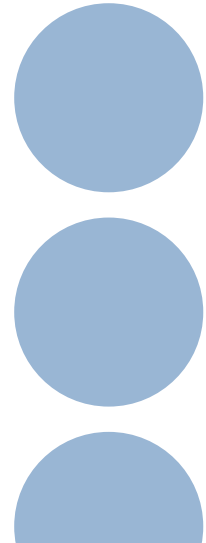


Schlosserei / Metallbau

Rechtsgrundlagen
Konventionelle Maschinen
Schleifen
Schweißen

ID 044262



1

Rechtsgrundlagen zum Betreiben von Werkzeugmaschinen

Betriebssicherheitsverordnung

ID 064147

2

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Beschaffenheitsanforderungen für alle Arbeitsmittel



Foto: REPAR2, Italien

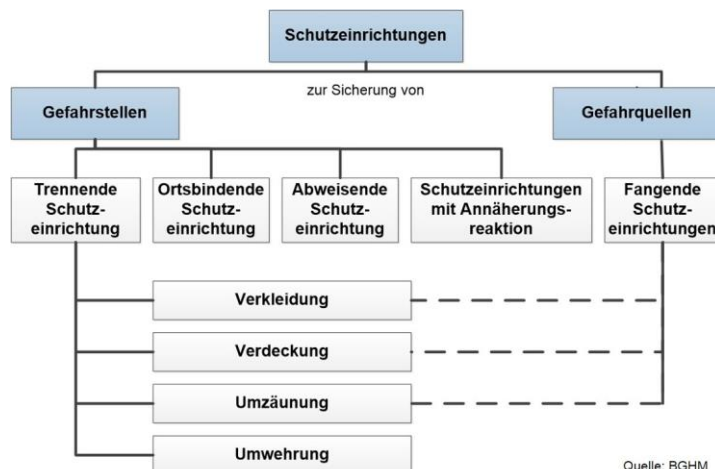


Foto: REPAR2, Italien

ID 063213

3

Technische Schutzmaßnahmen / Schutzeinrichtungen



Quelle: BGHM

ID 063540a

4

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Beschaffenheitsanforderungen für Alt- und Gebrauchsmaschinen ohne CE-Kennzeichnung

Mindestvorschriften gemäß §§ 5, 6, 8 und 9 der BetrSichV

§ 9 Abs. 1, Nr. 8:

Sind Schutzeinrichtungen vorhanden, die den unbeabsichtigten Zugang zum Gefahrenbereich von beweglichen Teilen verhindern oder diese vor dem Erreichen stillsetzen ?

Arbeitsunfall
(Haare in Vorschubspindel der Fräsmaschine („Skalpierungsfall“))



Konventionelle Fräsmaschine, Fa. Deckel (Altmaschine)

ID 063693

5

Arbeitsunfall

Haare in Vorschubspindel der Fräsmaschine („Skalpierungsfall“)



offene Vorschubspindel

ID 063694

8

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Beschaffenheitsanforderungen für Alt- und Gebrauchsmaschinen ohne CE-Kennzeichnung

Nachrüstung auf die Mindestvorschriften gemäß § 9 der BetrSichV

Durch die neue Schutzeinrichtung wird das unbeabsichtigte Erreichen der Gefahrstelle verhindert.



Schutzabdeckung Vorschubspindel

ID 063695

9

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) - Arbeitsunfall

Bei einem Arbeitsunfall in einem metallverarbeitenden Unternehmen geriet eine Beschäftigte mit ihren Haaren beim Reinigen der Maschine in eine noch laufende Vorschubspindel einer konventionellen Fräsmaschine. Hier zog sie sich schwere Kopfverletzungen zu („Skalpierungunfall“).

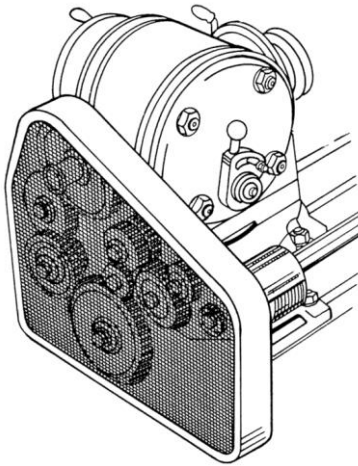
Unfallursache:

- fehlende Schutzeinrichtung
- nicht ausschalten der Maschine vor der Reinigung der Spänewanne
- nicht tragen der persönlichen Schutzausrüstung („Haarnetz“)

ID 063696

10

Trennende Schutzeinrichtung - Verkleidung



Feststehend trennende SE

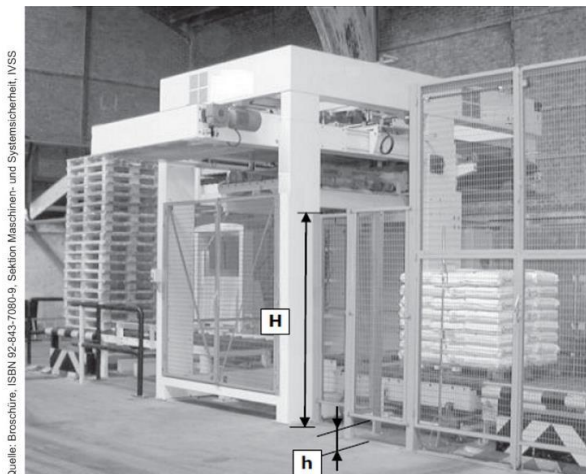
z. B. Verkleidung

Zugang zum Gefahrenbereich von allen Seiten verhindert

ID 008099

11

Trennende Schutzeinrichtungen - Umzäunung



Feststehend trennende SE

z. B. Umzäunung

aus DIN EN ISO 11161:

$H \geq 1400 \text{ mm}$

$h \leq 200 \text{ mm}$

ID 008100

12



Konventionelle Maschinen

Unfallbeispiele, Schutzkonzepte

ID 063450a

13



Sicherheitsanforderungen an handgesteuerte Drehmaschinen (entsprechend BetrSichV bzw. UVVen)

Handgesteuerte Drehmaschinen (alt) ohne CE-Kennzeichnung

Mindestanforderungen gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und UVVen

Die Checkliste gilt nicht für handgesteuerte Drehmaschinen mit oder ohne Automatiksteuerung (z.B. Zylinderdrehmaschinen). Für Langdrehmaschinen, Großdrehmaschinen, Karussell- und Kopfdrehmaschinen sind besondere Überprüfungen und Bewertungen in jedem Einzelfall erforderlich.

Angaben zur überprüften Werkzeugmaschine:

Hersteller: _____

Typenbezeichnung: _____ Baujahr: _____

Standort: _____ Masch.-Nr.: _____

1.	Allgemeine Vorschriften für die Benutzung (s. BetrSichV und BGR A1*)	J/N
1.1	Sind geeignete Spänefänger (ohne Ringseil) vorhanden?	
1.2	Ist ein Trageverbot für Schutzhandschuhe und Schmuckgegenstände ausgesprochen?	
1.3	Wird das Verbot des manuellen Haltens loser Schmirgelröllchen beachtet?	
1.4	Werden Werkstücke nur mit Feilen oder Schmirgelbrettschen entgratet?	
1.5	Wird anliegende Arbeitskleidung getragen?	
1.6	Werden lange Haare unter Mützen / Haarnetzen verborgen?	
1.7	Werden ggf. Schutzbrillen getragen?	
1.8	Werden Schutzhandschuhe getragen?	
1.9	Befinden sich Holzlatenroste in einwandfreiem Zustand?	
1.10	Sind die Maschinenbediener entsprechend unterwiesen?	

Quelle: Checkliste Nr. A4 - Fachstelle „Flexible Fertigungssysteme“



Foto: BGHM

ID 063451

16

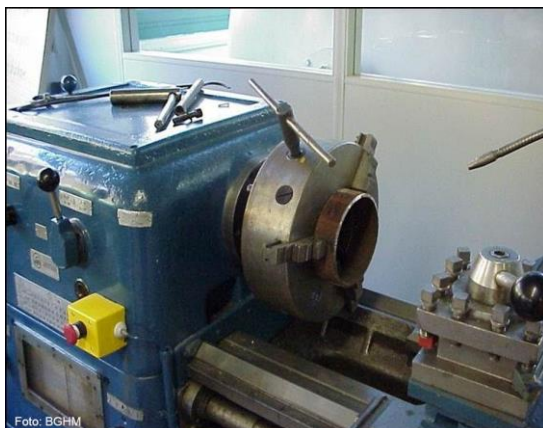
Maschinenelemente an konventionellen Drehmaschinen



ID 063452

17

Gefahren an konventionellen Drehmaschinen



ID 063453

18

Konventionelle Drehmaschine, Baujahr 1962

Unfall: Von Werkstück erfasst
Verletzungen: Schulter ausgekugelt,
Prellungen, Schürfwunden, ...



Unfallursachen:

- Handschuhe getragen
- Schmirgeln ohne Schmirgelholz
- weite Kleidung, ...

ID 063455

19

Augenschutz/Späneschutz an konventioneller Drehmaschine



ID 063454

20

Konventionelle Drehmaschine, Baujahr 1962



- Von Werkstück erfasst
- Verletzungen: Schulter ausgekugelt, Prellungen, Schürfwunden, ...
- Unfallursachen:
- Handschuhe getragen
- Schmirgeln ohne Schmirgelholz
- weite Kleidung
- ...

ID 063456

21

Anforderungen an Arbeitskleidung von Maschinenbedienern



© Gina Sanders - Fotolia.com

- enganliegend
- verdeckte Knopfleiste
- ausreichende Festigkeit
(keine alten Kleidungsstücke,
keine Wollsachen usw.)
- ggf. Ärmel nach innen umschlagen

ID 063457

22



Futterschutz



ID 063458

23



Futterschutz



ID 063459

24

Futterschutz



ID 063697

25

Dreher von Rohr erschlagen

Ein Metallbauer war mit Arbeiten an einem Geländer beschäftigt. Als Handlauf war ein Edelstahlrohr von 1,9 m Länge, einem Durchmesser von 42 mm und einer Wandstärke von 2 mm vorgesehen.

An den Enden waren Kappen aufgeschweißt, deren Schweißnähte nun mit einem Schleifvlies poliert werden sollten.

ID 063698

26



Sicherheitsanforderungen an handgesteuerten Drehmaschinen mit CE-Kennzeichnung

nach DIN EN ISO 23125 (früher DIN EN 12840)

**Handgesteuerte
Drehmaschine (Bauart 1)*
mit CE-Kennzeichnung**

(* gemäß DIN EN 12840 „Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Handgesteuerte Drehmaschinen mit oder ohne Automatiksteuerung“ - Ausgabe 6/2001 – zur Konkretisierung der EG-Maschinen-Richtlinie 90/27/EG)

Bauart 1: handgesteuerte Drehmaschinen ohne Automatiksteuerung

Neben den in dieser Checkliste aufgeführten Beschaffenheitsanforderungen gelten weiterhin Benutzungsbestimmungen z.B. aus der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Ergänzende Regelungen dazu – z.B. Musterbetriebsanweisungen – können der DVD „Prüfen“ der VMDG entnommen werden.

Angaben zur überprüften Werkzeugmaschine:

Hersteller: _____ Baujahr: _____

Typenbezeichnung: _____ Standort: _____

Masch.-Nr.: _____

Lfd. Nr.	Sicherheitsanforderungen	Quelle	JA/NEIN
1	CE-Kennzeichnung		
1.1	Ist an der Maschine die CE-Kennzeichnung gut sichtbar und dauerhaft angebracht?	9 GFS50/ §4	
2	EG-Konformitätserklärung		
2.1	Legt für die vorzustellende Maschine eine EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang 9 A Maschinen-Richtlinie 90/27/EG vor?	9 GFS50/ §7	
3	Kennzeichnung		
3.1	Wird auf der Maschine o.ä. der Name und die Anschrift des Herstellers, Bauart und Seriennummer und das Jahr der Herstellung angegeben?	Masch.-RL, Anhang 1 Pkt. 1.7.3	
4	Betriebsanleitung		

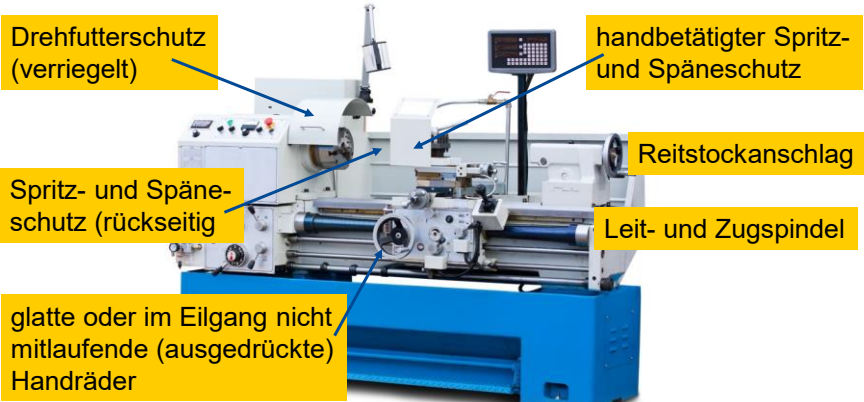


© mbongo - Fotolia.com

ID 063465



Sicherheitsanforderungen an handgesteuerten Drehmaschinen mit CE-Kennzeichnung



© mbongo - Fotolia.com

ID 063466

Sicherheitsanforderungen an handgesteuerten Bohrmaschinen
(nach BetrSichV bzw. UVVen)

Handgesteuerte
Bohrmaschinen (alt)
ohne CE-Kennzeichnung

Mindestanforderungen gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und UVVen
(Die Checkliste gilt in erster Linie für Tisch- und Ständerbohrmaschinen. Für Radial-, Tiefloch- und Mehrspindelbohrmaschinen gelten u.U. zusätzliche Anforderungen)

Angaben zur überprüften Werkzeugmaschine:

Hersteller: _____
Typenbezeichnung: _____ Baujahr: _____
Standort: _____ Masch.-Nr.: _____

1.	Allgemeine Vorschriften für die Benutzung (s. BetrSichV und BGV A1*)	J/N
1.1	Sind geeignete Hilfseinrichtungen zur Beseitigung von Spänen vorhanden? (Handleger und Pinsel, keine Putzlappen und Putzwolle)	
1.2	Ist ein Trageverbot für Schutzhandschuhe und Schmuckgegenstände ausgesprochen?	
1.3	Wird anliegende Arbeitskleidung getragen?	
1.4	Werden Schutzbrillen bei Gefahr von Augenverletzungen benutzt?	
1.5	Werden lange Haare unter Mützen / Haaretzen verborgen?	
1.6	Werden Schutzschuhe getragen?	
1.7	Befinden sich Holzlatenroste in einwandfreiem Zustand?	
1.8	Sind die Maschinenbedener entsprechend unterwiesen ?	

Quelle: Checkliste für Sicht- und Funktionsprüfungen, 2007

ID 063471

30

Bohrarbeiten



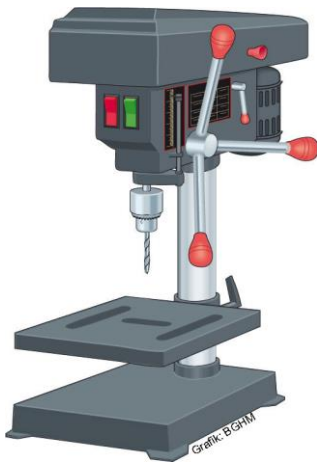
Foto: C. Krug, BGHM

ID 005248

31



Bohren



ID 063472

32



Bohrspindelabdeckung



ID 063473

33

Sicherheitsanforderungen an handgesteuerten Fräsmaschinen (nach BetrSichV bzw. UVVen)

Handgesteuerte
Fräsmaschinen (alt)
ohne CE-Kennzeichnung

Mindestanforderungen gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und UVVen
(Für Großmaschinen, z.B. Bohr- und Fräswerke mit Plattenfeldern sowie Portalmaschinen,
gelten andere bzw. zusätzliche Anforderungen im Einzelfall)

Angaben zur überprüften Werkzeugmaschine:
Hersteller: _____
Typenbezeichnung: _____ Baujahr: _____
Standort: _____ Masch.-Nr.: _____

1.	Allgemeine Vorschriften für die Benutzung (s. BetrSichV und BGV A1*)	J/N
1.1	Sind geeignete Hilfseinrichtungen zur Beseitigung von Spänen vorhanden? (Handfeger und Pinsel, keine Putzlappen und Putzwolle)	
1.2	Ist ein Trageverbot für Schutzhandschuhe und Schmuckgegenstände ausgesprochen?	
1.3	Wird anliegende Arbeitskleidung getragen?	
1.4	Werden Schutzbrillen bei Gefahr von Augenverletzungen benutzt?	
1.5	Werden lange Haare unter Mützen / Haarnetzen verborgen?	
1.6	Werden Schutzschuhe getragen?	
1.7	Befinden sich Holzlatenroste in einwandfreiem Zustand?	
1.8	Sind die Maschinenbedener entsprechend unterwiesen ?	

Quelle: Checkliste für Sicht- und Funktionsprüfungen, 2007

ID 063474

Verkleidung des überstehenden Wellenendes



ID 063475



Verkleidung des überstehenden Wellenendes



ID 063476

36



Verkleidung des überstehenden Wellenendes



ID 063477

37

Verkleidung des überstehenden Wellenendes



ID 063478

38

Verkleidung des überstehenden Wellenendes



ID 063479

39

Handgesteuerte Fräsmaschine

EN 13128:2001/A1:2006
Fräs- und Bohr-Fräsmaschinen

Umlaufendes
Frässpindelende
verkleidet

Einstellbarer
Werkzeugschutz/ trennende
Schutzeinrichtungen
am Tisch

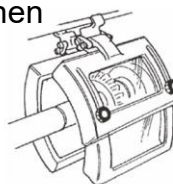


ID 063480

40

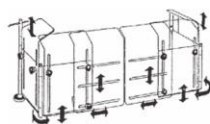
Beispiele für einstellbare trennende Schutzeinrichtungen...

...manuell gesteuerter Fräsmaschinen

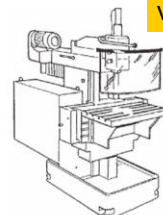


Schutzeinrichtung für
horizontale Fräsmaschine

Schutzeinrichtung zur Abgrenzung
eines Gefährdungsbereichs



Schutzeinrichtung für
vertikale Fräsmaschine



Quelle: DIN EN ISO 18090-1:2024-08, S. 96, Anhang D, Bild D.1

ID 063481

41



Nachgerüstete Fräsmaschine



Foto: BGHM

ID 063482

42



Nachgerüstete Fräsmaschine



Foto: BGHM

ID 063483

43

Schleifen

Schleifmaschinen, Auswahl, Gefährdungen,
Schutzkonzepte und Unfallbeispiele

ID 044263

44

Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge



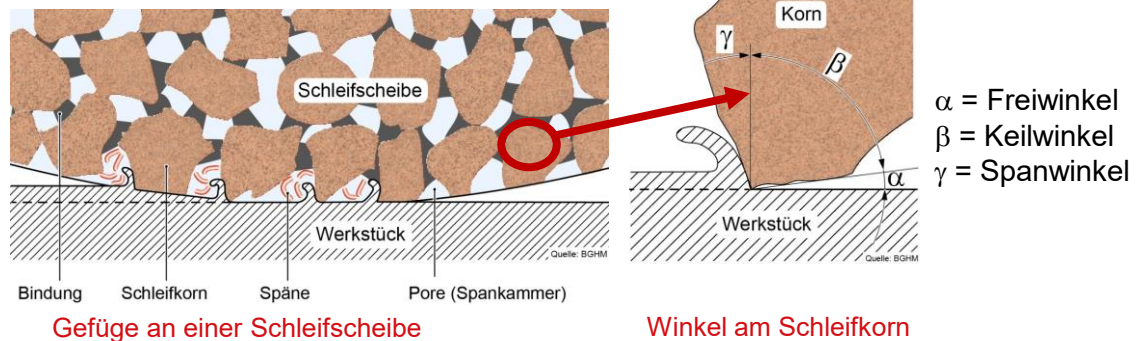
ID 063496

45

Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge

Definition:

Schleifen ist ein spanendes Fertigungsverfahren mit geometrisch unbestimmten Schneiden.



ID 063498

47

Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge



- Form: Scheibe, Ringe, Segmente, Bänder, ...
- Schleifmittel:
 - Normal-, Halbedel-, Edelkorund (Al_2O_3)
 - Siliciumcarbid (SiC)
 - Bornitrid (BN)
 - Diamant (C)
- Bindung: Keramisch, Kunst-, Naturharz, ...

ID 063499

48

Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge

Hersteller/Lieferer/Einführer/Warenzeichen	
Zusätzliche Angaben	
Maße	
Werkstoff	
Arbeitshöchstgeschwindigkeit Maximal zulässige Drehzahl	Handgeführt / Freihand
	m/s
	min ⁻¹ /rpm
geprüft nach EN ...	

Quelle: BGHM - nach Lexikon „Sicherheit und Gesundheit“, Universum Verlag



Kennzeichnungspflicht !!!

ID 063502

51

Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge

Farbstreifen zur Kennzeichnung der Schleifkörper (EN 12 413)

Arbeitshöchstgeschwindigkeit V_s [m/s]	Anzahl und Kennfarbe	Farbstreifen	
		Breite des Streifens	Breite des Zwischenraums
50	1 x blau	5 bis 20 mm	-
63	1 x gelb		
80	1 x rot		
100	1 x grün		
125	1 x blau + 1 x gelb	je 5 bis 20 mm	mindestens 2 mm, höchstens Breite des Farbstreifens
140	1 x blau + 1 x rot		
160	1 x blau + 1 x grün		

Farbstreifen gerade und gleichmäßige Breite. Grundfarbe des Etiketts darf die vorgeschriebenen Kennfarben des nicht verändern bzw. verfälschen. Mindestmaße (Höhe x Breite) rechteckiger Etiketten 52 x 74 mm. Der Durchmesser runder Etiketten muss mindestens 20 mm größer sein als der Durchmesser der Spannflansche der Maschine.

ID 063503

52

Formen und Kennzeichnung von Schleifkörpern



Farbstreifen (gelb)

$V_{\max} : 63 \text{ [m/s]}$

ID 063504

53

Auswahl von Schleifkörpern

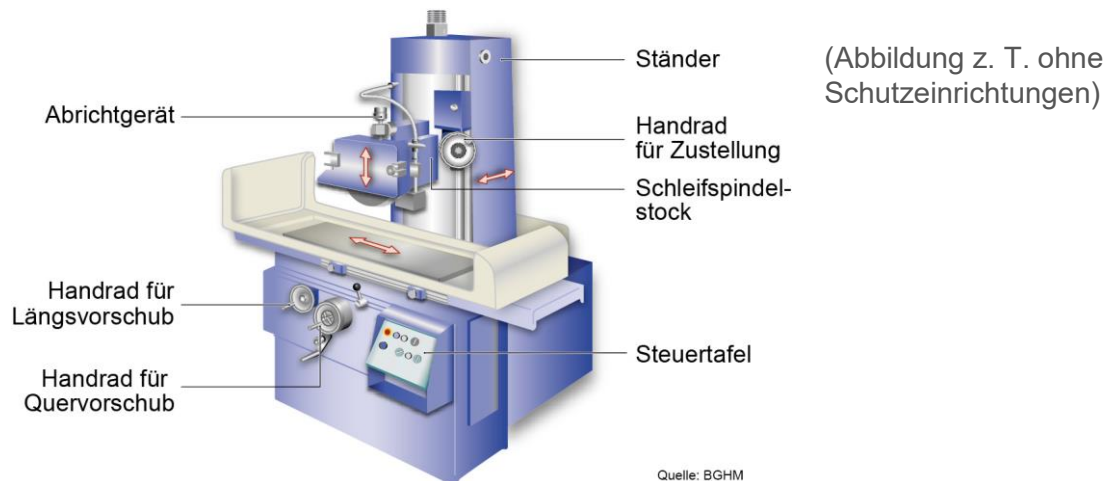
- Planschleifen (Flach-, Umfang-, Stirnschleifen)
- Pendelschleifen
- Tiefschleifen
- Hochgeschwindigkeitsschleifen
- Außenrundsleifen
- Innenrundsleifen
- Bandschleifen
- Trennschleifen
- Feinschleifen (Honen, Läppen)
- Sonderschleifverfahren (Gleitschleifen)



ID 063505

54

Flachschleifmaschine (Planschleifmaschine)



ID 063511

59

Flachschleifmaschine (Planschleifmaschine)



ID 063512

60

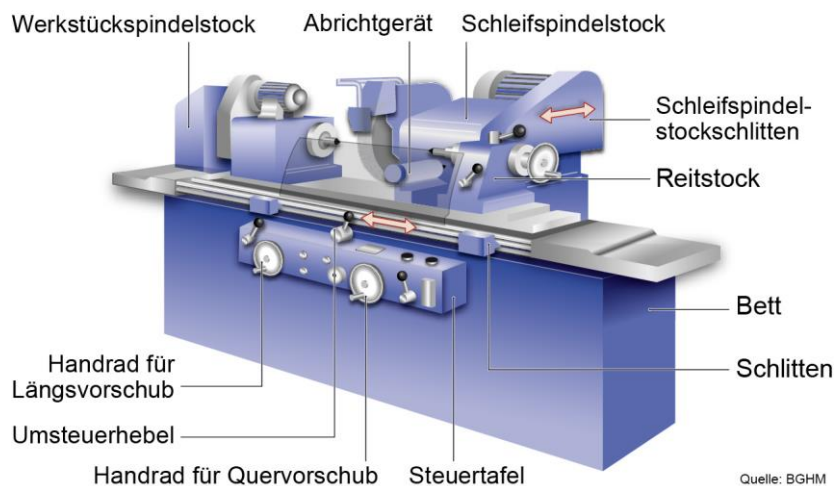
Flachschleifmaschine (Planschleifmaschine)



ID 063513

61

Außen-Rund-Schleifmaschine



ID 063514

62



Feinschleifmaschine (Senkrecht-Honmaschinen)



Foto: Sunnen AG

ID 063515

63



Tisch- oder Ständerschleifmaschine

Schleifbock



Foto: BGHM

ID 063516

64

Bandschleifer (stationär)



ID 063517

65

Universal-Winkelschleifer

Ein- oder Zweihand
„Schleifhexe“



ID 063518

66



Exzenter-, Stirn-, Schwingschleifer



ID 063519

67



Geradschleifer



Quelle: C. & E. Fein GmbH

ID 063520

68



Gefährdungen beim Schleifen

Beispiel
Gefährdungssituation:



ID 063537

71



Gefährdungen beim Schleifen

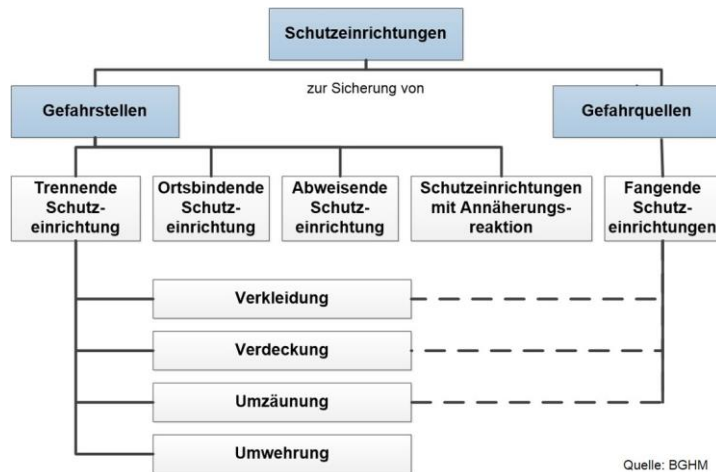
Beispiel
Gefährdungssituation:



ID 063538

72

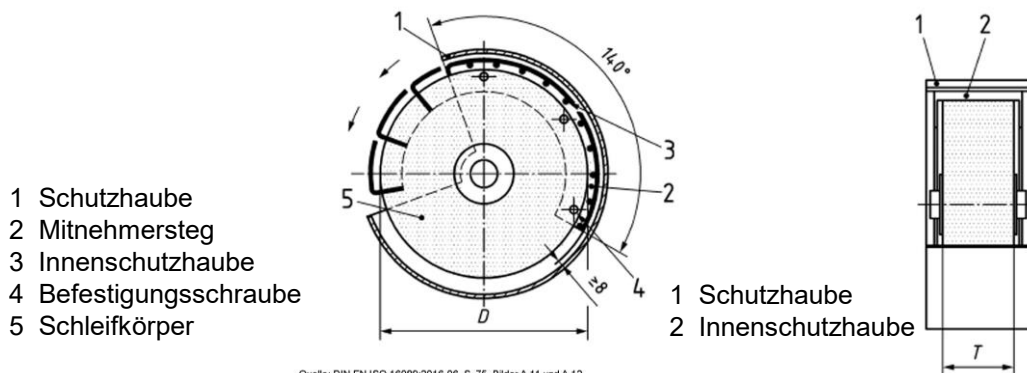
Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge



ID 063540

73

Schutzmaßnahmen



Nachstellbare Schutzhaube und Auflage für Ständerschleifmaschinen mit $V_s \leq 50 \text{ m/s}$

ID 063541

74

CNC-Schleifmaschine - Schutzmaßnahmen

Vollraumschutz CNC-Schleifmaschine,
Schutztüren mit Positionsschalter überwacht.



Foto: Karl Klink GmbH, Werkzeug- und Maschinenfabrik

ID 063542

75

Schutzmaßnahmen



Foto: BGHM



Foto: BGHM

Schutzhaube mit innen angeordneter Schutzeinrichtung
(Rot-Visiert) für das Umfangschleifen mit $V_s > 50 \text{ m/s}$

ID 063547

76

Schutzmaßnahmen

Überprüfung der Schleifwerkzeuge
z. B.:

- Sichtprüfung auf Beschädigungen wie Risse, Ausbrüche, ...
- „Klangprobe“ (bei keramisch gebundenen Schleifscheiben)



ID 063548

77

Schleifmaschinen, Schleifen und Schleifwerkzeuge

Schutzmaßnahmen

Handschutz beim Schleifen
ohne Schutzhaube



ID 063556

78

Unfallbeispiel - zerstörte Trennscheibe

Zerstörte Trennscheibe



ID 063699

79

Unfallbeispiel - Kunstharzschleifscheibe

Überhitzte und durch KSS
zersetzte Kunstharzschleifscheibe



ID 063700

80



Unfallbeispiel - Diamanttrennscheibe

Diamanttrennscheibe mit ausgebrochenem Segment durch Verkanten bzw. zu hohem Arbeitsdruck/Vorschub



Foto: BGHM

ID 063559

81



Unfallbeispiel - zerbrochene Trennscheibe

Trennscheibe zerbrochen durch Verkanten bzw. zu hohem Arbeitsdruck/Vorschub



Foto: BGHM

ID 063560

82

Unfallbeispiel - Rotationsvisier



Rotationsvisier nach Beaufschlagung durch zerplatzte Schleifscheibe

ID 063561

83

Schweißen

Gefährdungen, Schutzmaßnahmen, Verhaltensregeln, erhöhte elektrische Gefährdung, Schadstoffe beim Schweißen, Brand und Explosionsgefahr

ID 044264

84

Gefährdungen beim Schweißen

mechanische Gefährdung

optische Strahlung

elektrische Gefährdung

Schweißen in engen Räumen

einatembare Schadstoffe

Hochgelegene Schweißarbeitsplätze

Brand- und Explosionsgefahr

Umgang mit Winkelschleifern

Verbrennungen

Lärm

Körperbeanspruchung

ID 034946

85

Wie sieht es mit den Schutzmaßnahmen beim Schweißen aus?

- erste Schutzmaßnahme ist der **Basisschutz** → z. B. durch Isolierung
- zweite Schutzmaßnahme **Fehlerschutz** → z. B. Schutztrennung

Keinen „ausreichenden Berührungsschutz“ haben z. B.:

- Stabelektroden
- Kontaktflächen des Elektrodenhalters
- Düsenvorderteil und Elektrode am Schweißbrenner
- Anschlussvorrichtung am Werkstück für die Schweißstromrückleitung
- Werkstücke
- Schweißvorrichtungen, Schweißtische

ID 033429

86

Körperdurchströmungen durch Berührungsspannung (Beispiele)

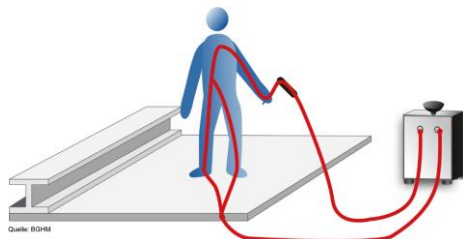
Berechnung der Körperdurchströmung

U (Leerlaufspannung) = 113 Volt DC
(Gleichstrom)

R (Körperwiderstand) = 750 Ohm

Formel:

$$I = U/R = 113 \text{ Volt}/750 \text{ Ohm} = \mathbf{150 \text{ mA}}$$



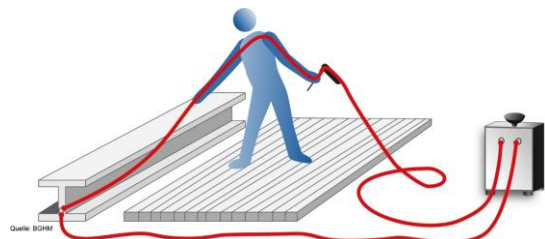
Berechnung der Körperdurchströmung

U (Leerlaufspannung) = 113 Volt DC
(Gleichstrom)

R (Körperwiderstand) = 1000 Ohm

Formel:

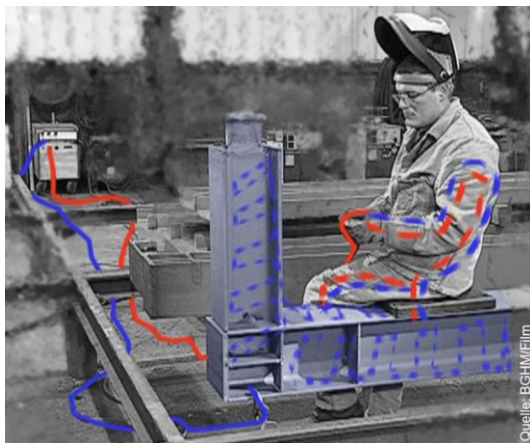
$$I = U/R = 113 \text{ Volt}/1000 \text{ Ohm} = \mathbf{113 \text{ mA}}$$



ID 002481

87

Beispiel für Körperdurchströmung



Schweißstrom fließt den Schweißer

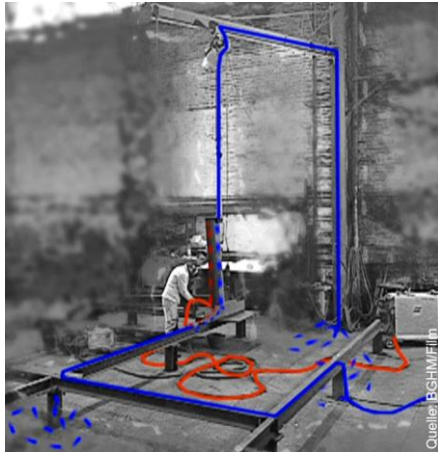
Schutzmaßnahme gegen
Körperdurchströmung:

- Isolierung durch Kleidung, Schuhe, Handschuhe und isolierende Unterlage

ID 043508

88

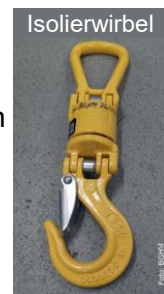
Beispiel für „Vagabundierende Ströme“



Schweißstrom fließt u. a. über Kran zurück und kann somit den Schutzleiter der Krananlage oder das Kranseil beschädigen bzw. zerstören.

Schutzmaßnahme:

- Einsatz von „Isolierwirbel“
- verhindert durch Isolation vagabundierende Ströme über Kranhaken



ID 043509

89

Verhaltensregeln beim Ein-/Ausschalten von Schweißgeräten

1. Netzanschluss herstellen
2. Schweißstromrückleitung am Werkstück anschließen
3. Stabelektrodenhalter bzw. Schweißbrenner isoliert ablegen
4. Stromquelle einschalten

Zum Abschalten muss in umgekehrter Reihenfolge vorgegangen werden.

- Bei längeren Arbeitsunterbrechungen (z. B. Essenspausen, Schichtwechsel) muss das Schweißgerät vollständig ausgeschaltet werden.
- Bei kurzen Unterbrechungen darf der Elektrodenhalter oder Lichtbogenbrenner nur auf einer isolierenden Unterlage abgelegt werden.

ID 043511

90

Verhaltensregeln beim Ein-/Ausschalten von Schweißgeräten

- Isoliertes Ablegen bei kurzen Arbeitsunterbrechungen!
- Bei längeren Arbeitsunterbrechungen, z. B. Pausen, Schweißgerät ausschalten!
- Beispiele für isoliertes Ablegen:



ID 043512

91

Schweißen am Werkstück mit mehreren Schweißgeräten

Schweißen mehrere Beschäftigte an einem Werkstück, können durch die Verschaltung der Schweißgeräte gefährliche Ströme entstehen.

In diesem Fall muss durch eine [geeignete Person](#) geprüft werden, ob die zulässige Leerlaufspannung nicht überschritten wird.

[Geeignete Personen](#) sind z. B.:

- [Elektrofachkraft](#) mit zusätzlichen Kenntnissen über das Entstehen und die Auswirkung von vagabundierenden Schweißströmen sowie über unbeabsichtigtes Zusammenschalten von Schweißstromquellen.
- [Schweißfachingenieur/Schweißfachingenieurin](#), [Schweißtechniker/Schweißtechnikerin](#), [Schweißfachkraft](#) oder [Lehrschweißer/Lehrschweißerin](#), wenn diese Personen die erforderlichen elektrotechnischen Kenntnisse besitzen.

ID 043513

92

Leitungsschutz – Kabelabdeckungen als Schutzmaßnahme



Zuleitungen der Netzseite (Primärseite) können mechanisch beschädigt werden.

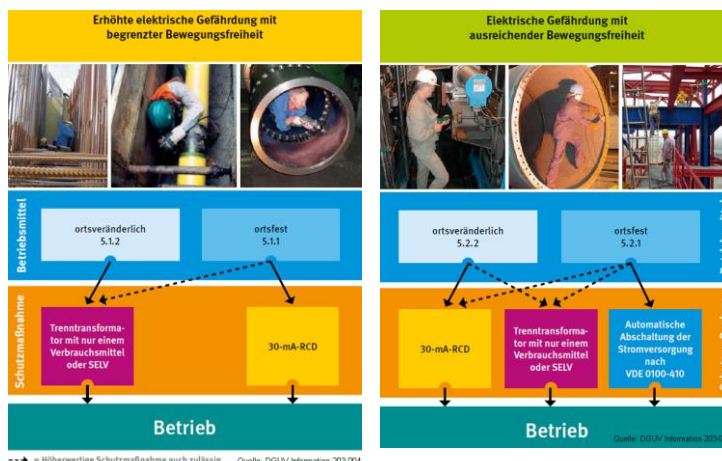
- z. B. durch Überfahren, Einklemmen oder scharfe Kanten

Schutzmaßnahme: Kabelabdeckungen

ID 043514

93

Erhöhte elektrische Gefährdung - Beispiele



Erhöhte elektrische Gefährdung liegt vor, wenn elektrische Anlagen und Betriebsmittel in leitfähigen Bereichen betrieben werden.

ID 043487a

94

Erhöhte elektrische Gefährdung - Beispiele



ID 041406a

95

Schweißgeräte - Bildbeispiele

Bei Schweißarbeiten mit erhöhter elektrischer Gefährdung dürfen nur Schweißgeräte eingesetzt werden, die mit K, 42V oder mit S gekennzeichnet sind.

Die Geräte sind grundsätzlich außerhalb des Arbeitsbereiches aufzustellen.



ID 043482a

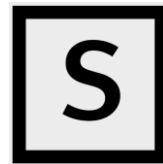
96

Schweißstromquellen für erhöhte elektrische Gefährdung

Der Schutz des Schweißers ist bei erhöhter elektrischer Gefährdung durch zwei Maßnahmen sicherzustellen:

- Auswahl geeigneter Stromquellen
- Sicherstellung einer ausreichenden Isolation der Person

Kennzeichnungen von Schweißstromquellen, die in Bereichen mit erhöhter elektrischer Gefährdung eingesetzt werden dürfen:



ID 032563

97

Erhöhte elektrische Gefährdung



Geräte, die für den Einsatz unter erhöhter elektrischer Gefährdung geeignet sind, bieten allein keinen ausreichenden Schutz.

Zusätzliche Schutzmaßnahmen Isolation durch:

- Zwischenlagen (z. B. Schweißerschutzkissen) und
- PSA (Schweißerschutzanzug, Handschuhe, Schutzschuhe, etc.)

ID 034972a

98

Erhöhte elektrische Gefährdung

Schweißstromquellen dürfen bei erhöhter elektrischer Gefährdung grundsätzlich nicht im Arbeitsbereichen aufgestellt werden.

Ist es durch die Art des Arbeitsplatzes nicht zu umgehen, Schweißstromquellen auf leitfähigen Flächen aufzustellen, muss

- die Netzzuleitung geschützt verlegt werden,
- die Netzzuleitung mit einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) mit 30 mA Nennfehlerstrom abgesichert werden,
- sich die Steckdose außerhalb des Arbeitsbereichs bzw. der elektrisch leitfähigen Flächen befinden.

Ferner kann auch ein Trenntransformator eingesetzt werden, der ebenfalls außerhalb der leitfähigen Flächen aufgestellt werden muss.

ID 034974

99

Technische Regel zur Gefahrstoffverordnung TRGS 528

TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“

- Stand der Technik, der nach GefStoffV gefordert wird
- gilt u. a. für Tätigkeiten der schweißtechnischen Praxis an metallischen Werkstoffen, bei denen gas- und partikelförmige Gefahrstoffe entstehen



ID 040157

100

Partikelgrößen aus schweißtechnischen Prozessen

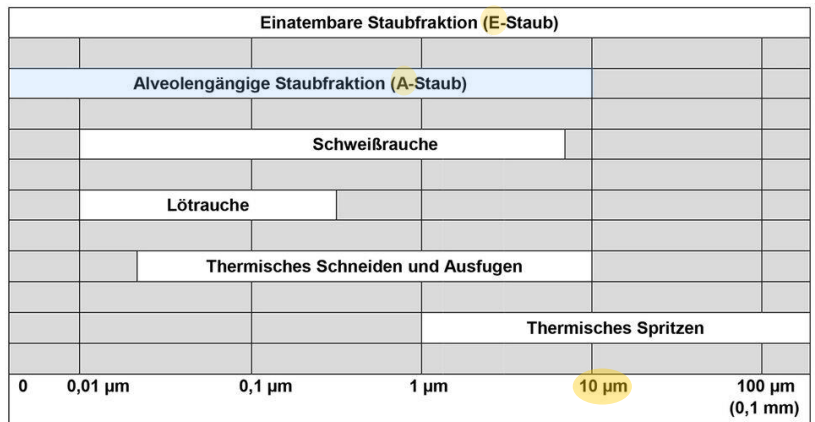


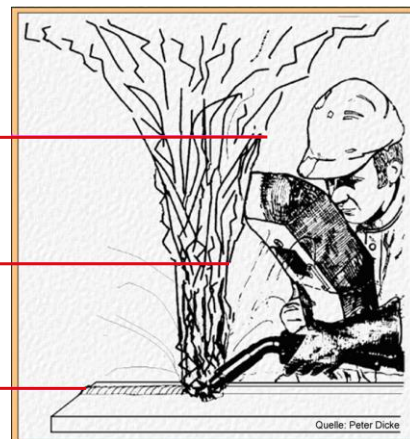
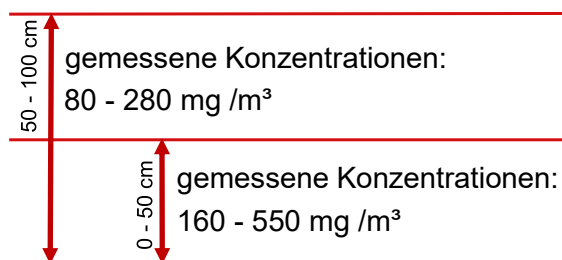
Abbildung 1: Größe der partikelförmigen Gefahrstoffe aus schweißtechnischen Prozessen in Relation zu den Staubfraktionen nach DIN EN 481

ID 040154a

101

Schadstoffbelastung im Arbeitsbereich des Schweißers

Allgemeiner Staubgrenzwert A-Fraktion
1,25 mg/m³ (gilt nicht für KMR_F-Stoffe)



ID 034948

102

Grenzwertbeispiele

Stoff	Grenzwerte	
Allgemeiner Staubgrenzwert	AGW 10 mg/m ³ (E)	AGW 1,25 mg/m ³ (A)
Krebserzeugende Arsenverbindungen	TK 8,3 µg/m ³ (E)	AK 0,8 µg/m ³ (E)
Cadmium u. krebserzeugende Cadmiumverbindungen	TK 2,0 µg/m ³ (E)	AK 0,9 µg/m ³ (A)
Chrom(VI)-Verbindungen	BM 1,0 µg/m ³ (E)	
Cobalt und anorganische Cobaltverbindungen	TK 2 µg/m ³ (A)	AK 2 µg/m ³ (A)
Nickel (-Metall, Pulver, Staub)	AGW 30 µg/m ³ (E)	AGW 6,0 µg/m ³ (A)
Krebserzeugende Nickelverbindungen	TK 6,0 µg/m ³ (A)	AK 6,0 µg/m ³ (A)
Mangan und seine anorganischen Verbindungen	AGW 0,2 mg/m ³ (E)	AGW 0,02 mg/m ³ (A)
Fluoride	AGW 1 mg/m ³ (E)	
Stickstoffmonoxid (gasförmig)	AGW 2,5 mg/m ³	(= 2 ppm)
Stickstoffdioxid (gasförmig)	AGW 0,95 mg/m ³	(= 0,5 ppm)
Kohlenmonoxid (gasförmig)	AGW 23 mg/m ³	(= 20 ppm)

ID 043576

104

Hierarchie der Schutzmaßnahmen

- **S**ubstitution: Auswahl gefahrstoffarmer Verfahren und Zusatzwerkstoffe
- **T**echnik: Lüftungstechnische und bauliche Maßnahmen
- **O**rganisatorische und hygienische Maßnahmen
- **P**ersönliche Schutzmaßnahmen



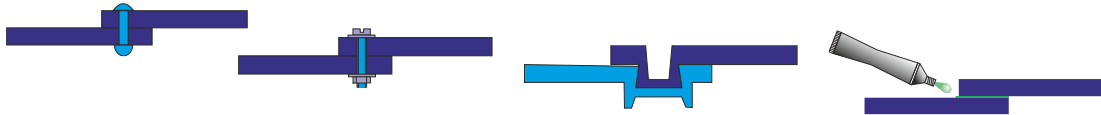
In vielen Fällen ist eine Kombination der Maßnahmen erforderlich um das Schutzziel für den Schweißer und andere Beschäftigte (Bystander) im Gefahrenbereich zu erreichen.

ID 040160

105

Substitution - Substitutionsbeispiele

Alternativverfahren: Nieten, Schrauben, Clinchen, Kleben



Schweißverfahren: WIG, WIG Orbitalschweißen, ColdArc, UP



Zusatzwerkstoffe: Ersatz von „Thoriumhaltigen“ (WT-Elektroden) Elektroden durch „Thoriumfreie“ Schweißelektroden

Grafiken: BGHM

ID 043579

106

Technische Maßnahmen

Lüftungstechnische und bauliche Maßnahmen

- a) Schutz des Schweißers sicherstellen
→ an der Entstehungsstelle absaugen
- b) Ausbreitung über den Arbeitsbereich hinaus verhindern
→ geschlossene Schweißerkabine, bauliche Trennung
- c) nicht schweißende Kollegen schützen
(= andere Beschäftigte im Gefahrenbereich)
→ Absaugung an der Entstehungsstelle und / oder geschlossene Schweißerkabine, bauliche Trennung)

ID 043580

107

Technische Maßnahmen

Anlagendefinitionen nach DGUV Regel 109-002 Arbeitsplatzlüftung:

- **PLT-Anlagen** (Prozesslufttechnische Anlagen) beseitigen die durch den Prozess freigesetzten Gefahrstoffe (z. B. Absauganlagen für Schweißrauche).
- **RLT-Anlagen** (Raumluftechnische Anlagen) beseitigen die durch die menschliche Nutzung freigesetzten Stoffe (z. B. ausgeatmetes CO₂, Ausgasungen aus dem Mobiliar und Sonneneinstrahlung).

ID 043581

108

Technische Maßnahmen

Erfassung der Schadstoffe wenn möglich nah an der Entstehungsstelle

Beispiele:

- Brennerintegrierte Absaugungen mittels Hochvakuumanlagen (HV),
- Punktabsaugung mit div. Erfassungselementen (Düsen) (HV) und Mittelvakuumanlagen (MV),
- Punkterfassung (Haubenerfassung) Mittel- (MV) und Niedrigvakuumanlagen (NV).

Hallenlüftungssysteme (z. B. RLT-Anlagen und Lüftungstürme) sind als alleinige lufttechnische Maßnahme nicht zielführend, nur als zusätzliche Maßnahmen zu Absaugungen an der Entstehungsstelle.

ID 043582

109

Beispiele für Absaugbrenner (Brennerintegrierte Absaugung)



ID 043583

110

Beispiele für Punktförmige Erfassungselemente



Runddüse



Ovaldüse



Schlitzdüse /
Mehrfachlochdüse

max. Abstand von Erfassungselementen in Form von Schlitz-, Oval- oder Runddüsen 20-30 mm zur Schweißstelle



ID 043584

111



Beispiele für mobile Hochvakuumanlagen (HV)



ID 043585

112



Bildbeispiele: Brennerintegriert und Punktabsaugung (HV)



„Brennerintegrierte Absaugung“
mit mobiler HV Absaugung



„Punktabsaugung“
mit HV Absaugung

ID 043586

113

Beispiele für Stationäre Hochvakuumanlagen (HV)



Foto: BGHM



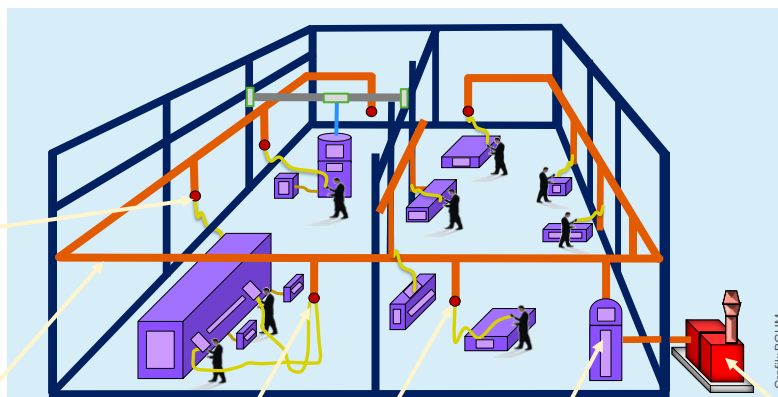
Foto: BGHM

ID 043587

114

Zentrale Hochvakuum - Absaugungsanlage

manueller bzw.
elektronischer
Schieber



Hauptrohr-
leitung

Verschließbare Anschlussöffnungen
für verschiedene Erfassungselemente

Filterturm mit automatischer
Filterabreinigung

Turbine
(schallgeschützt)

Grafik: BGHM

ID 034955

115

Bildbeispiel: Mobile Absauganlagen (NV) und (MV)



ID 040170

116

Beispiele für „Stationäre Absaugungen“ (Mitteldruckvakuum)



Stationäre Filteranlage Mitteldruckvakuum
für mehrere Arbeitsplätze (Darstellung
ohne Verrohrungen und Schlauchleitungen)



Stationäre Mitteldruckvakuumanlage
Filteranlage incl. Absaugelement und
Schlauchleitungen Wandmontage
für einen Arbeitsplatz



Stationäre Mitteldruckvakuumanlage
incl. wandbefestigtem Galgen (bis zu 8 m
Reichweite), Schlauchleitungen und
Absaugelement für einen Arbeitsplatz,
ohne Filterung wird abgesaugte Luft nach
außen ins Freie geblasen

ID 043588

117

Beispiele für Haubenerfassungen



max. Abstand ca. 300 mm (Erfassungsgeschwindigkeit
0,3m/s bis 0,4m/s) oberhalb der Schweißstelle

ID 043589

118

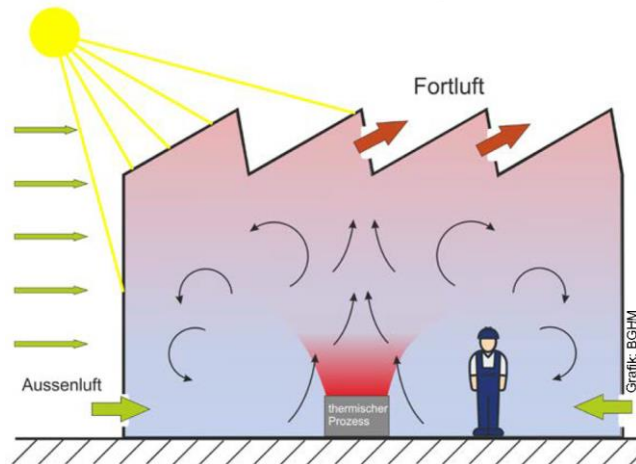
Hallenlüftungsarten

- Freie Lüftung
- Mischlüftung
- Schichtlüftung
- Kombinationen von Lüftungsanlagen

ID 062784

119

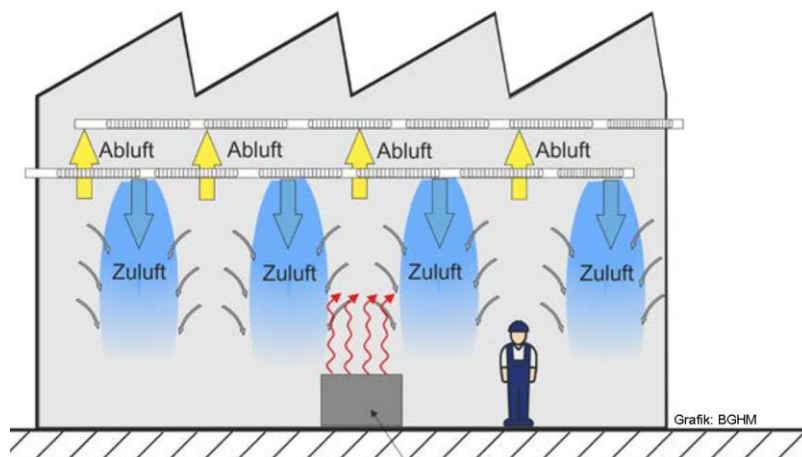
Prinzip Freie Lüftung



ID 062774b

120

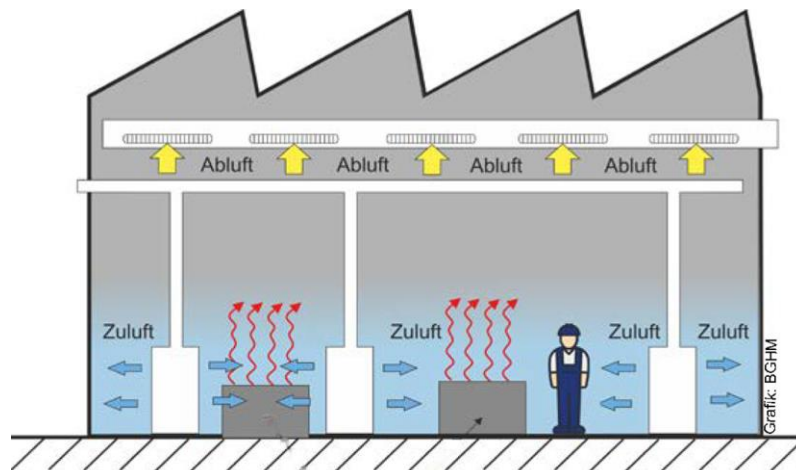
Prinzip Mischlüftung



ID 063398

121

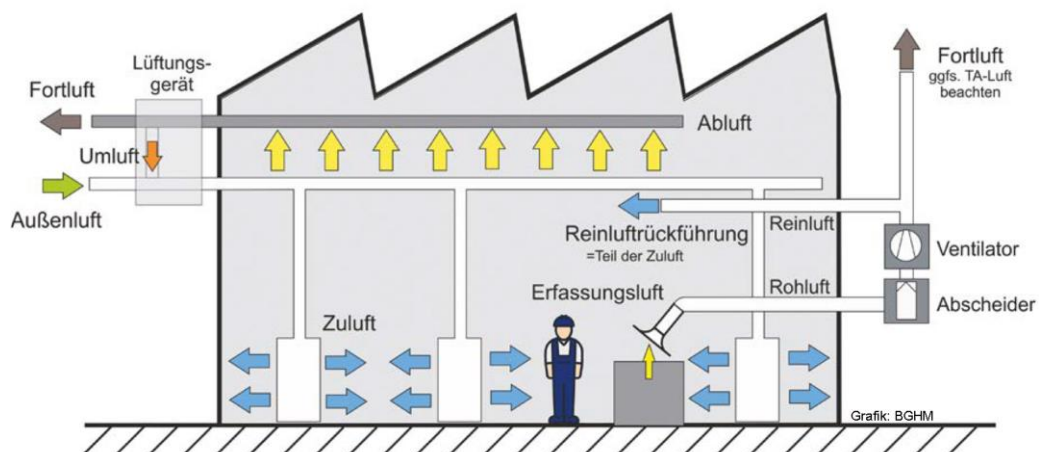
Prinzip Schichtlüftung



ID 063397

122

Prinzip Kombination Lüftungsanlagen (PLT und RLT Anlagen)



ID 062809

123

Persönliche Schutzausrüstung - Beispiel

Automatischer Schweißerschutzhelm mit gebläseunterstütztem Atemschutz (Akku-Filter-Geräte)

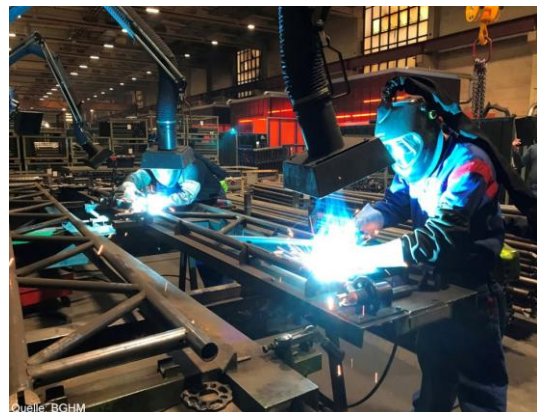


ID 043590

124

Kombination von Schutzmaßnahmen

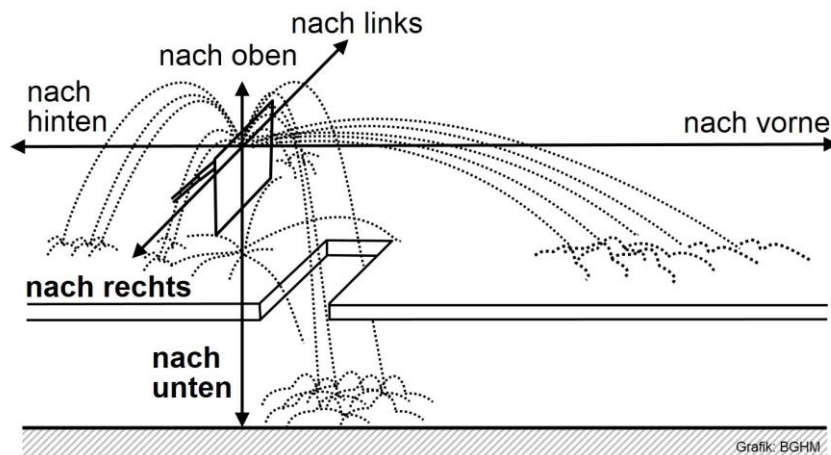
- Automatikschweißerschutzhelme mit gebläseunterstütztem Atemschutz in Kombination mit Absaugung (Erfassung) zum Schutz des Schweißers und anderer Personen in der Halle



ID 043592

125

Ausbreitungsverhalten von Partikeln bei Schweißarbeiten



ID 034934

128

Funkenflug ist zu beachten



ID 034935

129

Maßnahmen beim Schweißen unter Brandgefahr



1. Brennbare Stoffe entfernen



2. Abdecken



3. Abdichten



4. Feuerlöscheinrichtungen



5. Brandposten



6. Brandwache stellen

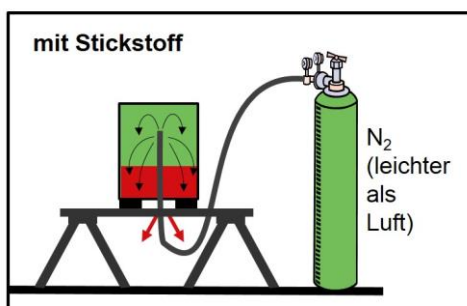
ID 002120

130

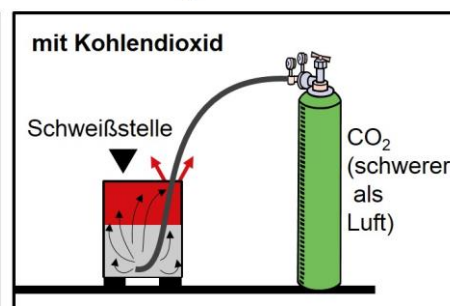
Schutzmaßnahmen vor Schweißarbeiten

Schutzmaßnahmen **vor** Schweißarbeiten an Behältern, die zuvor einen gefährlichen Inhalt enthielten

Flammenerstickende Schutzfüllung



Grafik: BGHM



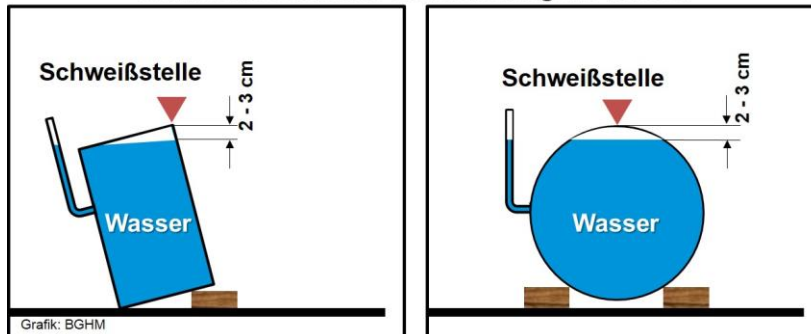
ID 034942

131

Schutzmaßnahmen vor Schweißarbeiten

Schutzmaßnahmen **vor** Schweißarbeiten an Behältern, die zuvor einen gefährlichen Inhalt enthielten

Flammenerstickende Schutzfüllung mit Wasser



ID 034943

132

NEU: Handgeführtes Laserschweißen



ID 082866

133

Gefährdungsbeurteilung ?



ID 082867

134

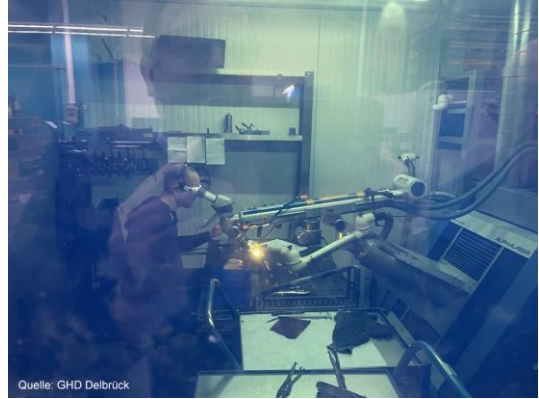
Gefährdungen beim handgeführten Laserschweißen ? Schutzmaßnahmen ?



ID 082868

135

Schutzmaßnahmen



ID 082869

136

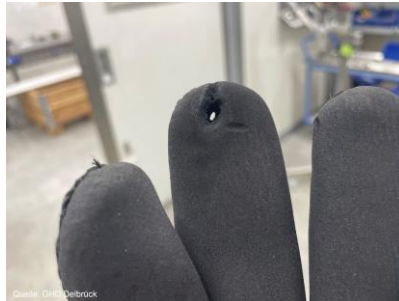
Schutzmaßnahmen



ID 082870

137

Schutzmaßnahmen



ID 082871

138

Laser-Reinigung

Gefährdungsbeurteilung ?



ID 082872

139



Maßnahmen beim offenen Laserschweißen / Laserreinigen

- Bestellung eines Laserschutzbeauftragten
- Gefährdungsbeurteilung (unterstützt von LSB und ggf. fachkundiger Person)
 - Abschirmung (LS-Wand, -Vorhänge, -Fenster), ggf. auch nach oben
 - Beschilderung, Warnlampen/Türverriegelung
 - Betriebsanweisung, Unterweisung, Festlegung von Personen
 - PSA (Laserschutz-Helm/Visier/Brille, Handschuhe, Kleidung)
 - Absaugung von Gefahrstoffen

Wenn keine vollständige Abschirmung möglich ist: Zugang zum Laserbereich regeln / verhindern

[Fachbereich AKTUELL - Strahlarbeiten - Reinigen und Entschichten mit Laserstrahlung](#)

ID 082873