

Gestaltung sicherer Instandhaltung

- technische Aspekte
- organisatorische Aspekte
- personelle Aspekte



Quelle: © Orlando Florin Rose - Fotolia.com

ID 042060

1

Bewegliche Verdeckung



ID 011159a

3

Unfall an Bearbeitungszentrum



ID 042059

4

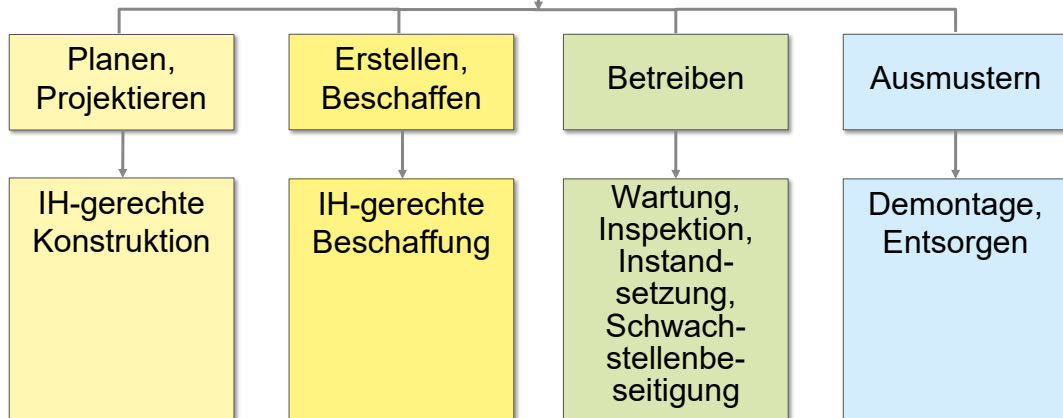
Reinigungsanlage nach Schweißarbeiten



ID 034445

5

Aufgaben der Instandhaltung



Quelle: nach VDI 2887

ID 034447

6

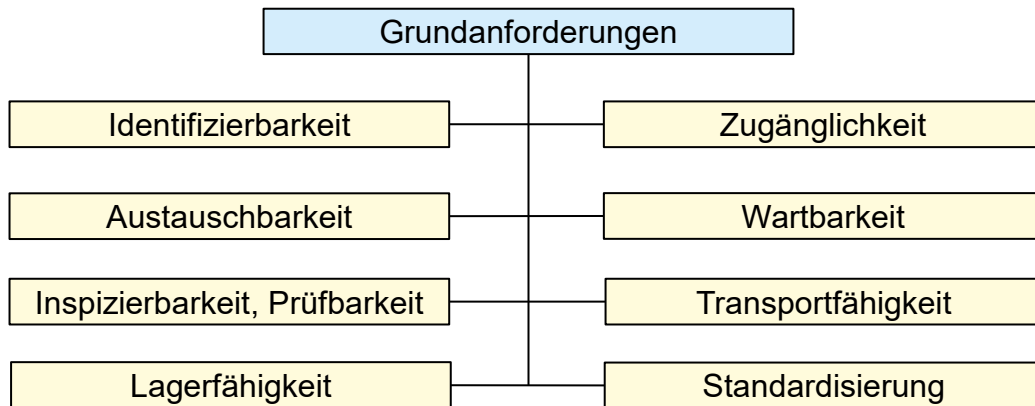
Sichere Instandhaltung



ID 034446

7

Instandhaltungsgerechte Konstruktion

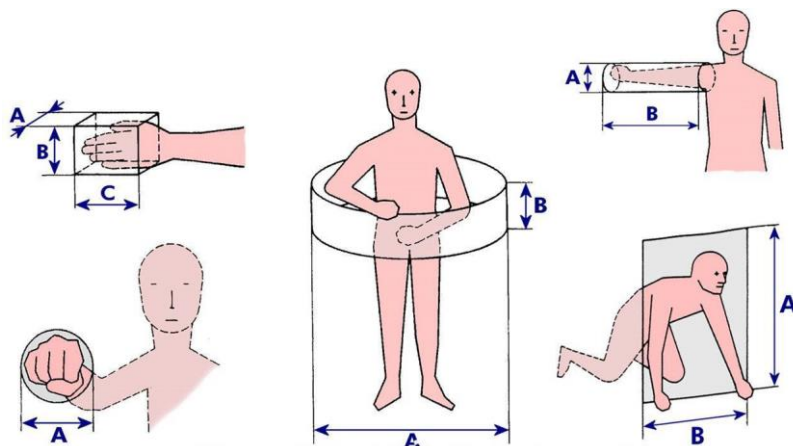


Quelle: nach VDI 2246 Blatt 2

ID 034448

9

Instandhaltungsgerechte Konstruktion: Zugang




Grafiken: DIN EN 547-1:2009-01, S. 10 / DIN EN 547-2:2009-01, S. 9, S. 10

ID 034449

10

Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse FMEA

- 
- **Fehleranalyse**
 - Fehlermöglichkeiten
 - Auswirkungen
 - Ursachen
 - **Risikobeurteilung**
 - Wahrscheinlichkeit
 - Bedeutung
 - Entdeckungsmöglichkeit
 - **Lösungen und Maßnahmen**
 - **Ergebnisbeurteilung**

ID 034450

12

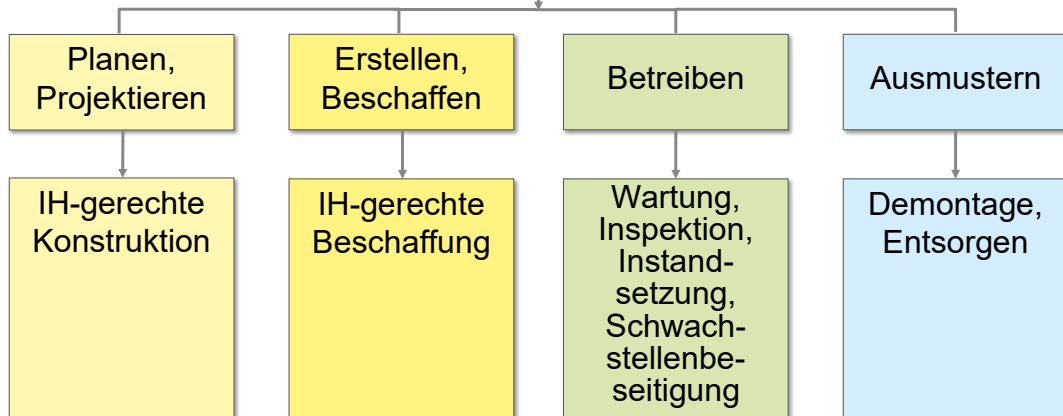
Checkliste „Design Review“ - Beispiel Schmiereinrichtungen

- Keine Beschädigung möglich?
- Gut erreichbar?
- Keine Behinderung der Bediener oder Instandhalter?
- Nachfüllen ohne Verschmutzung anderer Teile?
- Pumpen gut zugänglich?
- Rohrverbindungen einfach montier-/demonierbar?
- Lösbare Rohrverbindungen?
- Ölwannen gegen Wasser- und Schmutzeintritt sicher?
- Schmierstoffbehälter gegen Auslaufen gesichert?
- Einfache Behälterreinigung?
- Füllstandanzeigen leicht ablesbar?
- Filtermedien ohne Produktionsunterbrechung austauschbar?

ID 034451

13

Aufgaben der Instandhaltung

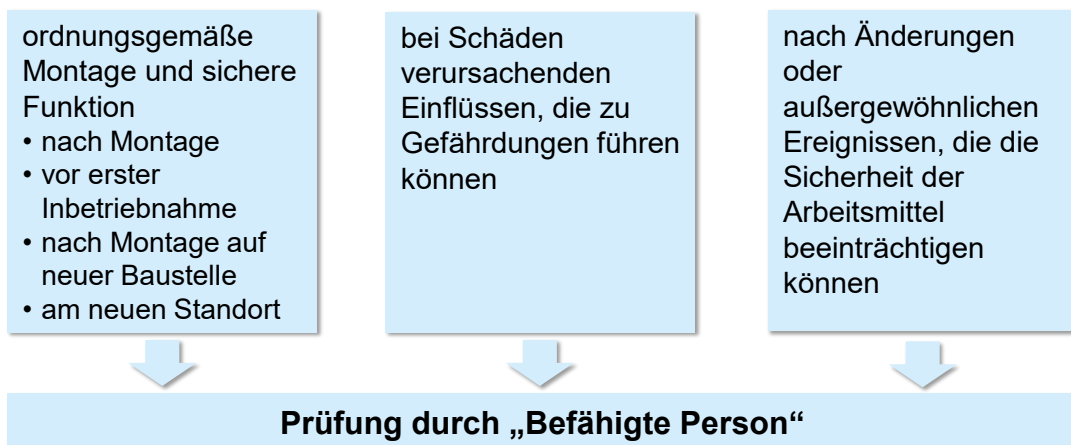


Quelle: nach VDI 2887

ID 034447

14

Betriebssicherheitsverordnung - Prüfungen



ID 034493a

16

Prüfumfang (TRBS 1201)

- Herstellerangaben
- eigene Erfahrungen
- Erkenntnisse der BG
- sonstige Informationen zum Stand der Technik

Quelle: TRBS 1201

ID 034495

17

Prüffrist (TRBS 1201)

Beispiel: Presse, Stand der Technik jährliche Prüfung

Indizien für mögliche Verlängerung der Prüffrist

- vorrangig Automatikbetrieb, sichere Werkzeuge
- niedrige Beanspruchung
- gute vorbeugende Instandhaltung
- ...

Indizien für Verkürzung der Prüffrist

- hohe Beanspruchung
- ...

Quelle: TRBS 1201

ID 034496

18

Ständige Überwachung (TRBS 1201)

- kann regelmäßige Prüfung ersetzen
- Instandhaltung unter verantwortlicher Einbeziehung verantwortlicher Personen
- Überwachung durch messtechnische Maßnahmen

Quelle: TRBS 1201

ID 034497

19

Befähigte Personen: Allgemeine Anforderungen

- Berufsausbildung
- Berufserfahrung
- zeitnahe berufliche Tätigkeit

Quelle: TRBS 1203

ID 034498

20

Befähigte Personen: Arbeitsmittel und technische Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen

- **einschlägige** technische Berufsausbildung oder andere ausreichende Qualifikation
- mind. 1-jährige Berufserfahrung mit Herstellung, Zusammenbau, Betrieb oder Instandhaltung der zu prüfenden Anlagen
- Kenntnisse über Explosionsgefährdungen über Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand

Quelle: BetrSichV Anhang 2 Abschnitt 3, TRBS 1203

ID 034499

21

Befähigte Personen: Elektrische Gefährdungen

Berufsausbildung

- elektrotechnische Berufsausbildung

Berufserfahrung

- einjährige Erfahrung mit Einrichtung, Zusammenbau, Instandhaltung elektrischer Arbeitsmittel oder Anlagen

zeitnahe berufliche Tätigkeit

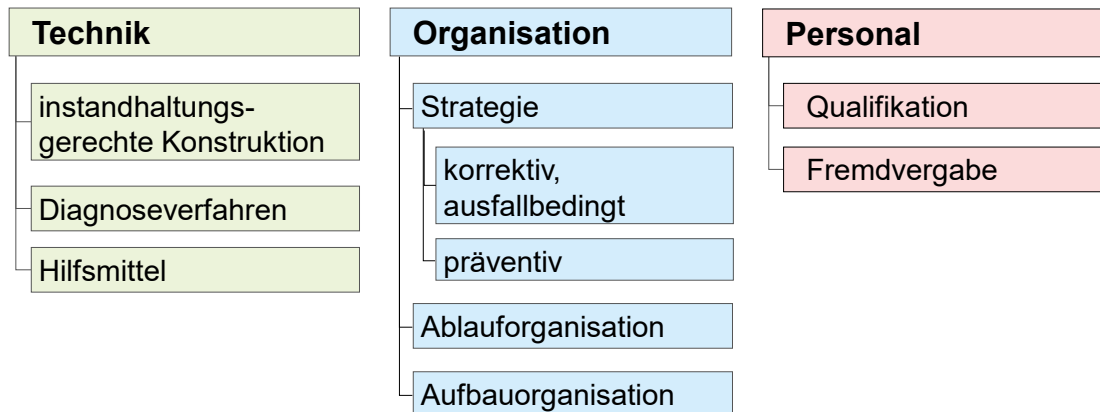
- Prüfungen
- Reparatur, Wartung mit abschließender Prüfung
- Instandsetzung und Prüfung unter Leitung einer Elektrofachkraft

Quelle: TRBS 1203

ID 034500

22

Sichere Instandhaltung



ID 034446

24

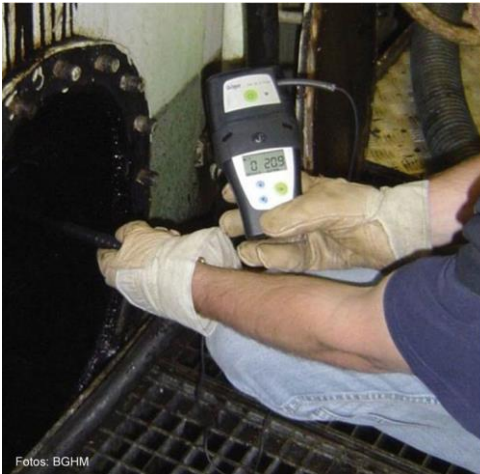
Hilfsmittel für sichere Instandhaltungsarbeiten

- für Arbeiten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen
- zur Bergung von hochgelegenen Arbeitsplätzen
- zur Bergung aus engen Räumen
- zur Gefahrstoffmessung in engen Räumen
- PSA (Atemschutz,.....)
- zur Ersten Hilfe
- zur Brandbekämpfung
- ...

ID 034452

25

Gefahrstoffkonzentration messen



ID 034453

26

Sichere Instandhaltung

Technik

- instandhaltungs-gerechte Konstruktion
- Diagnoseverfahren
- Hilfsmittel

Organisation

- Strategie
 - korrektiv, ausfallbedingt
 - präventiv
- Ablauforganisation
- Aufbauorganisation

Personal

- Qualifikation
- Fremdvergabe

ID 034446

27

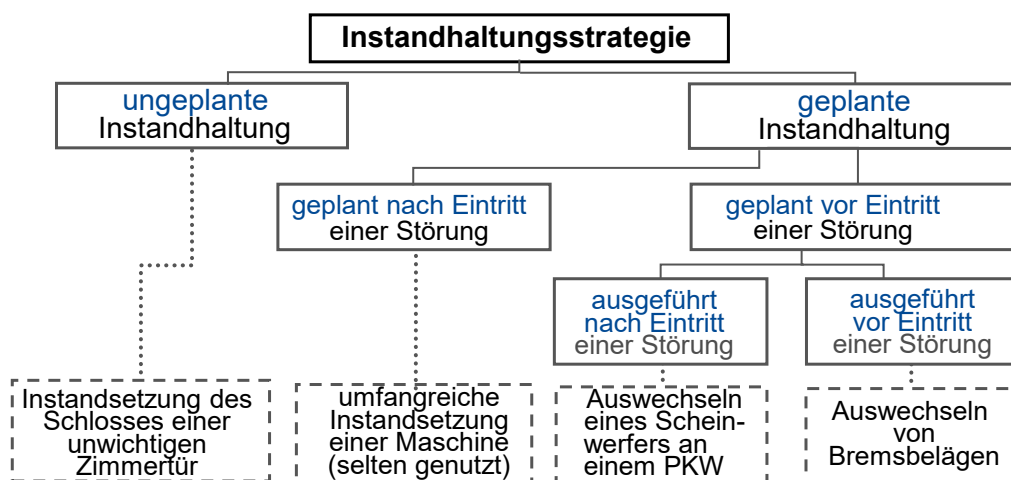
Geplante Instandhaltung

- Wartungen und Inspektionen systematisch in festgelegten Umfängen und nach definierten Kriterien
- systematische Schwachstellenermittlung und -bearbeitung (Verbesserung)
- Instandsetzungen vorgeplant, evtl. vorbeugend

ID 034454

29

Instandhaltungsstrategie

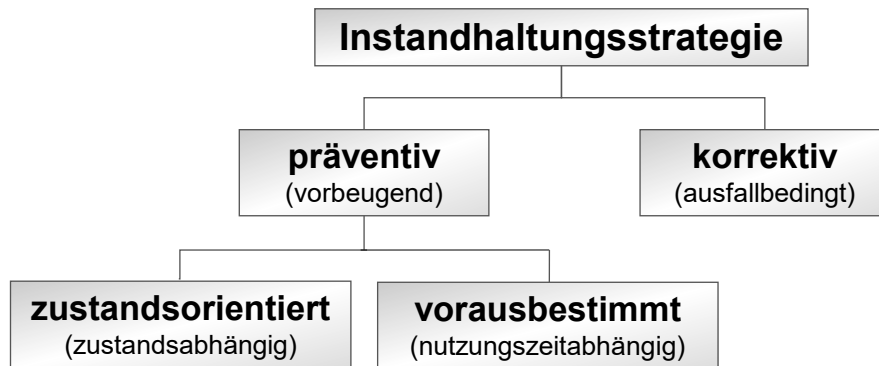


Quelle: Hartung 1988

ID 033349

31

Instandhaltungsstrategie (DIN EN 13306:2018-02)

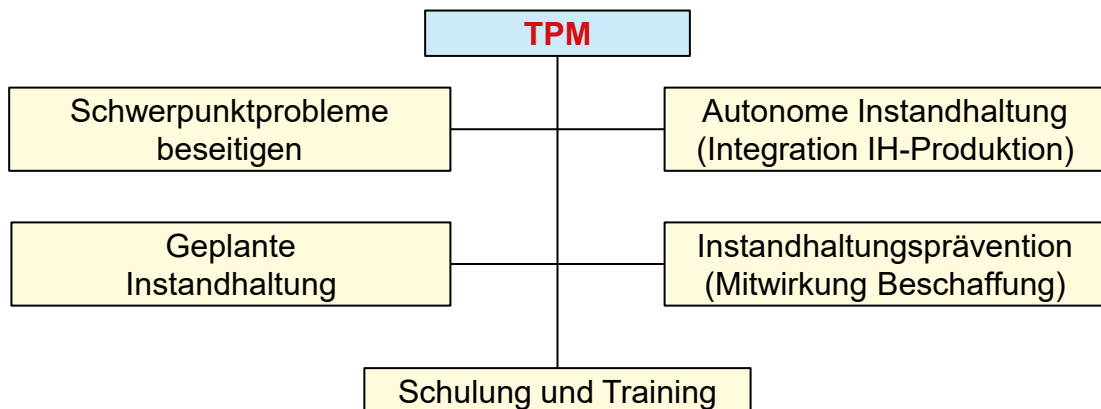


Quelle: nach DIN EN 13306:2018-02, Anhang A, S. 62

ID 034455

32

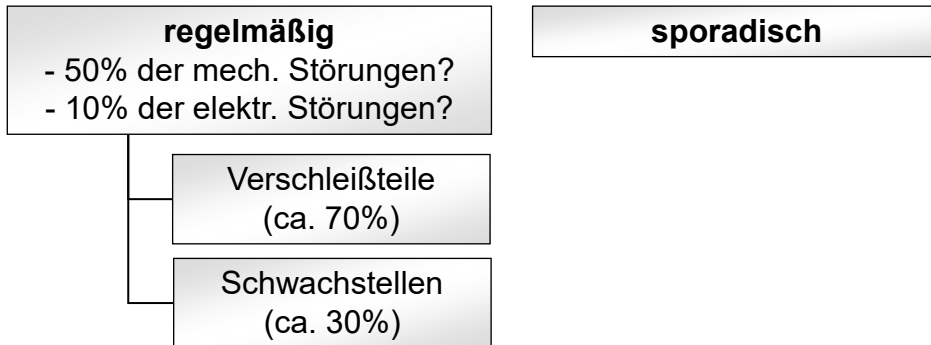
Total Productive Maintenance



ID 034457

33

Anlagestörungen



Quelle: nach Grothus

ID 034458

34

Allgemeine Risiko-Ursachen



Quelle: nach Grothus, Tripod, v. Vuuren u.a.

ID 034459

35

Auswahl der Instandhaltungsstrategie

technische Kriterien

- Verschleißverhalten

sicherheitstechn. Kriterien

- Vorschriften

produktionsrelev. Kriterien

- Auslastung
- Engpasssituation
- geforderter Nutzungsgrad

wirtschaftliche Kriterien

- Kapitalintensität
- Restlebensdauer

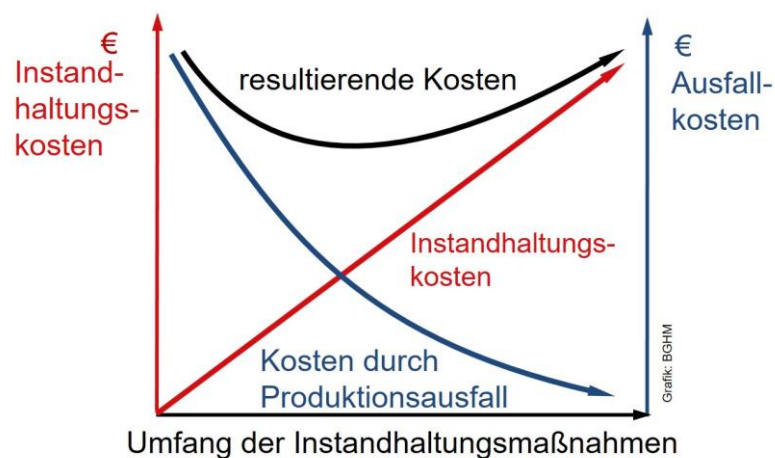
objektspezifische Kriterien

- Inspizierbarkeit
- Ausfallverhalten
(chronische / sporadische Störungen)

ID 034456

36

Kosteneinfluss der Instandhaltung



ID 034460

37

Risikobasierte Instandhaltung

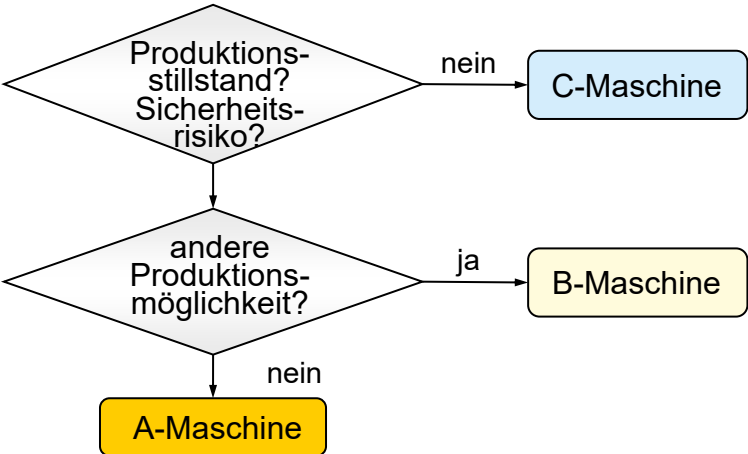
Häufigkeit	Risikostufen			
häufig				
wahrscheinlich				
gelegentlich				
selten				
unwahrscheinlich				
unvorstellbar				
	unbedeutend	marginal	kritisch	katastrophal
	Ausmaß			

tolerabel *unerwünscht* *intolerabel* *vernachlässigen*

ID 034461

38

Auswahl der Instandhaltungsstrategie



ID 034462

39

Instandhaltungstätigkeiten



- Vorbeugende / korrektive Instandhaltungstätigkeit festlegen
- Arbeitsplan erstellen
- Arbeit terminieren
- Arbeitsauftrag freigeben und zuweisen
- Arbeitsausführung
- Abschluss des Arbeitsauftrages
- Erstellung von Berichten
- Analyse des Berichts



ID 034463

41

W-Fragen im Rahmen der Vorbereitung

- Was soll wann und wo instand gehalten werden?
- Welche Arbeitsschritte?
- Welche Gefährdungen?
(Abgrenzung vom Normalbetrieb, Wechselwirkungen)
- Welche Qualifikationen sind notwendig?
- Wie lange?
- Welche besonderen Voraussetzungen müssen geschaffen werden?
(TRBS 1112 Kap. 4.1 (4))
- Welche Betriebsmittel und Materialien?
- Welche Schutzmaßnahmen inkl. PSA?

ID 033352

42

Sicherheitshinweise

→ Rangfolge
Schutzmaßnahmen

→ Absperren von
Zuleitungen

→ Abspernung
Gefahrenbereich

→ Zusammenarbeit,
Koordination

→ Alleinarbeit, Überwachung

→ Brand- u. Explosionsgefahr:
Erlaubnisschein

→ Enge Räume:
Erlaubnisschein

→ Persönliche
Schutzausrüstungen

→ Hilfsmittel

→ Rettungsmittel

ID 034464

43

Instandhaltungstätigkeiten



- Vorbeugende / korrektive Instandhaltungstätigkeit festlegen
- Arbeitsplan erstellen
- Arbeit terminieren
- Arbeitsauftrag freigeben und zuweisen
- Arbeitsausführung
- Abschluss des Arbeitsauftrages
- Erstellung von Berichten
- Analyse des Berichts



ID 034463

44

Gefährliche Arbeiten

wenn **erhöhte** oder **besondere** Gefährdung aus

- Arbeitsverfahren,
- der Art der Tätigkeit,
- den verwendeten Stoffen,
- der Umgebung

gegeben sein kann.



ID 034465

46

Beispiele für verbotene Alleinarbeit

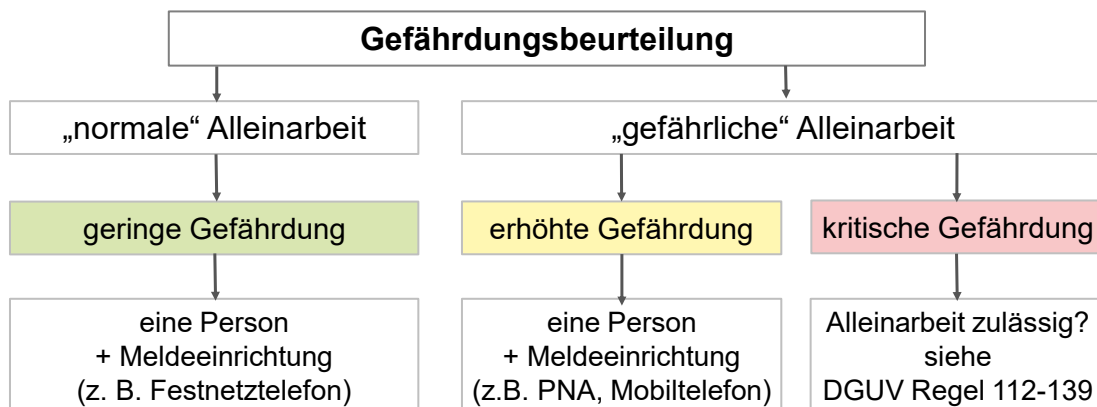
- **in Behältern, Silos, engen Räumen**
Ausnahme: keine Gefährdung durch Stoffe, Verlassen ohne fremde Hilfe möglich, kein Sauerstoffmangel (DGUV Regel 113-004 Abschnitt 4.1.5.1)
- **an Hochöfen in gasgefährdeten Bereichen**
Ausnahme: Wartungsgänge (DGUV Regel 109-608)
- **in Rohrleitungen** (DGUV Vorschrift 38 § 71)
- **auf Hubarbeitsbühnen in der Nähe ungeschützter aktiver Teile elektrischer Anlagen** Ausnahme: geringer Umfang (DGUV Regel 100-500 Kap.2.10 Abschnitt 2.5.3)
- **Schweißen an Behältern, die gefährliche Stoffe enthalten haben können** (DGUV Regel 100-500 Kap. 2.26 Abschnitt 3.9)



ID 034467

47

Gefährdungsstufen bei der Alleinarbeit



Quelle: DGUV Information 212-139

ID 033286

48

Auswahl der Notrufmeldeeinrichtungen

Notfallmeldung durch:	Stufe der Gefährdung:		
	gering	erhöht	kritisch
Leitungsgebundenes Telefon	✓ □		
Stationäre Rufanlage	✓		
Schnurloses Telefon	✓	✓	
Mobiltelefon	✓	✓	
Sprechfunkgerät	✓	✓	
Zeitgesteuerte Kontrollanrufe	✓	✓	
Totmannschaltung	✓	✓	
Personen-Notsignal-Anlagen (gemäß BGR 139)	✓	✓	✓ *

(*) falls zulässig

ID 033285

49

Einteilung nach Gefährdungsstufen

Stufe	Verletzungsschwere und Handlungsfähigkeit
gering:	geringe Verletzungen / geringe Beeinträchtigungen Person eingeschränkt handlungsfähig!
erhöht:	erhebliche Verletzungen / akute Beeinträchtigungen Person eingeschränkt handlungsfähig.
kritisch:	besonders schwere Verletzungen / akute Beeinträchtigungen Person nicht mehr handlungsfähig.

ID 033284

50

Enge Räume

Räume

- ohne natürlichen Luftabzug und zugleich mit einem Luftvolumen unter 100 m^3
oder
- mit einer Abmessung (Länge oder Breite oder Höhe) unter 2 m (erhöhte elektrische Gefährdung beim Lichtbogenschweißen)



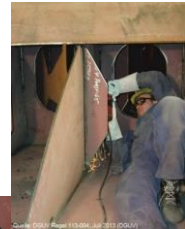
Quelle: DGUV Regel 113-004

ID 030479

52

Beispiele enger Räume

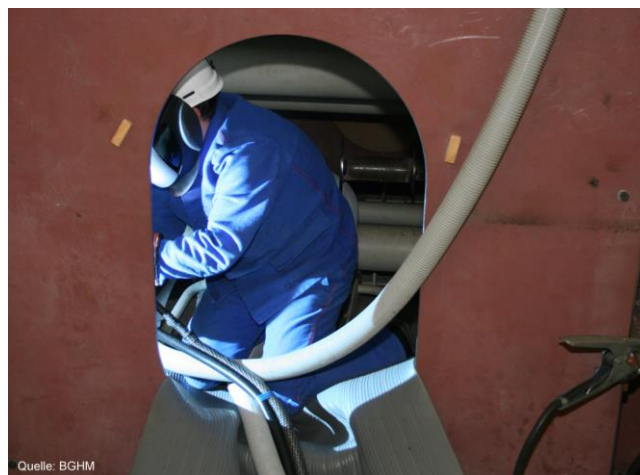
- Behälter
- Tanks
- Rohrleitungen
- Gruben
- Kanäle
- Hohlräume in Bauwerken und Maschinen
- unzureichend **belüftete Gebäuderäume**



ID 033280

53

Lichtbogenschweißen



ID 034477

54

Doppelboden eines Schiffes



Quelle: BGHM

ID 010904

55

Vorbereitende Maßnahmen

- Gefährdungen ermitteln und geeignete Schutzmaßnahmen festlegen
- ausreichende Zugangs-, Rettungs- und Fluchtöffnungen schaffen
- geeignete Personen auswählen und unterweisen
- Aufsichtführenden bestimmen
- Arbeitsanweisung erstellen
- Erlaubnisscheine erstellen
- geeignete Rettungs- und Brandschutzeinrichtungen bereitstellen
- Sicherungsposten bereitstellen
- Arbeitsbeginn nach Freigabe durch den Aufsichtführenden

ID 033282

56

Erlaubnisschein „enge Räume“

- **Objekt, Arbeit, Aufsicht, Sicherungsposten**
- **Maßnahmen gegen**
 - Stoffe / Sauerstoffmangel
 - Absturz
 - Explosionen
 - elektrische Gefährdungen
 - mechanische Gefährdungen
- **Maßnahmen zur Rettung**
- **festgelegte Maßnahmen ausgeführt von:**
- **Arbeit freigegeben von:**
- **Schutzmaßnahmen zur Kenntnis genommen von:**

Quelle: nach DGUV Regel 113-004

ID 034479

57

Schutzmaßnahmen bei Gefahrstoffen

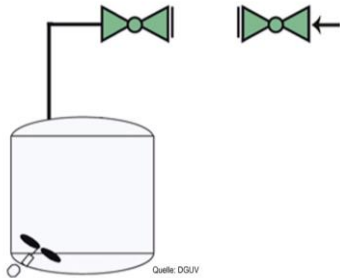
- Behälter entleeren
- Zu- und Abgangsmöglichkeiten für Gefahrstoffe sicher verschließen und gegen unbefugtes Öffnen sichern
- ausreichende Lüftung sicherstellen
- Wirksamkeit der Lüftung überwachen, z. B. durch kontinuierliche Luftmessungen
- Atemschutz tragen, wenn keine ausreichende Lüftung sichergestellt ist
- Explosions- und Brandschutzmaßnahmen beachten



ID 011747

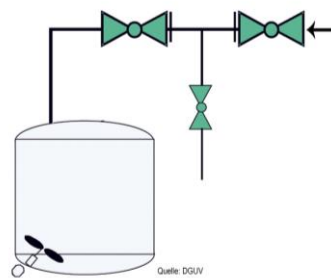
58

Abtrennen der Behälter



Zwischenstücke entfernen,
blindflanschen

Quelle: DGUV Regel 113-004



2 Absperreinrichtungen,
Zwischenentspannung



Steckscheiben

ID 042380

59

Schutzmaßnahmen gegen Gefahren

...die von Einrichtungen ausgehen

- mechanische Gefahren absichern
- Strahlenquellen abschirmen
- Heiz- und Kühlanlagen abschalten, gegen Wiedereinschalten sichern und Normaltemperatur herstellen
- keine Druckgasflaschen außer Pulverlöschern und Druckgasflaschen für Atemschutzgeräte mitnehmen
- Brandschutz- und Explosionsunterdrückungsanlagen außer Betrieb nehmen und gegen Wiedereinschalten sichern

ID 033283

60

Einstieg in einem engen Raum

Beispiel:

Einstieg in einen engen Raum
mit erforderlicher Schutzausrüstung
und Sicherung durch eine Person



Quelle: BORNACK GmbH, Ilsfeld

ID 015086

61

Rettungshubgerät mit Höhensicherungsgerät



Quelle: BGR/GUV-R 117, Juli 2013

ID 063069

62

Seiteneinstieg, spezielles Rettungshubgerät



ID 042381

63

Siloeinfahreinrichtung bei Verschüttungsgefahr



ID 042382

64

Bergung



ID 042383

65

Erlaubnisschein „Feuerarbeiten“

- Arbeitsort, Objekt
- Arbeitsauftrag
- Sicherheitsmaßnahmen gegen Brandgefahr
- Sicherheitsmaßnahmen gegen Explosionsgefahr
- Überwachung / Aufhebung der Sicherheitsmaßnahmen
- Alarmierung
- Unterschrift des Auftraggebers
- Unterschrift des Auftragnehmers

Quelle: nach BGI 553, Kap. 9

ID 034466

66

Reinigungsanlage nach Schweißarbeiten



ID 034445

67

Sichere Instandhaltung

Technik

instandhaltungs-
gerechte Konstruktion

Diagnoseverfahren

Hilfsmittel

Organisation

Strategie

korrektiv,
ausfallbedingt

präventiv

Ablauforganisation

Aufbauorganisation

Personal

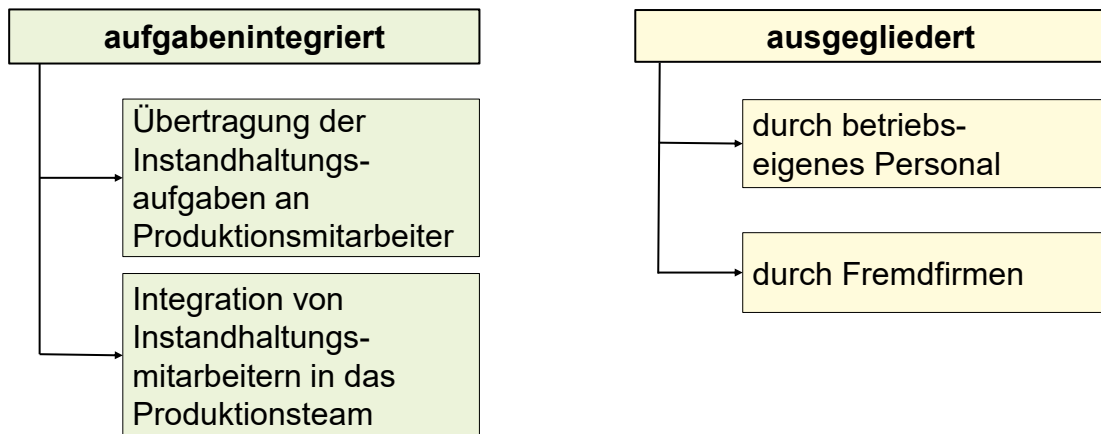
Qualifikation

Fremdvergabe

ID 034446

69

Organisation der Instandhaltung



ID 034468

70

Personelle Voraussetzungen

- Qualifikation
- Einweisung, Unterweisung
- körperliche Eignung
 - Eignungsbeurteilung durch Arbeitsmediziner/-innen
- arbeitsmedizinische Vorsorge
 - spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung

ID 034469

71

Arbeitsmedizinische Vorsorge

- spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge
 - Pflichtvorsorge
 - Angebotsvorsorge
 - Wunschvorsorge



ID 035222

72

Erste Hilfe

- Sachmittel
 - Erste – Hilfe – Material
 - Rettungsgeräte
 - Persönliche Schutzausrüstungen
- Personal
 - bei 2 bis 20 anwesenden Versicherten mind. 1 Ersthelfer
 - bei mehr als 20 anwesenden Versicherten mind. 10% Ersthelfer
- Transport zum Arzt
- Dokumentation



Quelle: BGV A1 §§ 24ff

ID 034474

73

Zusammenarbeit mehrerer Unternehmer

- Zusammenarbeit hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
- gegenseitige Information
- bei gegenseitiger Gefährdung Benennung einer weisungsbefugten Person (Koordinator)



ID 034471

75

Einsatz von Fremdfirmen

- Leistungsverzeichnis erstellen
- Fremdfirma auswählen, „Betriebsordnung“ übergeben
- Auftragsverantwortlichen bekannt geben
- Verantwortlichen der Fremdfirma einweisen
- Ausweise für Fremdfirmenmitarbeiter ausgeben
- bei gegenseitigen Gefährdungen Koordinator bekannt geben
- gegenseitige Gefährdungen ermitteln, Schutzmaßnahmen festlegen
- bei besonderen Gefahren Aufsichtsführenden bekannt geben
- eigene Mitarbeiter unterweisen
- Maßnahmen kontrollieren
- Fremdfirma bewerten

Quelle: nach DGUV Information 215-830

ID 034473

76

Betriebsordnung für Fremdfirmen

- Arbeitssicherheits- und Umweltschutzordnung für Instandhaltung durch Fremdfirmen
 - ist Vertragsbestandteil
 - klärt Erwartungen an Auftragnehmer (Fremdfirmen)
 - mindestens Einhaltung gesetzlicher und BGlicher Regeln
 - nur zertifizierte Auftragnehmer mit ASM
 - detaillierte Regelungen insbesondere zur Weisungsbefugnis des Koordinators
 - deutschsprachiger Aufsichtführender vor Ort (AvO)
 - enthält Regelungen zu Alkohol und Drogen
 - ...

ID 034472

77

Qualität der Instandhaltung

- Kennzeichnet die Gesamtheit von Merkmalen aller Instandhaltungsaktivitäten bezüglich ihrer Eignung, den funktionsfähigen Zustand einer Einheit
 - zu einem festgelegten Zeitpunkt
 - bei minimalen Kosten
 - unter Berücksichtigung von Anforderungen der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes

bereitzustellen.

ID 034475

79

DIN EN 9001 und Instandhaltung

- 4.1 Allg. Anforderungen: Dokumentation (z. B. IH-Handbuch)
- 4.2.3 Dokumentenlenkung: Erstellung, Genehmigung, Aktualisierung, Kennzeichnung
- 5.5.1 Verantw. Leitung.: definierte Organisation, IH-Befugnisse
- 6.2 Schulung: Schulung IH
- 6.3 Infrastruktur, sichere Prozesse: IH-Pläne (Wartung, Inspektion,...)
- 7.4 Qualität beschaffter Produkte: Mitwirkung IH
- 8.2.2 interne Audits: IH-Audits