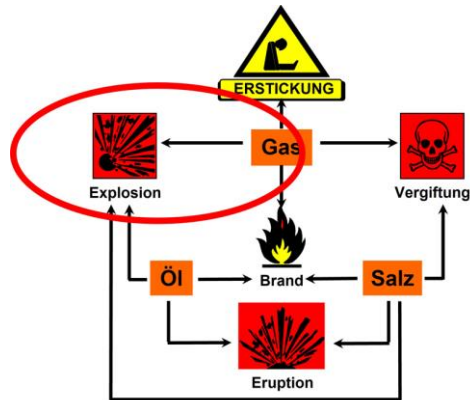


Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit und Ihr Verständnis!

ID 123456

2

Gefährdungen in Wärmebehandlungsbetrieben

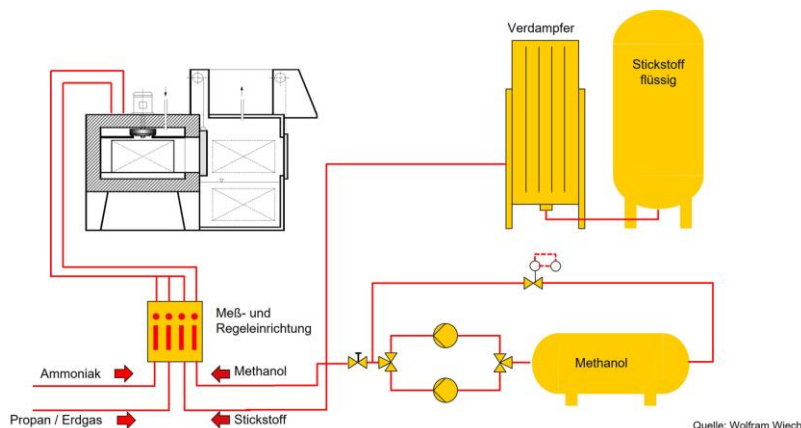


Quelle: AWT Sicherheitstechnische Empfehlungen

ID 081364c

3

Stickstoff-Methanol-Begasung

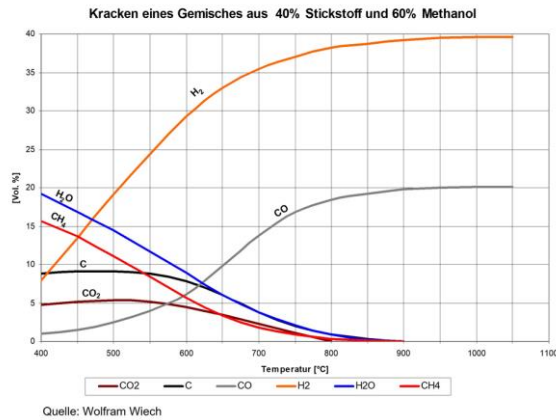


Quelle: Wolfram Wiech

ID 081373

4

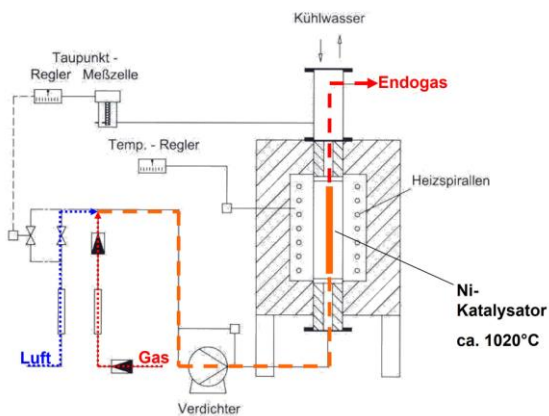
Stickstoff – Methanol – Begasung



ID 081374

5

Endogasgenerator mit elektrischer Beheizung



ID 081375

6

Gebräuchliche Gase/Stoffe Einsatzhärten/Aufkohlen

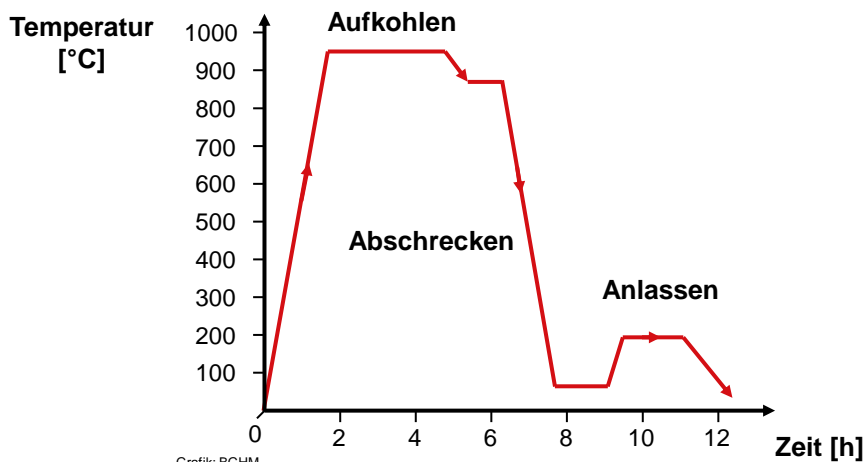
Endogas aus Erdgas ca. 20 % CO, 40 % H₂, 40 % N₂

Endogas aus Propan ca. 23 % CO, 31 % H₂, 46 % N₂

ID 081365

7

Aufkohlvorgang – Temperatur- Zeitverlauf



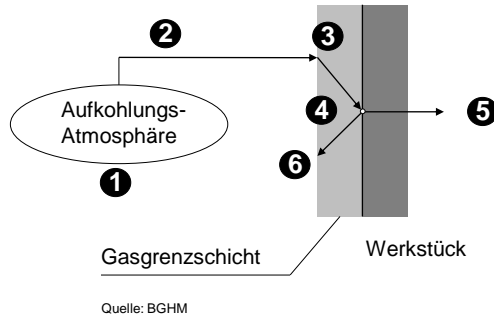
ID 081476

8

Aufkohlen

Phasen des C-Übergangs aus der Gasphase (schematisch)

- ➊ Homogene Atmosphärenbildung
- ➋ Gastransport zur Werkstückoberfläche
- ➌ Diffusion durch Gasgrenzschicht
- ➍ C-Adsorption und Grenzflächenreaktion
- ➎ C-Diffusion / Werkstück
- ➏ Desorption / Rückdiffusion $\text{H}_2\text{O} / \text{CO}_2 / \text{H}_2$



ID 081463

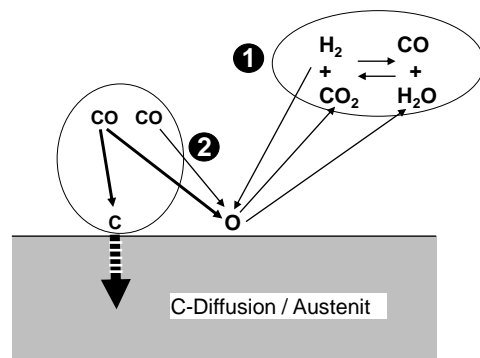
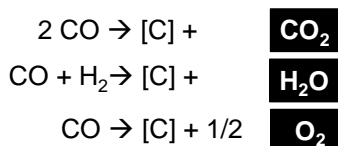
9

Reaktionsschema C-Übergang/Gasaufkohlung

Stoffübergang durch CO-Zerfall

- ➊ **Reaktion 1** (Gasatmosphäre):
Homogene Wassergasreaktion
- ➋ **Reaktion 2** (CO-Zerfall):
Boudouard-Reaktion

Gesetzmäßigkeiten zur
indirekten C-Pegelbestimmung:

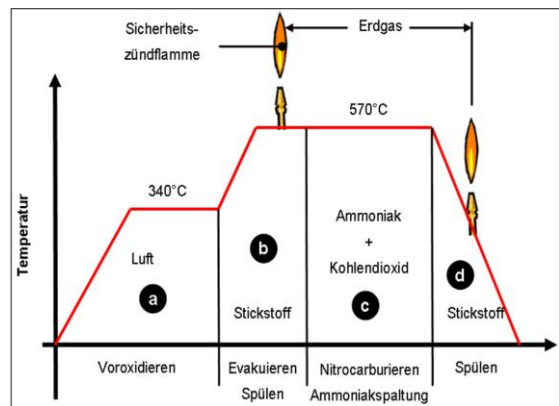


ID 081464

10

Nitrieren Verfahrensablauf

- Aufheizen auf 340°C und halten unter Luft auf 340°C (Voroxydation).
- Aufheizen auf 570°C und Spülen mit Stickstoff (N₂/ 5-faches Volumen).
- Ammoniak (NH₃) und Kohlendioxid (CO₂) spalten sich an der Oberfläche auf, dabei entsteht H₂ und CO.
- Der Ofen wird abgekühlt und mit Stickstoff gespült (5-faches Volumen).



Quelle: BGHM

ID 081376

11

Nitrieren, verwendete Medien und ihr Zweck

Folgende Gase werden beim Nitrieren bzw. Nitrocarburieren verwendet.

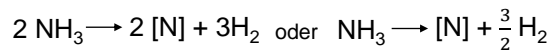
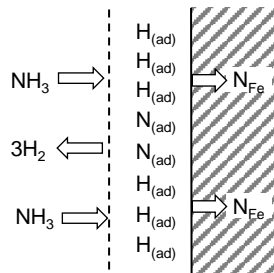
Prozessgase:

Ammoniak – NH ₃ :	ab ca. 400°C spaltet Ammoniak zu Stickstoff und Wasserstoff (N + 1,5*H ₂) Harte Oberfläche durch Nitride
Stickstoff – N ₂ :	zur Regelung, als Spülgas, als Sicherheitsgas
Kohlendioxid – CO ₂ :	spaltet sich in Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O ₂). Der Kohlenstoff bildet in Verbindung mit Stickstoff Carbonitride
Luft (Umgebungsluft):	Voroxydieren der Oberfläche, daraus ergibt sich eine kürzere Nitrierdauer
Wasser – H ₂ O:	zur Nachoxydation. Ergibt eine optisch ansprechende schwarze Oberfläche

ID 081377

12

Nitrieren



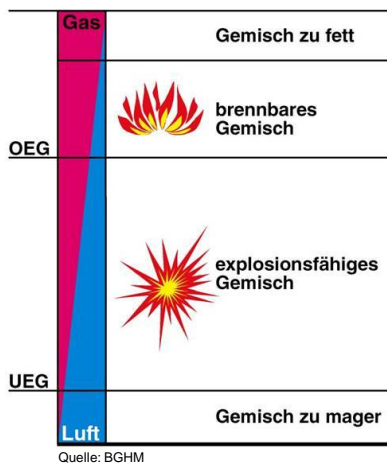
$$K_N = \frac{p_{\text{NH}_3}}{p_{\frac{3}{2}} \text{H}_2}$$

Quelle: BGHM

ID 081465

13

Zündfähigkeit eines Gasgemisches



Quelle: BGHM

ID 000896c

14

Gasalarm - Ursachen

- Fehlalarm:
 - Fehlfunktion von Sensoren
 - Verwendung lösungsmittelhaltiger Kleber, Reiniger
 - Staub in der Luft, Instandhaltungstätigkeiten
 - ...

ACHTUNG: immer von einem echten Alarm ausgehen!

- Testalarm: Tests sollten vorher angekündigt werden
Ausnahme: nicht angekündigte Übung unter Beobachtung
- Alarm: Nach Alarmplan vorgehen

ID 081466

15

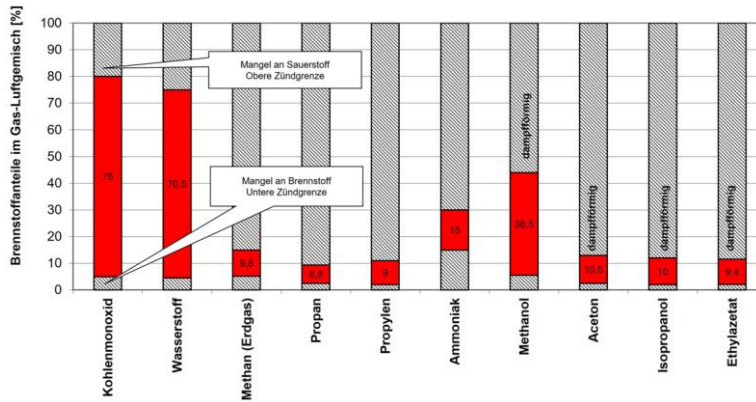
Gasalarm - Verhaltensregeln

- Gasmelder geben Alarm
(Sind Gasmelder vorhanden, ausreichend gewartet, kalibriert, an der richtigen Stelle?)
- bei Gasvoralarm, z. B. 10% UEG, für Belüftung sorgen und nach der Ursache suchen
(Wer kann das?)
- bei Gasalarm, z. B. 20% UEG, Halle räumen
(Wer darf das?)
- Alarmierung entlang der Meldekette
(Plan vorhanden, geübt?)
- bei Explosionsgefahr: brennbare Medien absperren
 - Erdgas, Propan, Methanol, Butan, Ammoniak, ...*(Weiß jeder wo? Zentral oder am Ofen? Wer darf das? Welche Konsequenzen hat das für Material, Mitarbeiter?)*
Wer gibt irgendwann die Halle wieder frei?

ID 081467

16

Zündbereiche

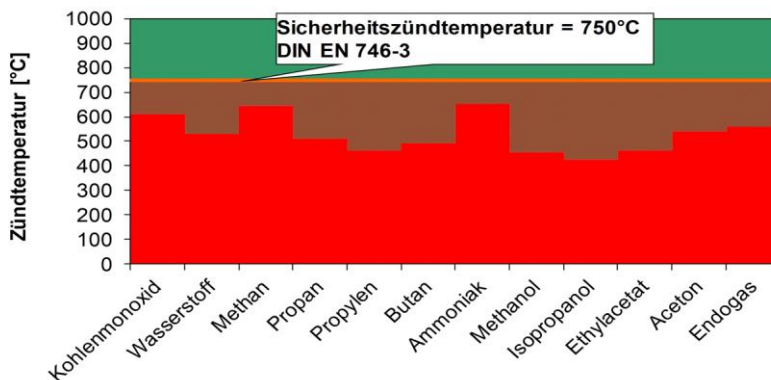


Quelle: AWT Sicherheitstechnische Empfehlungen

ID 081386

17

Zündtemperatur

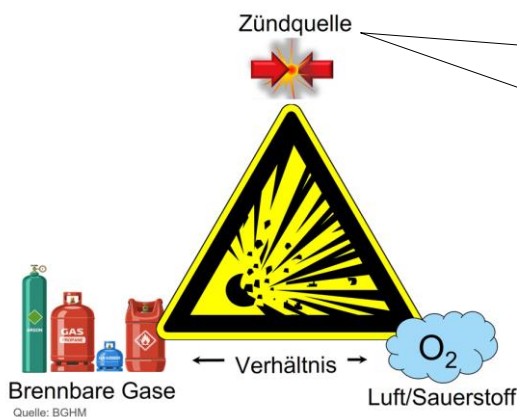


Quelle: AWT Sicherheitstechnische Empfehlungen

ID 081387

18

Voraussetzungen für eine Explosion



- elektrisch erzeugte Funken
- heiße Oberflächen
- statische Elektrizität (Funkenentladung)
- mechanisch erzeugte Funken
- ...

ID 081389

19

Explosionsschutz Realisierung

→ Daher arbeitet der Explosionsschutz grundsätzlich mit folgenden Prinzipien:

- Maßnahmen, welche eine Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken (**primärer Explosionsschutz**)
- Maßnahmen, welche die Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern (sekundärer Explosionsschutz)
- Konstruktive Maßnahmen, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken

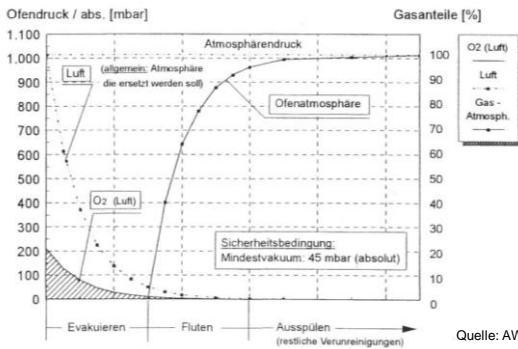


ID 081390

20

Atmosphärenwechsel

Evakuieren (Sicherheitsvakuum) und Fluten auf Atmosphärendruck

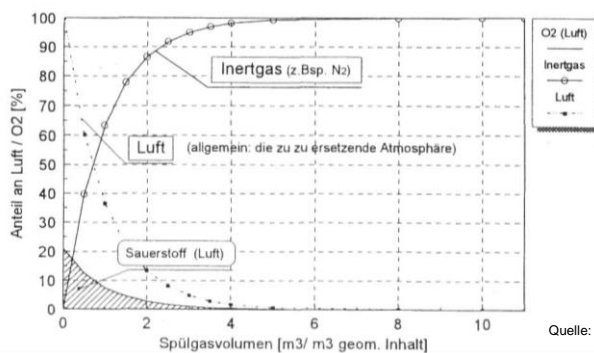


ID 081410

22

Atmosphärenwechsel

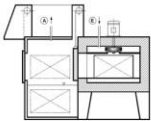
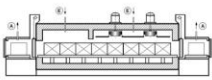
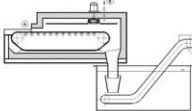
Spülen ohne Verbrennungsphase unter Verwendung eines Inertgases (z.Bsp. N₂)



ID 081468

23

Ofentypen

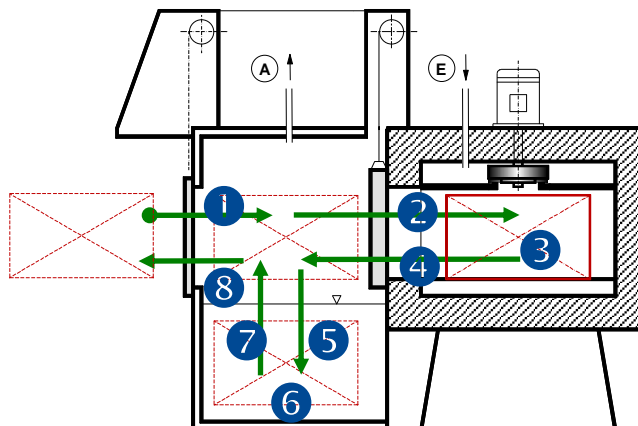
Betrieb	diskontinuierlich Einhargenbetrieb	quasikontinuierlich Mehrchargenbetrieb	kontinuierlich ununterbrochener Produktionsfluss
Ofentypen	Einkammerofen Schachtofen Haubenofen ...	Durchstoßanlage Ring-, Drehherdofen ...	Bandofen Schüttelherdofen ...
Beispiel			

Quelle: AWT Sicherheitstechnische Empfehlungen

ID 081392

24

Ablauf an Kammeröfen

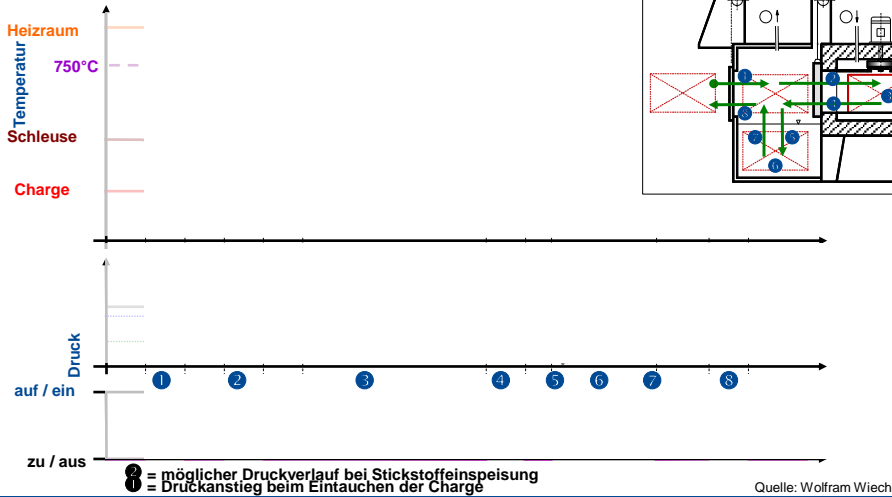


Quelle: AWT Sicherheitstechnische Empfehlungen

ID 081393

25

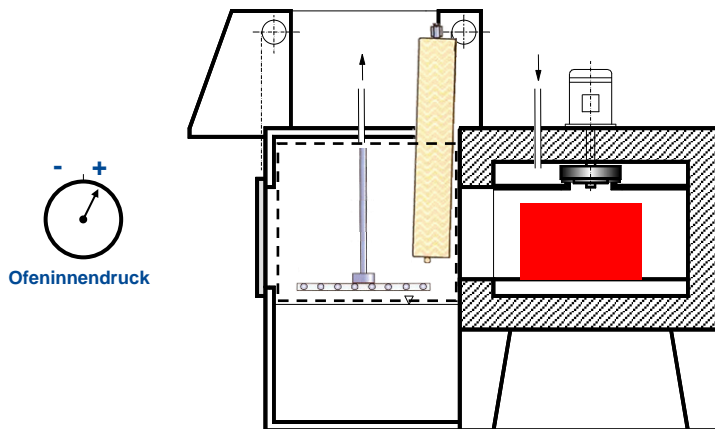
Gasaustausch in der Schleuse



ID 081395

26

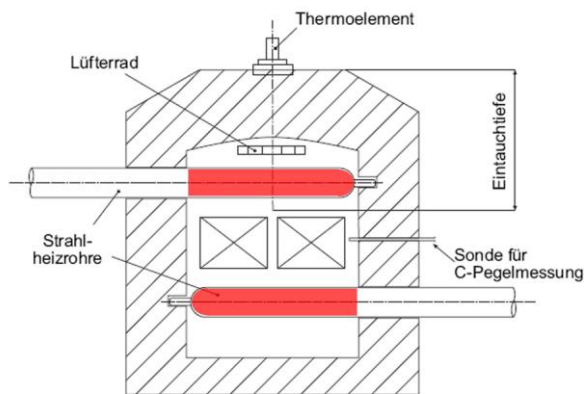
Gasaustausch in der Schleuse



ID 081469

27

Sicherheitstemperatur Brenner

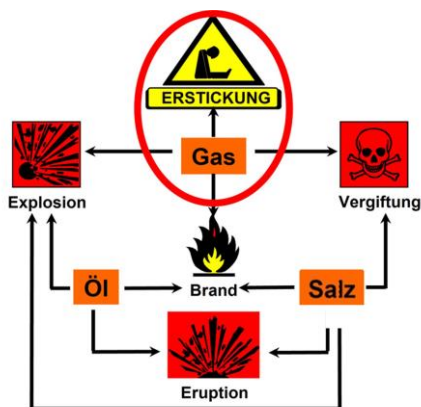


Quelle: BGHM

ID 081396

28

Gefährdungen in Wärmebehandlungsbetrieben

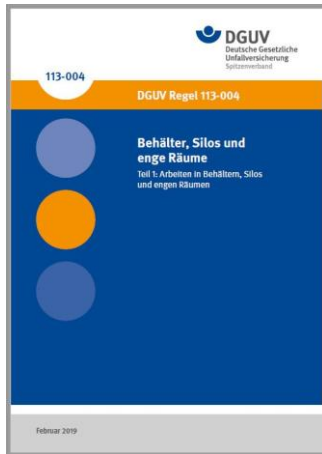


Quelle: AWT Sicherheitstechnische Empfehlungen

ID 081364b

29

Befahrschein



Anhang 1

Mustererlaubnischein

Hinweis: Dieses Muster kann entsprechend den betrieblichen Verhältnissen und auftretenden Gefährdungen ergänzt oder verkürzt werden.

Betrieb

Behälter/enger Raum
Geplante Arbeiten
Aufsichtführende/r
Sicherungsstellen

Maßnahmen gegen Gefährdungen, die durch die geplanten Arbeitsverfahren auftreten, sind zwischen Aufsichtführendem und ausführendem Bereich/Unternehmen gemeinsam abzustimmen (z. B. bei Oberflächenbehandlungen oder Schweißarbeiten)

- 1 Vorbereitende Maßnahmen
- 1.1 Information an andere Betriebe ☐ nein ☐ ja
- 1.2 Behälter enthielt/enthält
- 1.3 Behälter entleeren ☐ nein ☐ ja
- 1.4 Behälter spülen/reinigen ☐ nein ☐ ja
- 1.5 Behälter abtrennen ☐ nein ☐ ja
durch Entfernen von Passthroughs
durch Setzen von Blindscheiben
durch sonstige Maßnahmen
- 1.6 Behälter belüften ☐ nein ☐ ja
Belüftungsanordnung

Quelle: Auszug aus DGUV-Regel 113-004, Teil 1

ID 081371

30

Befahrschein nach DGUV Regel 113-004

Folgende Fragen müssen geklärt sein!

Welche Arbeiten werden an welcher Anlage durchgeführt?

Wer führt die Aufsicht und wer sichert?

1. Welche Schutzmaßnahmen wurden gegen Stoffe und Sauerstoffmangel getroffen?
2. Welche Schutzmaßnahmen wurden gegen Abstürze getroffen?
3. Welche Maßnahmen zu einer möglichen Rettung sind verfügbar?

ID 081470b

31

Befahrschein nach DGUV Regel 113-004

4. Welche Explosionsschutzmaßnahmen wurden getroffen?
5. Welche Schutzmaßnahmen wurden gegen elektrische Gefährdungen getroffen?
6. Welche Schutzmaßnahmen wurden gegen mechanische Gefährdungen getroffen?

Wurden alle Schutzmaßnahmen ausgeführt?

Wurde die Freigabe von einer befähigten und einer verantwortlichen Person erteilt?

Wann wurden die Maßnahmen abgeschlossen und die Schutzmaßnahmen abgestellt?

ID 081470c

32

Befahrschein nach DGUV Regel 113-004 - Gefährdungen

Unzureichende Abtrennung von Medien dadurch besteht u.a.

- Explosionsgefahr
- Vergiftung und Erstickung

Mechanische Gefährdung durch:

- bewegte Teile

Gefährdung durch Gefahrstoffe durch:

- Ablagerung von Stäuben, Ölen
- Dämmstoffen

Weitere Gefährdungen:

- elektrische Gefährdung
- Rettung aus Anlage nicht möglich
- heiße Oberflächen und hohe Umgebungstemperaturen
- erhöhte körperliche Belastung



ID 081471

33

Befahrschein nach DGUV Regel 113-004 - Schutzmaßnahmen

- **Unterweisung** aller an den Arbeiten beteiligten Personen
- vorhandenes **Rettungskonzept** – Notwendiges Material muss vorhanden sein
- die festgelegten Rettungsmaßnahmen sind von den für die **Rettung** vorgesehenen Personen zu **trainieren**.
- **Aufsichtführender** - hat die Einhaltung der festgelegten Schutzmaßnahmen zu überwachen
- **Sicherungsposten** - Ständige Verbindung zu Personen im Behälter, kann Hilfe herbeirufen, ist mit Rettungsmaßnahmen vertraut

ID 081470

34

Befahrschein nach DGUV Regel 113-004 - Schutzmaßnahmen

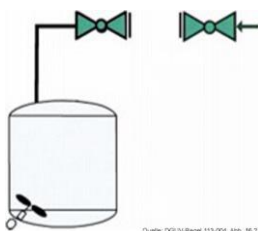
- **Erlaubnisschein** - Ausstellen vor Beginn der Arbeiten, Schutzmaßnahmen müssen festgelegt sein
- **Beginn der Arbeiten** - Aufsichtsführende hat festgelegte Schutzmaßnahmen überprüft, Mitarbeiter sind unterwiesen
- **Aufhebung der Schutzmaßnahmen**
Schutzmaßnahmen dürfen erst aufgehoben werden, wenn die Arbeiten in Behältern abgeschlossen sind und alle Personen den Behälter verlassen haben

ID 081470a

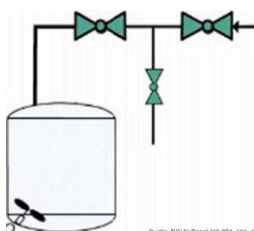
35

Befahrschein nach DGUV Regel 113-004 - Schutzmaßnahmen

Abtrennen der Behälter und engen Räume:



Entfernen Zwischenstück
und Setzen von Blind-
flanschen



Zwischenentlüftung



Steckscheibe

ID 081472

36

Sicherheitseinrichtungen

Passtücke



ID 081404

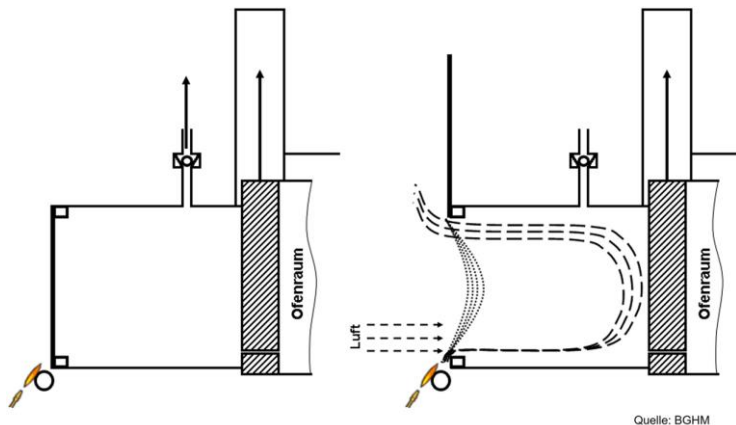
37

Weitere Sicherheitseinrichtungen

ID 081473

38

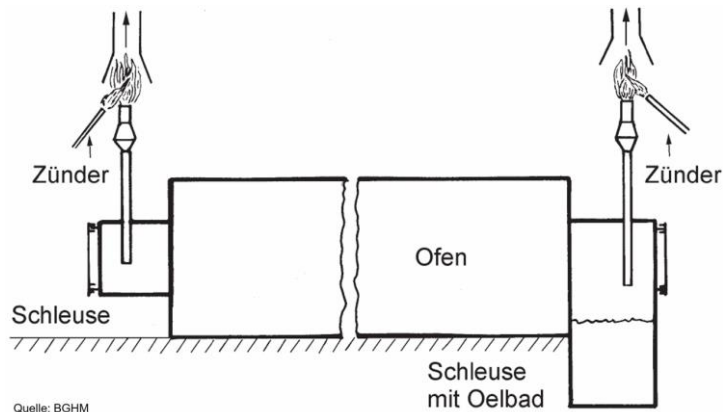
Zündbrenner + Gasschleier



ID 081397

39

Umfeld – Gezielte Schutzgasabführung



ID 081398

40

Druckanzeige Vorkammer

Kennt/weiß jeder:

- Wann welcher Druck?
- Wie zu prüfen ob Anzeige richtig?
- Zur Prüfung welches Ventils?
- Welche Geräusche passend zur Druckanzeige?

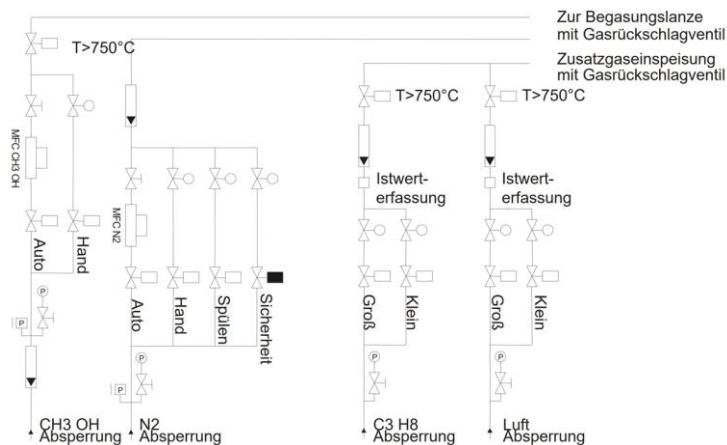
Wenn Maximum überschritten wird
sind evtl. die Gestra-Klappen dicht,
größere Stichflammen sind die erste
Folge hiervon!



ID 081474

41

Sicherheitseinrichtungen



Quelle: Thomas Scholz

ID 081400

42

Sicherheitseinrichtungen

Durchflussüberwachung von Inertgasen beim Spülen von Ofenanlagen



Quelle: Thomas Scholz

ID 081402

43

Sicherheitseinrichtungen

Doppelte Magnetventile in
Gasleitungen



ID 081403

44

Sicherheitseinrichtungen

Spülzeitenüberwachung mit
mechanischer Schaltuhr
zusätzlich zur SPS



ID 081405

45

Sicherheitseinrichtungen

Separate Regler für Übertemperatur,
Sicherheitstemperatur



ID 081406