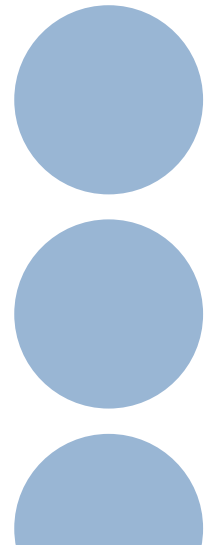


# Gefahren durch Restenergie bei der Instandhaltung

ID 043926



1

## Inhalt

### Rechtliche Grundlagen

- Maschinenrichtlinie
- Betriebssicherheitsverordnung

### Beispiele & Schutzmaßnahmen

- Hydraulik
- Pneumatik
- Mechanik
- Elektrik

ID 043927

2

## Energieformen

- potentielle Energie:  $E = m \cdot g \cdot h$
- Druckenergie:  $E = p \cdot \Delta V$
- kinetische Energie:  $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- elektrische Energie:  $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$
- Spannenergie:  $E = \frac{1}{2} \cdot D \cdot \Delta l^2$



Grafiken: BGHM

[J = kg·m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> = Nm = Ws]

ID 043928

3

## Rechtliche Grundlagen

- Maschinenrichtlinie
- Betriebssicherheitsverordnung

ID 000151

4



## Hersteller

- **Restenergie** muss ohne Risiko für Personen **abgeleitet** werden können
- Beispiele für Ausnahmen:
  - Energie zum Halten von Teilen in ihrer Position
  - Energie zum Sichern von Daten
  - Energie für die Beleuchtung innen liegender Teile
- **besondere Vorkehrungen für die Sicherheit des Personals!**
- Anleitung zum erforderlichen Vorgehen bei Unfällen oder Störungen



(2006/42/EG, Anhang I Abschnitt 1.6.3 und 1.7.4)

ID 043929

5



## Betreiber: Schutzmaßnahmen bei Gefährdungen durch Restenergie

- gefährliche **elektrostatische** Aufladung
  - Vermeidung/ Begrenzung durch Gestaltung des Arbeitsmittels
  - Einrichtungen zum Ableiten solcher Aufladungen wenn nicht vermeidbar
- Arbeitsmittel mit **Energiespeichern**
  - Gekennzeichnete Einrichtungen mit denen diese Systeme **energiefrei** gemacht werden können.
  - wenn vollständiges Energiefreimachen nicht möglich:
    - entsprechende Gefahrenhinweise an den Arbeitsmitteln



(§ 8 BetrSichV)

ID 043930

6

## Betreiber: Instandhaltung und Änderung von Arbeitsmitteln

Gefährdungen vermeiden, u. a. durch:

- bewegte oder angehobene Arbeitsmittel oder deren Teile
- gefährliche **Energien** oder Stoffe
- andere geeignete Maßnahmen, wenn Arbeiten unter:
  - ganz oder teilweise außer Betrieb gesetzte technische Schutzmaßnahmen
  - Gefährdung durch Energie



(§ 10 BetrSichV)

ID 043931

7

## Betreiber: Besondere Betriebszustände, -störungen

- Arbeiten unter Gefährdung durch Energie nur von **fachkundigen Personen**
- Gefahrenbereiche festlegen, insbesondere bei:
  - Rüst- und Einrichtungsarbeiten
  - Erprobung
  - Prüfung von Arbeitsmitteln
  - Fehlersuche
- Ausreichende Schutzmaßnahmen beim Aufenthalt im Gefahrenbereich von Arbeitsmitteln erforderlich



(§ 11 BetrSichV)

ID 043932

8

## Beispiele und Schutzmaßnahmen

- Hydraulik 
- Pneumatik 
- Mechanik 
- Elektronik 

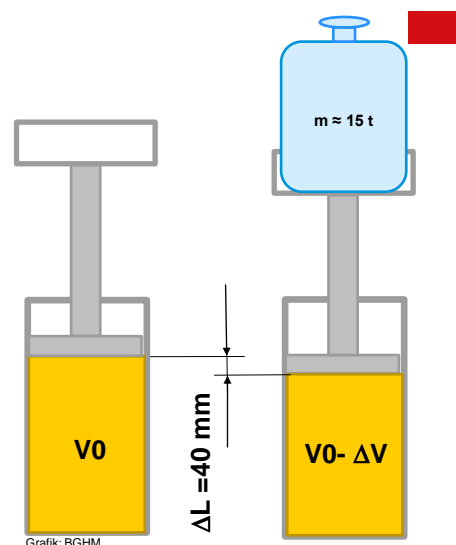
ID 042310

9

## Hydraulikflüssigkeit

Hydraulikflüssigkeit wird mit zunehmenden Druck **kompressibler**:

- bei 100 bar etwa 0,8 % Volumenänderung
  - bei 300 bar etwa 2 % Volumenänderung
  - bei 500 bar etwa 3 % Volumenänderung,
- d. h. zunehmende **gespeicherte Energie**.



Grafik: BGHM

ID 043933

11

## Hydraulikflüssigkeit

- Hochgehaltene Lasten (Fördergut, Maschinenteile,...) ablassen, sichern oder abstützen
- Restdrücke in eingespannten Flüssigkeitssäulen abbauen
- weitere Informationen



ID 043934

12

## Hydraulische Presse

- Arbeiten am eingebauten Werkzeug (Tischtiefe > 800 mm und Hubhöhe > 500 mm)
- vorhandene Einrichtung gegen Absinken des Stößels
- Abstützung, die auftretende Kräfte aufnehmen kann

(DGUV Regel 100-500 „Pressen der Metallbe- und -verarbeitung“, Kap. 3.6 Instandhaltung)

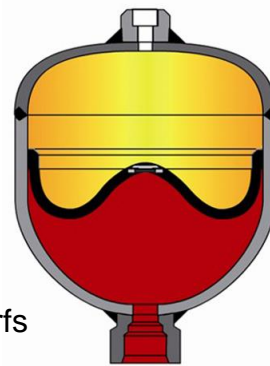


ID 043935

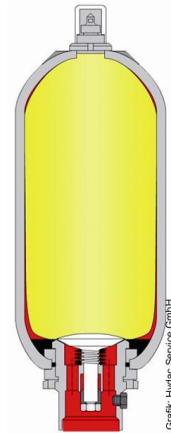
13

## Sinn und Zweck von Hydrospeicheranlagen

- Kompensation von Leckagen
- Gewichtsausgleich
- Energiespeicher
- Notfunktion
- Pulsationsdämpfung
- Druckstoßdämpfung
- Deckung kurzzeitigen Volumenstrombedarfs



Membranspeicher, gefüllt



Blasenspeicher, leer

ID 041925

14

## Personenschutzmaßnahmen bei Druckprüfungen

- Absperrmaßnahmen
- möglichst wenig Personal in der Nähe des abgesperrten Bereiches
- zusätzlicher Warn- und Hinweisschilder insbesondere an **Zugängen** zum gefährdeten Bereich
- ggf. Sicherungsposten **aufstellen**
- ggf. Personen in benachbarten Gebäuden bzw. Anlagen informieren



**Achtung!**  
**Gasdruckprüfungen!**

(Verbotsschild D006 +  
Hinweisschild)

(DGUV-Information 213-062 „Druckprüfungen von Druckbehältern und Rohrleitungen“; Abschnitt 5.1.4)

ID 043937

16

## Kennzeichnungsbeispiel gespeicherter Energie



ID 042331

17

## Weiterführende Informationen

- DGUV Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“  
→ [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 594 oder 239
- FBHM-046 „Hydropneumatische Druckspeicher“  
→ [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode: 594 oder 626



Quelle: [www.bghm.de](http://www.bghm.de)



ID 042286

18



## Anwendungsbeispiele von Pneumatik

- Druckluftmotoren  
z. B. Drucklufthammer, Druckluftschauber
  - Pneumatikzylinder  
z. B. zum Einspannen von Werkstücken
  - Pneumatischer Muskel
- hohe Stellgeschwindigkeiten  
→ kompressibles Medium



Beispiel: Leiterplattenhandling

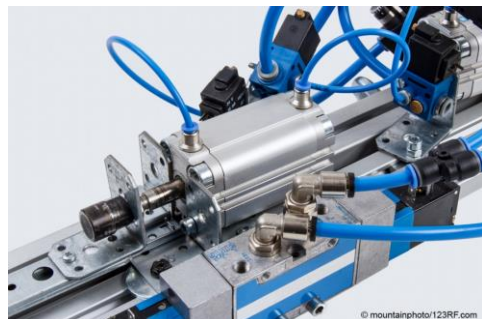
→ **Druckluft kann sehr viel Energie enthalten!**

ID 043938

19

## Pneumatikzylinder an industriellen Schweißvorrichtungen

- Ausübung von Anpressdruck durch Druckluft für
  - saubere Schweißnähte
  - Ausgleich von Toleranzen
- Störung: Zylinderblockade durch Schweißperlen
- Schutzmaßnahmen gegen Restenergie:
  - Abgleich von Steuerungs- und Sensordaten



ID 043939

20

## Weiterführende Informationen

- DIN EN ISO 4414:  
„Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatik-Anlagen und deren Bauteile“
- [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 594
  - FBHM-065 – „Prüfliste Pneumatik-Ausrüstung“
  - FBHM-076 – „Pneumatische Impulsventile“
  - FBHM-091 – „Ortsbindung der Bedienperson“



Quelle: [www.BGHM.de](http://www.BGHM.de) / webcode: 626

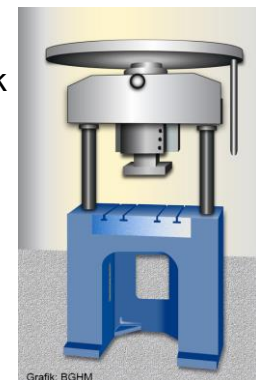


ID 042311

## Mechanisch: z. B. Spannenergie an Werkstattpresse

Gefahr durch Presskräfte:

- herumfliegende Splitter durch einen „Bart“ am Druckstück
- ungeeignete, gestapelte Auflagen können durch Presskräfte herausgeschleudert/ -geschert werden
- geeignete, fangende Schutzeinrichtungen, z. B. aus bruchsicherem Kunststoff (Polycarbonat)



ID 043940

## Mechanische Sicherung an einer Scherenhubarbeitsbühne



ID 043942

24

## Industrieroboter

- entlasten der Energiespeicher (**mechanische Federn**, Druckspeicher)
- Achsen, die durch Schwerkraft herabsinken oder herabfallen können
  - bei Gefährdung im Normalbetrieb:  
z. B. zyklischer Bremsentest, redundante Bremsen, automatische Absteckvorrichtungen
  - zusätzliche Sicherung für Instandhaltungsarbeiten:  
z. B. durch Unterbauen oder Abstecken



Foto: Fibro Lappe Technology GmbH

(DGUV Information 209-074 Industrieroboter)



ID 043943

25

## Restenergie in Kondensatoren

- gefährliche Spannungen, auch wenn das Gerät nicht in Betrieb und vom Netz getrennt ist
- Betriebsanleitung beachten
- Gerät frühestens 5 min nach dem Abschalten der Versorgungsspannung öffnen
- Spannungsfreiheit von Leiter gegen Leiter und Leiter gegen Schutzleiter prüfen
- Prüfen ob vorhandene Hilfsspannungskreise spannungsfrei sind

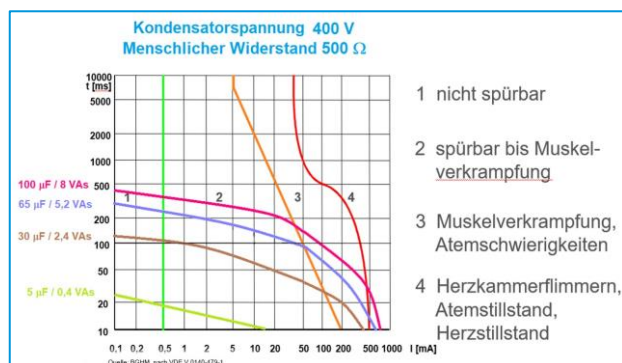
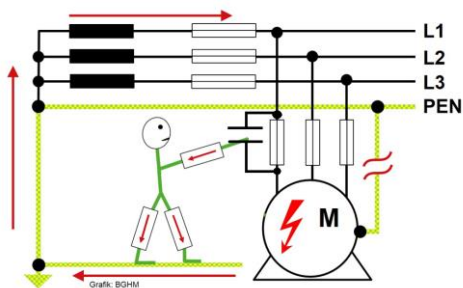


ID 043945

27

## Restenergie Wel. in Kondensatoren

$$\text{Wel.} = \frac{1}{2} C U^2 \text{ ( VAs = J )}$$



ID 043946

28