

BGI 543 - Schleifer
Berufsgenossenschaftliche Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGI)
(bisher ZH 1/63)

- Dr. Peter Herbst -

(Ausgabe 2002; 2006;:: 2010)

implementiert mit Genehmigung der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Vorwort

Das Schleifen ist ein Verfahren zur spanenden Bearbeitung der verschiedensten Materialien, wie Metall, Stein/Keramik, Glas und Holz. Dabei kommen die unterschiedlichsten Schleifwerkzeuge und -maschinen zum Einsatz.

Das Maschinenspektrum reicht von hochmodernen CNC-Bearbeitungsmaschinen über Tisch- und Ständerschleifmaschinen bis zu in der Hand gehaltenen Maschinen.

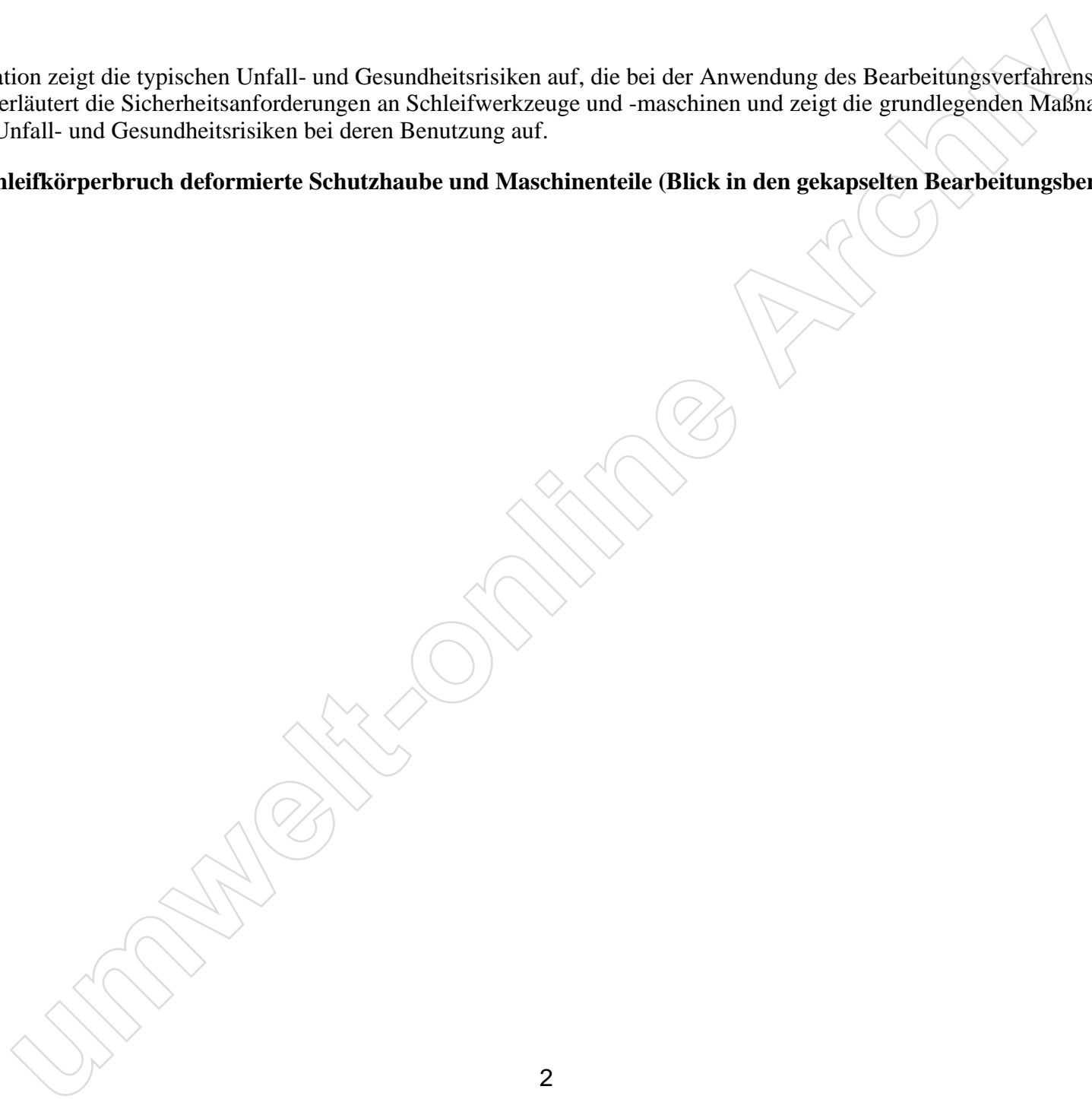
Entsprechend unterschiedlich sind die Anforderungen. Steht bei den einen Maschinen höchste Präzision und Wirtschaftlichkeit im Vordergrund, wird von den anderen die Funktion unter rauen Betriebsbedingungen, z.B. im Einsatz auf Baustellen, in Schlossereien, Gussputzereien und im Schiff- und Stahlbau, verlangt.

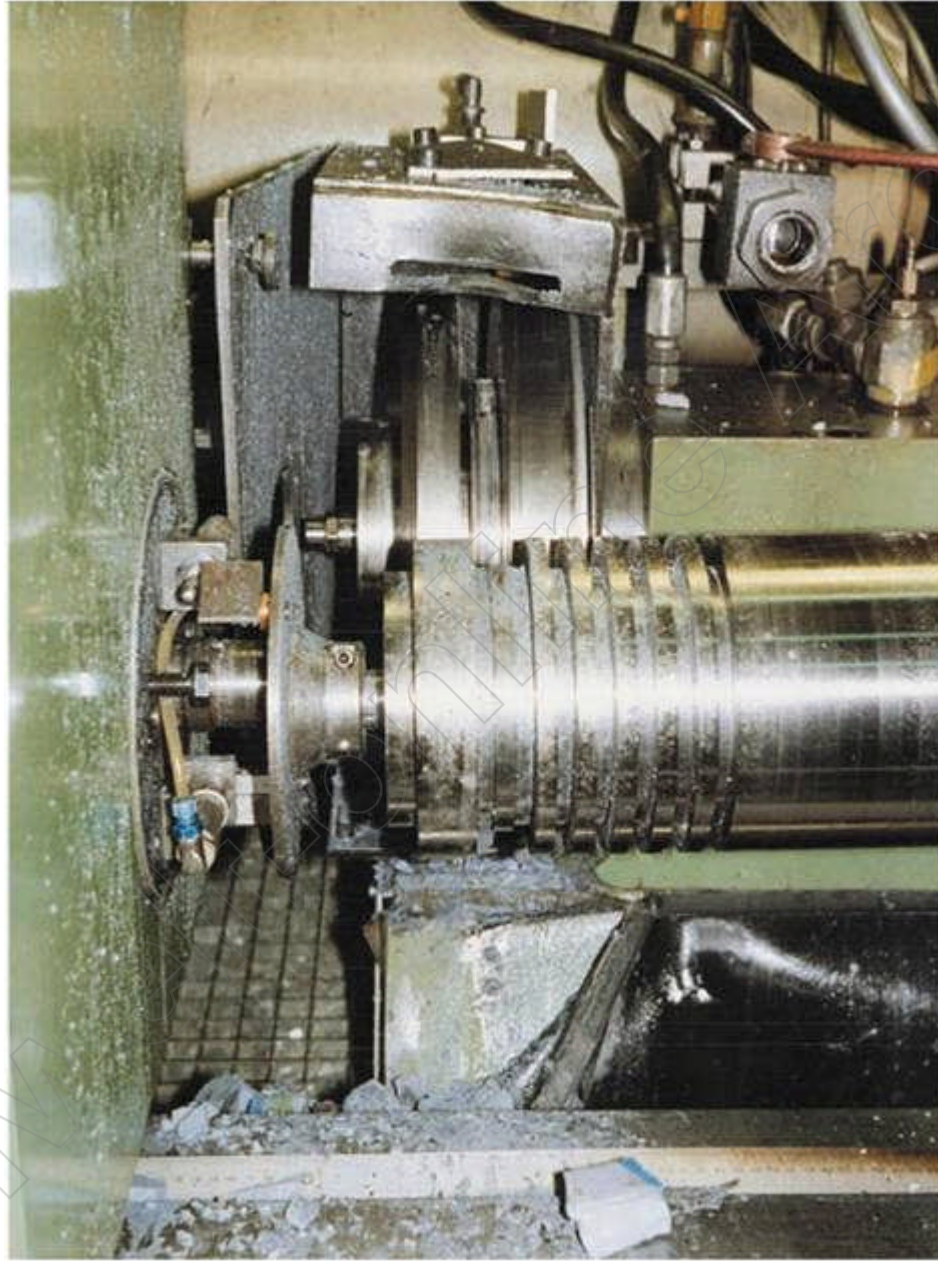
Jeder dieser Anwendungsfälle hat seine spezifischen Unfallgefahren und Risiken. Allen gemeinsam sind Gefährdungen, die von den Besonderheiten des Schleifwerkzeugs herrühren, im Vergleich zu den sonst üblichen Maschinenwerkzeugen, wie Bohrern und Fräsern. Die herausragendste Besonderheit ist die Möglichkeit des Schleifkörperbruchs, bei dem Bruchstücke mit großen Energieinhalten freigesetzt werden können. Dies wird anschaulich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass übliche Schleifkörperumfangsgeschwindigkeiten im Bereich von 63 bis 80 m/s liegen, was umgerechnet ca. 227 bzw. 288 km/h entspricht. Bruchstücke mit entsprechenden Geschwindigkeiten haben eine mit Geschossen vergleichbare Wirkung, wenn davon Personen, Maschinen- oder Gebäudeteile getroffen werden (Bild 1).

Insbesondere das Unfallgeschehen bei der Verwendung von Handschleifmaschinen zeigt, dass die damit verbundenen Gefährdungen häufig unterschätzt oder nicht erkannt werden. Aus der Unfallstatistik der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) geht hervor, dass sich in Deutschland in den Jahren 2004 bis 2008 durchschnittlich ca. 14.000 meldepflichtige Arbeitsunfälle pro Jahr beim Umgang mit Schleifmaschinen ereigneten. Ungefähr 2/3 davon entfallen auf Arbeiten mit Handschleifmaschinen, insbesondere mit Winkelschleifern.

Diese BG-Information zeigt die typischen Unfall- und Gesundheitsrisiken auf, die bei der Anwendung des Bearbeitungsverfahrens "Schleifen" auftreten können, erläutert die Sicherheitsanforderungen an Schleifwerkzeuge und -maschinen und zeigt die grundlegenden Maßnahmen zur Vermeidung von Unfall- und Gesundheitsrisiken bei deren Benutzung auf.

Bild 1: Durch Schleifkörperbruch deformierte Schutzhaube und Maschinenteile (Blick in den gekapselten Bearbeitungsbereich)





1 Rechtsgrundlagen für Schleifwerkzeuge und Schleifmaschinen

Schleifwerkzeuge fallen hinsichtlich der Anforderungen an ihre Beschaffenheit in den Geltungsbereich des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG), welches für das Inverkehrbringen von technischen Arbeitsmitteln und Verbraucherprodukten gilt.

Da Schleifwerkzeuge von keiner Rechtsverordnung zum GPSG erfasst werden, gelten für ihre Beschaffenheit die allgemeinen Anforderungen des Gesetzes, insbesondere § 4 Abs. 2, in dem es heißt: "Ein Produkt darf... nur in Verkehr gebracht werden, wenn es so beschaffen ist, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung oder vorhersehbarer Fehlanwendung Sicherheit und Gesundheit von Verwendern oder Dritten nicht gefährdet werden."

Zur Beurteilung, ob ein Produkt diese sehr allgemein formulierte Anforderung erfüllt, verweist der Gesetzgeber auf Normen und sonstige technische Spezifikationen. Im Falle der Schleifwerkzeuge sind dies insbesondere

- DIN EN 12413 Sicherheitsanforderungen für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel,
- DIN EN 13236 Sicherheitsanforderungen für Schleifwerkzeuge mit Diamant oder Bornitrid und
- DIN EN 13743 Sicherheitsanforderungen für Schleifmittel auf Unterlagen.

Eine Baumusterprüfung und Zertifizierung durch eine akkreditierte Zertifizierungsstelle - wie früher durch die zwischenzeitlich außer Kraft gesetzte Unfallverhütungsvorschrift "Schleif- und Bürstwerkzeuge" (BGV D12) gefordert - ist nach der veränderten Rechtslage für das Inverkehrbringen von Schleifwerkzeugen nicht mehr erforderlich.

Für Schleifmaschinen gilt hinsichtlich ihrer Beschaffenheit ebenfalls das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG), aber im Gegensatz zu den Schleifwerkzeugen sind die Anforderungen an Maschinen durch die 9. Verordnung zum GPSG (Maschinenverordnung) konkretisiert.

Mit dieser Verordnung wird die Europäische Richtlinie für Maschinen (RL 2006/42/EG) in nationales Recht umgesetzt.

Der Anhang I dieser Richtlinie enthält die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen, die jede Maschine erfüllen muss, wenn sie in der Europäischen Gemeinschaft in Verkehr gebracht wird.

Von der Erfüllung dieser Anforderungen kann im Allgemeinen ausgegangen werden, wenn der Maschinenhersteller die auf die Maschine anwendbaren harmonisierten Normen anwendet (Vermutungswirkung). Eine Liste dieser harmonisierten Normen ist z.B. auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zu finden.

Als harmonisierte Produktnormen (C-Normen) speziell für Schleifmaschinen sind insbesondere zu nennen:

- DIN EN 13218 Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Ortsfeste Schleifmaschinen
- DIN EN 61029-2-4 Sicherheit transportabler motorbetriebener Elektrowerkzeuge; Teil 2-4: Besondere Anforderungen für Tischschleifmaschinen
- DIN EN 60745-2-3 Handgeführte motorbetriebene Elektrowerkzeuge - Sicherheit - Teil 2-3: Besondere Anforderungen für Schleifer, Polierer und Schleifer mit Schleifblatt
- DIN EN 792-7 Handgehaltene nicht elektrisch betriebene Maschinen - Sicherheitsanforderungen - Teil 7: Schleifmaschinen für Schleifkörper
- DIN EN ISO 19432 Baumaschinen und -ausrüstungen - Tragbare, handgeführte Trennschleifmaschinen mit Verbrennungsmotor - Sicherheit und Prüfverfahren

Schleifmaschinen, die bei Inkrafttreten der Maschinenrichtlinie bereits in Betrieb waren oder bis 31.12.1994 auf der Grundlage nationaler Vorschriften in Betrieb genommen worden waren, mussten spätestens bis zum 30.06.1998 an die Mindestanforderungen des Anhangs der Arbeitsmittelbenutzungsverordnung (AMBV) angepasst werden.

Diese Verordnung diente der Umsetzung der EG-Arbeitsmittel-Benutzungs-Richtlinie (AMBR) in nationales Recht und ist zwischenzeitlich als Anhang 1 Bestandteil der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Nach einem von den berufsgenossenschaftlichen Fachausschüssen durchgeführten Vergleich zwischen den Bau- und Ausrüstungsbestimmungen der bis dahin anzuwendenden Unfallverhütungsvorschriften und den Anforderungen des Anhangs der Arbeitsmittelbenutzungsverordnung wird eine entsprechende Nachrüstung für die Mehrzahl der Maschinen, die bislang den nationalen Vorschriften entsprachen, allerdings nicht für erforderlich gehalten.

Für das Betreiben von Schleifmaschinen und Schleifwerkzeugen gelten - wie für jedes Arbeitsmittel - die Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung und die allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften. Die schleifspezifischen Unfallverhütungsvorschriften "Metallbearbeitung; Schleifkörper, Pließ- und Polierscheiben; Schleif- und Poliermaschinen (VBG 7n6 und 7t1) und "Schleif- und Bürstwerkzeuge" (BGV D12) gibt es seit Anfang 2005 nicht mehr. Die Betriebsbestimmungen dieser Unfallverhütungsvorschriften finden sich seitdem in der berufsgenossenschaftlichen Regel "Betreiben von Arbeitsmitteln" (BGR 500) in den Kapiteln 2.19 "Betreiben von Schleifmaschinen" bzw. 2.25 "Betreiben von kraftbetriebenen Schleif- und Bürstwerkzeugen".

2 Einteilung der Schleifwerkzeuge

Die Verschiedenartigkeit von Schleifaufgaben mit jeweils unterschiedlichen Anforderungen, z.B. hinsichtlich der Werkstückgüte, des Zerspanungsvolumens und der Standzeit, erfordert eine Vielzahl von Schleifwerkzeugen sowohl hinsichtlich der Form als auch der Zusammensetzung und des Aufbaus.

Wesentliche Bestandteile zur Charakterisierung eines Schleifwerkzeugs sind das Schleifmittel und die Bindung. Bei dem Schleifmittel ist, in der Reihenfolge zunehmender Härte, zu unterscheiden zwischen Korund, Siliciumcarbid, kubischem Bornitrid (CBN) und Diamant.

Wichtige Bindungsarten sind die keramische Bindung, die Kunstharz- und Metallbindung sowie die galvanische Bindung.

Entsprechend ihrem Aufbau werden Schleifwerkzeuge in drei Gruppen unterteilt:

1. Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel (Bild 2-1) bestehen im Allgemeinen durchgehend aus Korund- oder Siliciumcarbidkorn in keramischer Bindung oder Kunstharzbindung, letztere auch mit Faserstoffverstärkung, z.B. durch Einlagerung von Glasgewebe oder Faserstoffen.

Bild 2-1: Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel



2. Schleifkörper mit Schleifbelag aus Diamant oder Bornitrid (Bild 2-2) sind überwiegend aus einem schleifmittelfreien Grundkörper und einem Schleifbelag aus Schleifmittelkorn und Bindung zusammengesetzt. Die Grundkörper bestehen z.B. aus Stahl, Aluminium, Kunstharzmassen oder Keramik. Die Schleifbeläge werden z.B. durch Schweißen, Sintern, Löten, Kleben oder galvanisches Beschichten auf den Grundkörper aufgebracht.

Bild 2-2: Schleifkörper mit Schleifbelag aus Diamant und Bornitrid



3. Schleifmittel auf Unterlagen (Bild 2-3) bestehen aus einer Unterlage, vorwiegend Vulkanfiber oder Textilgewebe, auf die mittels einer Bindung das Schleifmittel (z.B. Korund oder Siliciumcarbid) aufgebracht ist.

Bild 2-3: Schleifmittel auf Unterlagen



Eine Übersicht über die wichtigsten rotierenden Schleifkörper enthält Bild 2-4.

Bild 2-4: Übersicht über die wichtigsten rotierenden Schleifkörper

Schleifkörper	Produktnorm	Schleifmittel ¹	-	Bindung ¹	-	Werkstoff Grundkörper bzw. Unterlage
Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel, z.B. gerade, abgesetzte,	DIN ISO 525	Korund	(A)	keramische Bindung	(V)	

konische, ausgesparte, verjüngte, gekröpfte Schleifscheiben, Schleifzylinder, Schleiftöpfe, Schleifteller, Schleifstifte, Trennschleifscheiben						
	DIN ISO 603	Siliciumcarbid	(C)	Kunsthartzbindung	(B)	
				Kunsthartzbindung, faserstoffverstärkt	(BF)	
				Gummibindung	(R)	
				Gummibindung, faserstoffverstärkt	(RF)	
				Magnesitbindung	(Mg)	
Schleifkörper mit Schleifbelag aus Diamant oder Bornitrid , z.B. gerade, abgesetzte, ausgesparte Schleifscheiben; Schleifringe, Schleiftöpfe, Schleifteller, Schleifstifte, Trennschleifscheiben, Segment-Trennschleifscheiben	DIN ISO 6104	Diamant	(D)	keramische Bindung	(V)	Grundkörper: Korund od. Siliciumcarbid mit keramischer Bindung
		kubisches Bornitrid	(B)			
				keramische Bindung	(V)	Kunsthartzbindung mit nichtmetallischen oder metallischen Füllstoffen, Aluminium
				Kunsthartzbindung mit nichtmetallischen Füllstoffen	(B)	
				gesinterte Metallbindung (Bronze, Stahl, Hartmetall)	(M)	Stahl, Gussbronze, Sinterbronze

				galvanische Metallbindung (Nickel)	(G)	Stahl, Aluminium
Schleifkörper aus Schleifmittel auf Unterlagen, z.B.		Korund	(A)	Kunstharzbindung	(B)	Unterlage:
		Siliciumcarbid	(C)			
Vulkanfiberschleifscheiben	DIN ISO 16057					Vulkanfiber
Lamellenschleifscheiben	DIN ISO 5429					Textilgewebe
Lamellenschleifstifte	DIN 150 3919					Textilgewebe
Fächerschleifscheiben	DIN 150 15635					Textilgewebe
¹ mit Kurzzeichen nach DIN ISO 525						

3 Sicherheitstechnische Kenngrößen

Die wesentlichste sicherheitstechnische Kenngröße eines rotierenden Schleifwerkzeugs ist dessen Arbeitshöchstgeschwindigkeit v_s . Sie gibt die höchstzulässige Umfangsgeschwindigkeit an, mit der das Werkzeug auf einer Maschine betrieben werden darf.

Die Arbeitshöchstgeschwindigkeit stellt somit einen oberen Grenzwert dar, der grundsätzlich nicht überschritten werden darf. Selbstverständlich darf das Schleifwerkzeug bei jeder niedrigeren Umfangsgeschwindigkeit betrieben werden. Für den Praktiker ist hinsichtlich des Sicherheitsaspektes aber meist weniger die Arbeitshöchstgeschwindigkeit als die zugehörige Drehzahl von Interesse, da er diese einfach mit der Höchstdrehzahl seines zur Verfügung stehenden Schleifantriebs vergleichen kann. Die Drehzahl eines Schleifwerkzeugs bei Arbeitshöchstgeschwindigkeit wird als zulässige Drehzahl n_{\max} bezeichnet. Die Umrechnung zwischen der Arbeitshöchstgeschwindigkeit und der

zulässigen Drehzahl erfolgt nach den Formeln: $n_{\max} = \frac{v_s \cdot 60 \cdot 1000}{D \cdot 3,14}$ bzw.

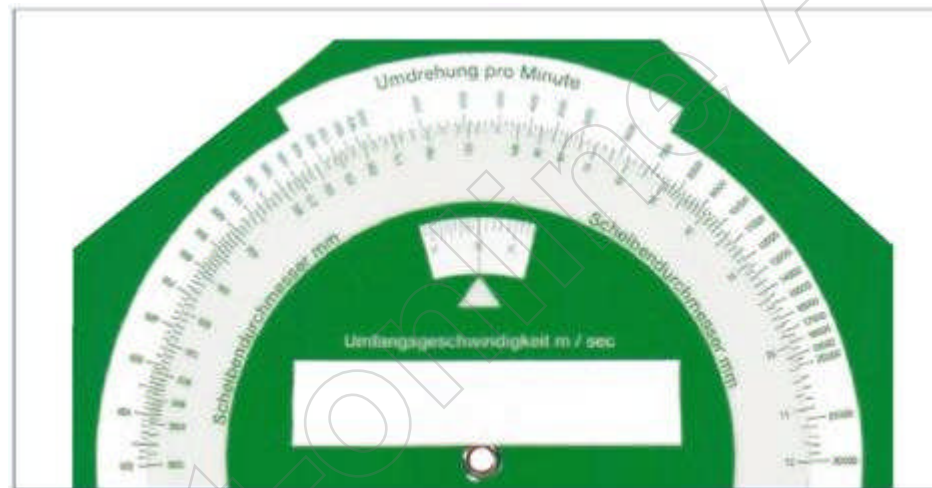
$$v_s = \frac{n_{\max} \cdot D \cdot 3,14}{60 \cdot 1000}$$

mit:

- v_s - Arbeitshöchstgeschwindigkeit in m/s
- n_{\max} - zulässige Drehzahl in 1/min
- D - Außendurchmesser des Schleifwerkzeugs in mm.

Übrigens kann der Zusammenhang zwischen diesen Kenngrößen des Schleifwerkzeugs schnell und einfach mit Hilfe von Schablonen ermittelt werden (Bild 3-1), die bei fast allen Schleifwerkzeugherstellern erhältlich sind.

Bild 3-1: Schablone zur einfachen Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Umfangsgeschwindigkeit, Drehzahl und Schleifkörperdurchmesser



Weitere wichtige Kenngrößen für die Sicherheit von Schleifwerkzeugen sind deren Bruchgeschwindigkeit und der Sicherheitsfaktor.

Die Bruchgeschwindigkeit v_{br} ist diejenige Umfangsgeschwindigkeit, bei welcher der Schleifkörper allein aufgrund der bei der Rotation auftretenden Fliehkraftbeanspruchung zerplatzt. Selbstverständlich muss dieser Wert deutlich oberhalb der Arbeitshöchstgeschwindigkeit liegen. Die Spanne zwischen beiden Werten kennzeichnet den Sicherheitsfaktor S_{br} gegen Bruch durch Fliehkraft. Er errechnet sich aus dem Verhältnis des Quadrates von Bruchgeschwindigkeit und Arbeitshöchstgeschwindigkeit:

$$S_{br} = \frac{v_{br}^2}{v_s^2}$$

Die erforderliche Höhe des Sicherheitsfaktors hängt von der Schleifmaschine und der Anwendungsart ab, für die das Werkzeug vorgesehen ist (Bild 3-2). Schleifwerkzeuge für Handmaschinen, z.B. für Winkel- und Geradschleifer, müssen einen höheren Sicherheitsfaktor haben als solche zum Einsatz auf ortsfesten Maschinen, wo z.B. Werkzeug und Werkstück in Bahnen zwangsgeführt werden. Dies ergibt sich notwendigerweise aus den unvorhersehbaren zusätzlichen Beanspruchungen beim Schleifen mit handgeführten Maschinen, z.B. durch Verkanten oder unkontrollierten Andruck des Schleifwerkzeugs.

Bild 3-2: Sicherheitsfaktoren für Schleifwerkzeuge

Maschinenart	Schleifkörperform	Arbeitshöchstgeschwindigkeit	Sicherheitsfaktor
		$v_s, \text{m/s}$	S_{br}
Ortsfeste Schleifmaschinen	Hochdruckschleifkörper	≤ 80	3,5
	Trennschleifscheiben	≤ 80	3,5 ^a
		≤ 100	2,0
	Alle anderen Formen	alle	3,0
Ortsfeste Schleifmaschinen mit geschlossenem Arbeitsbereich	Hochdruckschleifkörper	≤ 100	3,0
	Alle anderen Formen	alle	1,75
Ortsveränderliche Schleifmaschinen	Schleifkörper und Trennschleifscheiben	≤ 100	3,5
Handschleifmaschinen	Schleifkörper $D > 125 \text{ mm}$	≤ 50	3,0
		$50 < v_s \leq 80$	3,5
	Trennschleifscheiben $D > 125 \text{ mm}$	≤ 100	3,5
	Alle Formen $D \leq 125 \text{ mm}$	< 80	3,0
		> 80	3,5

Aus den gleichen Gründen müssen Schleifwerkzeuge für Handmaschinen auch noch zusätzliche Anforderungen hinsichtlich der Aufnahme seitlich wirkender Kräfte erfüllen.

Für Trenn- und Schruppschleifscheiben aus gebundenem Schleifmittel gelten festgelegt Werte der Seitenbelastbarkeit, für Schleifkörper mit Diamant oder Bornitrid mit metallischem Grundkörper sind es Mindestwerte für die Biege- und Abscherfestigkeit des Schleifbelages.

Für Schleifwerkzeuge mit Schaft, z.B. Schleifstifte und Lamellenschleifstifte, gilt als zusätzliche Anforderung, dass der Schaft einen Sicherheitsfaktor S_{ab} gegen Abbiegen bei Fliehkraftbeanspruchung von $S_{ab} = 1,3$ aufweisen muss.

4 Kennzeichnung

Schleifwerkzeuge müssen grundsätzlich mit Kennzeichnungsangaben versehen sein, um dem Betreiber und hier insbesondere der Person, die den Schleifkörper aufspannt, Angaben für die sichere und bestimmungsgemäße Verwendung zu vermitteln.

Selbstverständlich müssen diese Angaben deutlich erkennbar und dem Werkzeug eindeutig zuzuordnen sein. Der Umfang der Kennzeichnungsangaben und die Art der Anbringung können jedoch in Abhängigkeit vom Schleifwerkzeugtyp und dessen Abmessungen unterschiedlich sein.

4.1 Inhalt

Die vom Schleifwerkzeughersteller anzugebenden Kenndaten für die einzelnen Schleifwerkzeugtypen sind im Bild 4-1 zusammengefasst.

Bild 4-1: Kennzeichnungsangaben für Schleifwerkzeuge

	lfd.Nr.	Benennung der Werkzeuge	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Hersteller, Lieferer, Einführer oder deren geschütztes Warenzeichen		Maße in mm	Werkstoffbezeichnung	Arbeits- höchstgeschwindigkeit ¹ v_s in m/s	maximale zulässige Drehzahl n_{max} in 1/min	Drehrichtung	Konformitätserklärung	Verwendungseinschränkung	Rückverfolgbarkeitscode
Schleifkörper aus	1	Schleifscheiben (gerade, konisch, abgesetzt, verjüngt, ausgespart, gekröpft, auch	X	X	X	X	X	-	X	X	X

gebundenem Schleifmittel		faserstoffverstärkt), Trennschleifscheiben									
	2	Schleiftöpfe, Schleifteller, Schleifscheiben und Schleifzylinder mit Tragscheibe verklebt oder verschraubt	X	X	X	X	X	-	X	X	X
	3	Schleifsegmente	X	X	X	-	-	-	X	-	X
	4	Schleifstifte	X	X	X	-	X	-	X	-	X
	5	Kleinschleifkörper mit D = 80 mm	X	X	X	X	X	-	X	X	X
	6	Schleifkegel	X	X	X	X	X	-	X	-	X
	7	Schleifkörper mit Magnesitbindung	X	X	X	X	X	-	X	-	X
Schleifkörper mit Diamant oder Bornitrid	8	Schleifkörper und Trennschleifscheiben zum Präzisionsschleifen	X	X	-	X	X	-	X	X	X
	9	Trennschleifscheiben	X	X	-	X	X	X	X	X	X
	10	Schleifstifte	X	X	-	-	X	-	X	X	X
	11	Sonstige	X	X	-	X	X	-	X	X	X
Schleifmittel auf Unterlagen	12	Fächerschleifscheiben	X	X	-	X	X	-	X	X	X
	13	Lamellenschleifscheiben	X	X	-	X	X	-	X	X	X
	14	Lamellenschleifstifte	X	X	-	X	X	-	X	-	X
	15	Vulkanfiberschleifscheiben	X	X	-	X	X	-	X	X	X
	16	Stützteller für Vulkanfiberschleifscheiben	X	-	-	-	X	-	X	-	X
1 Optional: Zusätzliche Kennzeichnung mit Farbstreifen											

Aus der Tabelle im Bild 4-1 ist ersichtlich, dass alle rotierenden Schleifwerkzeuge mit Angaben über den Hersteller, Lieferer oder Einführer, über die Arbeitshöchstgeschwindigkeit und/oder die zulässige Drehzahl und mit einer Konformitätserklärung entsprechend Spalte 7 der Tabelle gekennzeichnet sein müssen.

Als Konformitätserklärung gilt die Angabe der Nummer der betreffenden Norm, z.B. DIN EN 12413, wenn es sich um gebundene Schleifkörper handelt.

Der Hersteller bzw. Inverkehrbringer bestätigt mit dieser Angabe die Übereinstimmung des Schleifwerkzeugs mit den Anforderungen der betreffenden Sicherheitsnorm.

Für den Verwender ist es daher wichtig, dass er nur Schleifwerkzeuge mit einer entsprechenden Kennzeichnungsangabe beschafft und verwendet.

Nicht zulässig ist die Kennzeichnung von Schleifwerkzeugen mit dem CE-Zeichen. Voraussetzung dafür wäre, dass die Sicherheitsanforderungen an Schleifwerkzeuge in einer europäischen Richtlinie geregelt wären, was aber nicht der Fall ist, wie im Abschnitt 1 erläutert.

Bei Schleifwerkzeugen mit einer Arbeitshöchstgeschwindigkeit $v_s = 50$ m/s können zusätzlich Farbstreifen Bestandteil der Kennzeichnung sein. Sie dienen der leichteren Identifikation der verschiedenen Arbeitshöchstgeschwindigkeiten (Bild 4-2).

Bild 4-2: Farbkennzeichnung für Schleifscheiben

Arbeitshöchstgeschwindigkeit in m/s	Farbstreifen - Anzahl und Kennfarbe
50	1 x blau
63	1 x gelb
80	1 x rot
100	1 x grün
125	1 x blau 1 x gelb
140	1 x blau 1 x rot
160	1 x blau 1 x grün
180	1 x gelb 1 x rot
200	1 x gelb 1 x grün
225	1 x rot 1 x grün

250	2 x blau
280	2 x gelb
320	2 x rot

Die Angabe der Schleifwerkzeugmaße (Spalte 2 im Bild 4-1) erfolgt üblicherweise in der Reihenfolge:

Außendurchmesser D * Breite T * Bohrungsdurchmesser H (siehe auch DIN ISO 525).

Zusätzlich zu den im Bild 4-1 genannten Daten muss der Hersteller/Inverkehrbringer auf Verwendungseinschränkungen aufmerksam machen, wenn Schleifwerkzeuge nicht für alle Einsatzzwecke geeignet sind. Dies kann in Form von Text oder auch als Piktogramm geschehen.

Typische Verwendungseinschränkungen (abgekürzt VE und Nr.) sind z.B.:

- VE 1: nicht zulässig für Freihandschleifen
- VE 3: nicht zulässig für Nassschleifen
- VE 4: zulässig nur für geschlossenen Arbeitsbereich
- VE 6: nicht zulässig für Seitenschleifen
- VE 8: zulässig nur mit Stützteller
- VE 10: nicht zulässig für Trockenschleifen

Ein ebenfalls zusätzliches Kennzeichnungsmerkmal ist das so genannte "Verfallsdatum" bei kunstharzgebundenen Schleifscheiben mit und ohne Faserstoffverstärkung zur Verwendung auf Handschleifmaschinen. Es begrenzt deren Nutzungsdauer auf einen Zeitraum von 3 Jahren nach Herstellung. Damit soll den Auswirkungen von alterungsbedingten Festigkeitsverlusten entgegengewirkt werden. Typische gebundene Schleifwerkzeuge, die von dieser Einschränkung betroffen sind, sind die üblichen Trenn- und Schruppschleifscheiben für Winkelschleifer und Schleifstifte. Das Verfallsdatum wird häufig auf dem in die Bohrung eingesetzten Metallring (Bild 4-3) dieser Schleifscheiben mit Monat und Jahreszahl angegeben, bei Schleifstiften auf deren Etikett.

Bild 4-3: Angabe des Verfallsdatums bei kunstharzgebundenen Schleifscheiben zur Verwendung auf Handschleifmaschinen



Eines besonderen Hinweises bedarf es noch zu der Drehzahlangabe bei Schleifstiften. Sofern die zulässige Drehzahl von der offenen Schaftlänge abhängt, muss sie auch für verschiedene offene Schaftlängen angegeben werden. Zusätzlich ist die Mindesteinspannlänge anzugeben (Bild 4-4).

Bild 4-4: Beispiel für die Kennzeichnung von Schleifstiften mit einer Arbeitshöchstgeschwindigkeit $v_s = 50$ m/s (blauer Farbstreifen)

		Staat / No. / Grade 20
Werkzeugeigenschaften / Eigenschaften / Caractéristiques 200003232627		
Artikelnummer / Numéro de pièce / Part number 1322854		Werkzeugeigenschaften / Eigenschaften / Caractéristiques ZY
Geometrische Dimension / Dimension 3232		Werkzeugeigenschaften / Eigenschaften / Caractéristiques 6X40
Qualität / Quality / Qualité NK 24 QU BA Hart		
Datum der letzten Prüfung / Date of last inspection 10/2009	Datum der nächsten Prüfung / Date of next inspection 10/2012	Norm / Standard EN 12413
Zulässige Drehzahl bei einer offenen Schaftlänge L_o von: Allowed max. speed with an open shaft length L_o of: Vitesses autorisées pour une longueur de perçage L_o de:		
$L_o=10$ mm 25600 U/min	$L_o=15$ mm 21900 U/min	$L_o=20$ mm 18900 U/min
Bei Nachbestellung beifügen! Enclose when reordering! Joindre sur commande!		

4.2 Durchführung und Anbringung

Die Angabe der Kenndaten erfolgt üblicherweise auf Etiketten oder durch Aufschablonieren oder Aufdrucken auf das Schleifwerkzeug selbst; bei Schleifwerkzeugen mit metallischem Grundkörper auch durch Eingravieren, Ätzen oder andere geeignete Verfahren. Die Etiketten werden auf das Werkzeug geklebt, sodass sie damit fest verbunden sind.

Bei Schleifkörpern mit kleinem Außendurchmesser ($D \leq 80$ mm) reicht es aus, wenn Etiketten der Verpackungseinheit beigegeben werden.

5 Lagerung und Transport

Eine Besonderheit von Schleifwerkzeugen besteht darin, dass sie durch ungünstige Umgebungsbedingungen bei der Lagerung und unsachgemäßen Transport Veränderungen erfahren können, die ihre Festigkeitseigenschaften, herabsetzen, sodass die Sicherheit nicht mehr gewährleistet ist.

Den Lagerungsbedingungen und dem Transport beim Verwender sind daher zur Vermeidung späterer Schleifwerkzeugbrüche besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Die Lagerung sollte in trockenen und gleichmäßig temperierten, frostfreien Räumen erfolgen. Dadurch wird eine Feuchtigkeitsaufnahme vermieden. Die Einhaltung gleich bleibender Temperaturen verhindert die Ausbildung von Spannungsrissen durch ungleichmäßige Erwärmung oder Abkühlung. Aus demselben Grund sollten Schleifwerkzeuge bei der Lagerung auch vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden. Insbesondere bei kunstharzgebundenen Werkzeugen kann durch ungünstige Umgebungsbedingungen während der Lagerung der Alterungsvorgang beschleunigt werden. Hinsichtlich der Feuchtigkeitsaufnahme reagieren Schleifkörper mit Magnesitbindung besonders empfindlich.

Schleifkörper sollten auf einer ebenen Fläche liegend, z.B. in Regalen (Bild 5-1), aufbewahrt werden oder besonders große Schleifkörper stehend in Gestellen (Bild 5-2). Dabei ist darauf zu achten, dass eine Durchbiegung der Schleifkörper vermieden wird und dass bei übereinander abgelegten Schleifkörpern der Druck für die untersten Schichten nicht zu groß wird. In beiden Fällen können gefährliche Anrisse die Folge sein.

Bild 5-1: Lagerung von Schleifkörpern in Regalen



Bild 5-2: Lagerung von Schleifscheiben stehend in Gestellen



Daraus folgt, dass die Unterlage eine ausreichende Steifigkeit besitzen muss, um eine Durchbiegung zu verhindern und dass bei übereinander gelagerten Schleifkörpern die Stapelhöhe zu begrenzen ist.

Es empfiehlt sich eine nach Schleifwerkzeugtypen geordnete, übersichtliche Lagerung, sodass eine Entnahme ohne Umsetzen leicht möglich ist. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Entnahme in der Reihenfolge der Anlieferung vorzunehmen ist (first in - first out).

Beim Transport der Schleifwerkzeuge, z.B. zwischen Lager, Werkzeugvorbereitung und Maschine, besteht die Gefahr mechanischer Beschädigungen, z.B. durch Anstoßen, Erschütterungen oder Herabfallen, ebenfalls mit der Folge von Anrissen. Dies gilt natürlich insbesondere für große und schwere Schleifkörper, die nicht mehr von Hand transportiert werden können. Für solche Schleifkörper sind geeignete Transportmittel zur Verfügung zu stellen und zu verwenden (Bild 5-3). Dazu gehören auch geeignete Aufnahmevorrichtungen für den Transport mittels Kran (Bild 5-4).

Bild 5-3: Transportwagen für vormontierte Schleifscheiben



Bild 5-4: Schleifscheibentransport mittels Lastaufnahmeeinrichtung am Kran



Diese vermeintlich leichten Transportaufgaben dürfen keinesfalls unterschätzt werden. Das mit diesen Aufgaben betraute Personal muss in der sachgerechten Handhabung der Schleifwerkzeuge unterwiesen sein. Mangelnder Sachverstand oder Leichtsinns können schwer wiegende Folgen haben, zumal die dadurch verursachten Schädigungen des Schleifkörpers nicht unbedingt offensichtlich sind. Sträflicher Leichtsinns ist es, Schleifkörper auf dem Fußboden, z.B. an die Maschine, zu rollen.

6 Befestigen auf der Schleifmaschine

Eine sachgemäße Vorgehensweise bei der Befestigung der Schleifwerkzeuge auf der Maschine ist von großer Bedeutung für den sicheren Betrieb.

Die Unfallerfahrung zeigt, dass dabei - entweder leichtfertig oder aus Unkenntnis - oftmals nicht mit der erforderlichen Sorgfalt vorgegangen wird.

6.1 Qualifikation des Personals

Schleifscheibenbrüche sind die unausweichliche Folge, und meist hängt es nur von den zufälligen Umständen ab, welches Schadensausmaß der Bruch für Personen und Maschine zur Folge hat.

Aus diesem Grund darf das Befestigen von Schleifwerkzeugen nur von unterwiesenen Personen vorgenommen werden, die über das erforderliche Fachwissen verfügen und diese Aufgabe verantwortungsbewusst ausführen.

6.2 Überprüfung der Schleifwerkzeuge

Vor dem Befestigen der Schleifkörper müssen diese einer Sichtprüfung auf erkennbare Mängel, wie Risse, Ausbrüche oder sonstige Veränderungen im äußeren Erscheinungsbild, unterzogen werden.

Bei Schleifkörpern mit keramischer Bindung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, vor dem Befestigen eine Klangprobe durchzuführen (Bild 6-1). Sie dient ebenfalls zum Erkennen von Anrissen.

Bild 6-1: Klangprobe an keramisch gebundenem Schleifkörper



Dazu werden kleinere Schleifkörper mit der Bohrung auf einen Dorn gesteckt, größere und schwere Schleifkörper auf festen Untergrund gestellt. Mit einem nichtmetallischen Gegenstand, z.B. Hartholz oder Gummihammer, wird der Schleifkörper an mehreren Punkten abgeklopft. Eine unbeschädigte Schleifscheibe erzeugt einen klaren, eine beschädigte einen dumpfen oder scheppernden Klang.

Die Anwendbarkeit dieses Verfahrens beschränkt sich auf scheibenförmige Schleifkörper. Auf keramisch gebundene Schleifkörper anderer Formen, z.B. Schleifstifte, Schleifkegel, Schleifsegmente und verklebte oder verschraubte Schleifkörper, ist es nicht anwendbar.

6.3 Aufspannen

Für das Befestigen von Schleifkörpern ist je nach Maschinen- und Schleifart sowie Schleifkörperform zwischen verschiedenen Aufspannarten zu unterscheiden. Die häufigsten Aufspannarten sind die Aufnahme mittels Spannflansch in der zentralen Bohrung und die Aufnahme mittels in das Werkzeug eingelassener Befestigungselemente. Weitere Befestigungsarten sind das Einspannen von Schleifsegmenten in einen Spannkopf und das Verbinden von Schleifkörper und Maschine mittels Tragscheiben.

Aufnahme mittels Spannflanschen

Bei der Aufnahme von Schleifkörpern in der zentralen Bohrung ist zunächst darauf zu achten, dass sich der Schleifkörper leicht auf die Spindel schieben lässt. Als konstruktive Voraussetzung dafür haben Schleifkörperbohrungen Plus-toleranzen und die Schleifspindeldurchmesser Minustoleranzen. Auf jeden Fall ist ein Presssitz zu vermeiden, weil dadurch bereits unzulässig hohe Spannungen im Bohrungsbereich verursacht

werden könnten. Das bedeutet auch, dass das Auftreiben der Scheibe auf die Spindel mittels Werkzeug (z.B. Hammer) nicht sachgerecht und somit unzulässig ist.

Für das Spannen des Schleifkörpers kommen verschiedene Spannflanscharten zum Einsatz. Beispielpfhaft erwähnt seien hier nur hinterdrehte Flansche (Bild 6-2), Aufnahmevlansche (Bild 6-3) und die Spannflansche mit Flanschmutter für Schleifscheiben mit Bohrungsdurchmesser $H = 22,23 \text{ mm}$ zum Einsatz auf Winkelschleifern (Bild 6-4).

Bild 6-2: Hinterdrehter Spannflansch zum Aufspannen von Schleifscheiben mit kleiner Bohrung ($H \leq 0,2 D$)

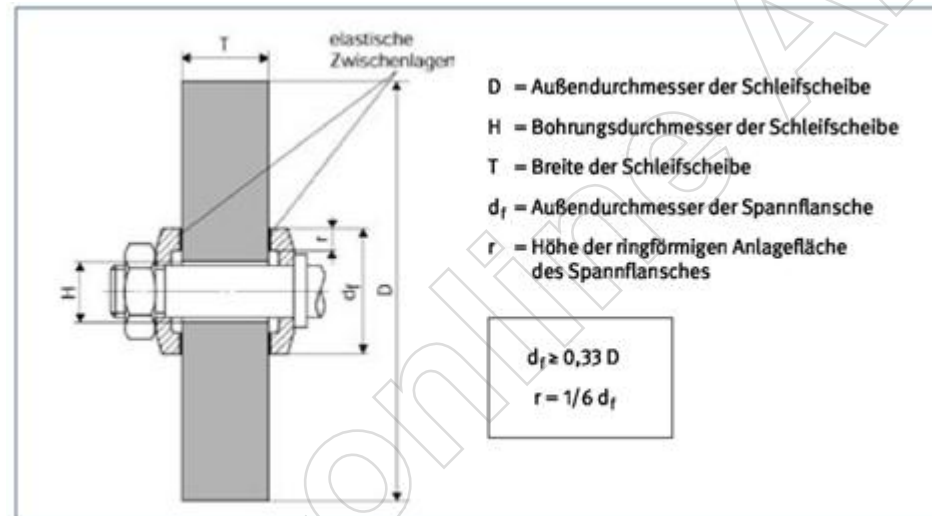


Bild 6-3: Aufnahmevlansch zum Aufspannen von Schleifscheiben mit großer Bohrung ($H > 0,2 D$)

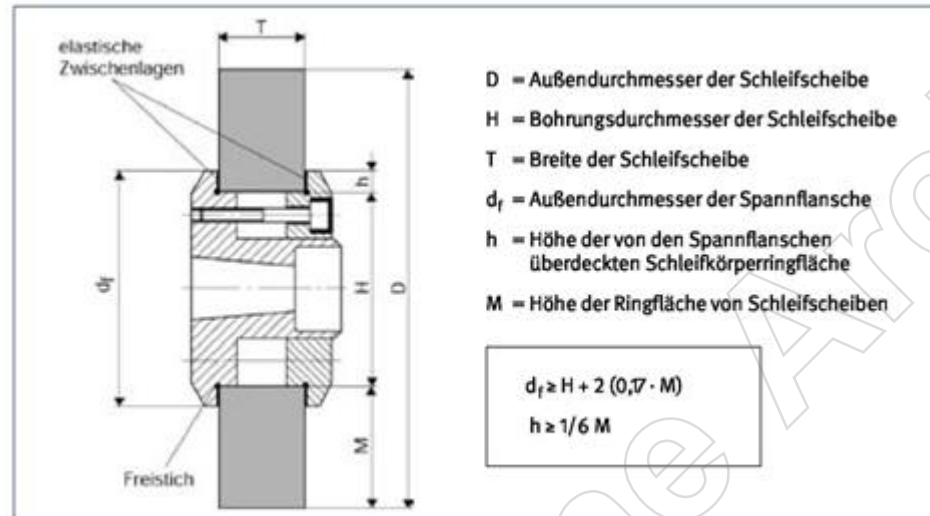
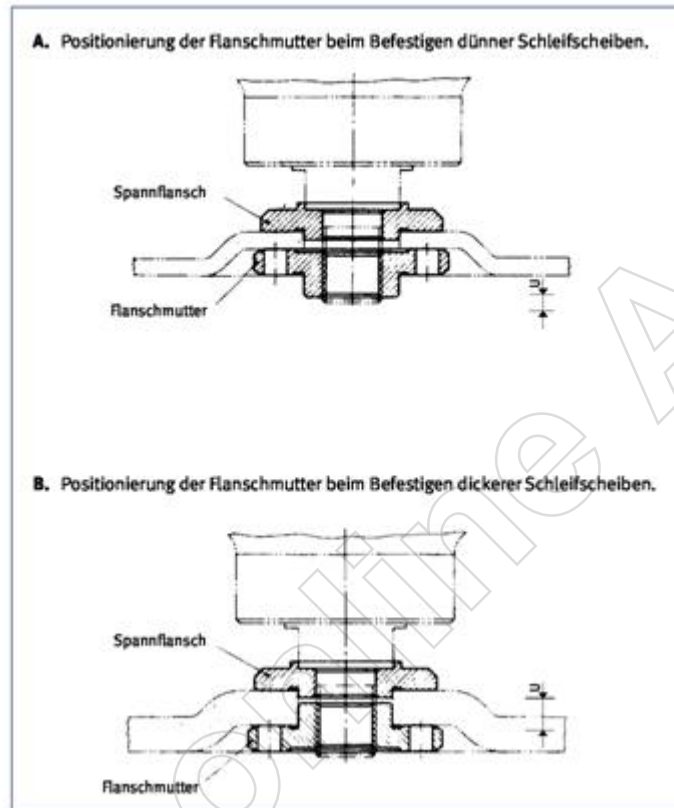


Bild 6-4: Aufspannen von Schleifscheiben auf Winkelschleifern



Beim Aufspannen mittels Flansch wird der Schleifkörper kraftschlüssig zwischen den beiden Flanschkhälften gehalten. Die Einspannkraft ist so zu wählen, dass der Schleifkörper einerseits auch bei größtmöglicher Betriebsbeanspruchung nicht zwischen den Flanschen rutscht und andererseits eine Schädigung durch zu hohe Flächenpressungen vermieden wird.

Zur Festlegung der Höhe der Einspannkkräfte bzw. der Anziehdrehmomente der Spanschrauben ist Sachkunde und Erfahrung gefordert, ggf. sollte der Maschinen- und Schleifwerkzeughersteller befragt werden. Eine Orientierungshilfe zur Bestimmung der Werte ist in DIN EN 13218 "Sicherheit - Ortsfeste Schleifmaschinen" im Anhang C zu finden.

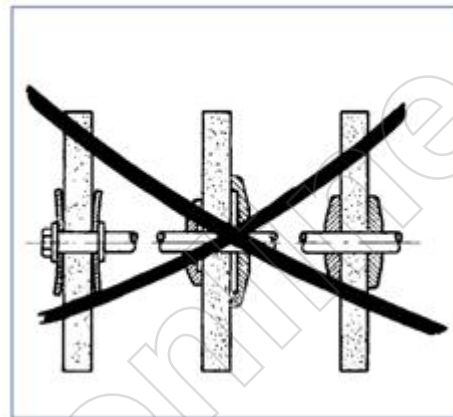
Grundsätzlich dürfen nur im Außendurchmesser gleich große und auf der Anlageseite gleich geformte Spannflansche verwendet werden, um Biegespannungen im Schleifkörper zu vermeiden. Flansche müssen eine Hinterdrehung oder einen Freistich aufweisen, sodass sich eine ringförmige Anlagefläche ergibt, die den Randbereich der Bohrung des Schleifkörpers frei lässt. Dies ist wichtig, um hohe Flächenpressungen am Rand der Bohrung zu vermeiden.

In ähnlicher Weise ist bei ausgesparten Schleifkörpern und Schleiftöpfen darauf zu achten, dass der Flanschaußendurchmesser nicht in den Radiusbereich der Aussparung hineinreicht.

Natürlich müssen Spannflansche über ebene (plane) Anlageflächen verfügen und dürfen auf der Anlageseite keinen Grat aufweisen.

Die konstruktive Gestaltung und die Werkstoffqualität müssen eine ausreichende Steifigkeit gewährleisten. Bei geraden Schleifscheiben müssen die Anlageflächen im gespannten Zustand parallel zueinander verlaufen (Bild 6-5).

Bild 6-5: Falsche Gestaltung von Spannflanschen



Die Auswahl geeigneter Spannflansche in Abhängigkeit von Maschinenart und Schleifkörper kann anhand Bild 6-6 erfolgen.

Bild 6-6: Spannflanschdurchmesser in Abhängigkeit von Schleifkörperform, Schleifkörpermaßen, Schleifkörperbindung und Maschinenart

Maschinenart	Schleifkörper			Arbeitshöchstgeschwindigkeit v_s in m/s	Außendurchmesser der Spannflansche d_f in mm
	Benennung	Maße in mm	Bindung		
Ortsfeste Schleifmaschinen	Gerade Schleifscheiben, Schleifteller, Schleiftöpfe	$H \leq 0,2 * D$	alle	alle	$\geq 0,33 * D$

		$H > 0,2 * D$			$\geq H + 2 * (0,17 * M)$
Ortsfeste Schleifmaschinen ohne Schutzhaube	Gerade Schleifscheiben	$D \leq 400$ $T \leq 40$	alle	≤ 40	$\geq 0,67 * D$
Handschleifmaschinen ohne Schutzhaube	Zweiseitig konische Schleifscheiben	$D \leq 200$	B	≤ 50	$\geq 0,5 * D$ Neigung 1:16
			BF	≤ 80	
Handschleif- und Handtrennschleifmaschinen	Gerade und gekröpfte Schleif- und Trennschleifscheiben	$D \leq 100$	BF	≤ 80	19
		$100 < D \leq 230$			41
Ortsfeste Trennschleifmaschinen	Gerade Trennschleifscheiben	$D \leq 800$	B, BF	≤ 63	$\geq 0,2 D$
				80 - 100	$\geq 0,25 D$
				125	$\geq 0,33 D$
	Gekröpfte Trennschleifscheiben	alle D	BF	≤ 63	$\geq 0,2 D$
				80 - 125	$\geq 0,33 D$
				≤ 100	$\geq 0,25$ mindestens $H + 2 * (0,17 * M)$
Pendeltrennschleifmaschinen	Gerade und gekröpfte Trennschleifscheiben	$400 \leq D \leq 800$	BF	≤ 80	$\geq 0,25$ mindestens $H + 2 * (0,17 * M)$
Handtrennschleifmaschinen		$D = 300, 350, 400$		≤ 100	
D = Außendurchmesser des Schleifkörpers					
H = Bohrungsdurchmesser des Schleifkörpers					
T = Breite des Schleifkörpers					
M = Höhe der Ringfläche des Schleifkörpers					
B = Kunstharzbindung					
BF = Kunstharzbindung, faserstoffverstärkt					

Bei der Befestigung von Schleifkörpern mit Spannflanschen müssen Zwischenlagen verwendet werden.

Sie bestehen aus weichen oder elastischen Werkstoffen, z.B. weicher Pappe, Filz, Leder, Gummi oder Kunststoff, und werden zwischen Schleifkörper und Spannflansch gelegt.

Es ist darauf zu achten, dass ihre Abmessungen mindestens denen der ringförmigen Anlageflächen der Flansche entsprechen.

Sie haben den Zweck

- Formabweichungen zwischen Spannflansch und Schleifkörper im Bereich der Anlageflächen auszugleichen,
- den Reibwert zwischen Spannflansch und Schleifkörper zu vergrößern und
- die Spannkraft über die Anlageflächen der Spannflansche gleichmäßig auf den Schleifkörper zu übertragen.

Üblich ist es, dass die zur Kennzeichnung verwendeten ringförmigen Aufkleber aus Pappe die Funktion der Zwischenlage übernehmen. Werden mehrere Schleifkörper mit Distanzstücken zu einem Satz zusammengespannt, müssen Zwischenlagen jeweils zwischen Schleifkörper und Distanzstücke gelegt werden.

Für den Nassschliff sind Zwischenlagen aus Pappe ungeeignet. Sie neigen zum Auswaschen oder Aufquellen. Für diese Anwendungsfälle sollten Kunststoffzwischenlagen verwendet werden.

Allerdings gibt es auch Ausnahmen für die Verwendung von Zwischenlagen. Sie sind u.a. nicht erforderlich für die Befestigung von gekröpften Schruppschleifscheiben und faserstoffverstärkten geraden und gekröpften Trennschleifscheiben auf Handschleifmaschinen.

Für das Aufspannen von Schleifkörpern auf Handmaschinen mittels Flansch sollten zugehörige und unverschlissene Werkzeuge, wie Maulschlüssel und Zweilochmutterndreher, benutzt werden. Verschlissene Werkzeuge und Flanschmuttern verhindern das Aufbringen ausreichender Spannkraften.

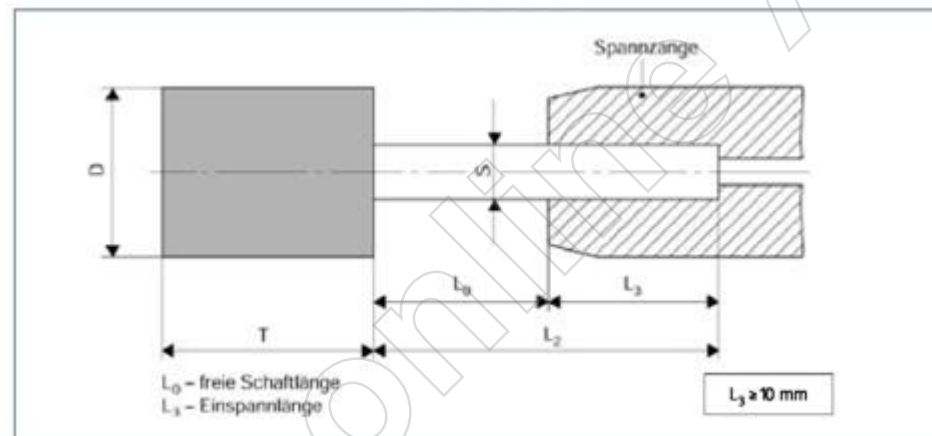
Oft verfügen Handmaschinen auch über Schnellspanneinrichtungen, bei denen keine Hilfswerkzeuge benötigt werden und die optimale Spannkraft selbsttätig eingestellt wird. Diese Einrichtungen ermöglichen ein sehr einfaches und schnelles Aufspannen und Lösen. Für ihre sachgerechte Handhabung sind die Herstellerangaben in der Betriebsanleitung zu beachten.

Aufnahme mittels in das Werkzeug eingelassener Befestigungselemente

Dies ist eine typische Befestigungsart z.B. für Schleifstifte und Schleifkegel. Entweder verfügen sie über einen Gewindeeinsatz, in den ein Stützflansch mit Gewindezapfen und Schaft eingedreht wird oder über einen eingelassenen Stahlschaft. Der Schaft wird auf Handmaschinen üblicherweise in einer Spannzange befestigt.

Bei dieser Befestigungsart müssen Stahlschaftdurchmesser und der Spannbereich der Zange aufeinander abgestimmt sein, um ein sicheres Spannen des Werkzeugs zu gewährleisten. Zu beachten ist, dass die Mindesteinspannlänge L_3 des Schaftes von 10 mm nicht unterschritten wird und dass die zulässige Höchstdrehzahl von der offenen Schaftlänge L_0 zwischen Spannzange und Schleifstift abhängt. Dazu sind unbedingt die Angaben des Maschinen- und Schleifwerkzeugherstellers zu beachten (Bild 6-7).

Bild 6-7: Befestigen eines Schleifwerkzeugs mit Schaft mittels Spannzange



Letzteres gilt in gleicher Weise für alle Schleifwerkzeuge, die über den Schaft in Spannzangen befestigt werden. Dazu gehören auch Lamellenschleifstifte, Vulkanfiberschleifscheiben mit Stützteller und Bürstwerkzeuge. Auch hier ist für das Aufbringen ausreichender Spannkkräfte die Verwendung geeigneter, unverschlissener Werkzeuge eine wichtige Voraussetzung.

Bei abgerundeten Schlüssel­flächen der Spannzange, verursacht durch überrutschende Werkzeuge, ist ein sicheres Spannen nicht möglich. Die Folgen solcher unfachmännischen Arbeitsweise sind oft schwere Unfälle durch abknickende Schäfte und wegfliegende Schleifwerkzeuge (Bild 6-8).

Bild 6-8: Schleifstift mit abgeknicktem Schaft



6.4 Probelauf

Nach der Befestigung auf der Maschine ist das Schleifwerkzeug einem Probelauf zu unterziehen. Er dient der Prüfung des Schleifwerkzeugs und dessen Befestigung. Damit soll vor der endgültigen Inbetriebnahme festgestellt werden, ob das Werkzeug evtl. Schäden aufweist, die bisher nicht erkannt oder durch das Aufspannen verursacht wurden und die bereits bei alleiniger Fliehkraftbeanspruchung (ohne Schleifbeanspruchung) zum Bruch des Werkzeugs führen.

Der Probelauf muss mit der auf der Schleifmaschine angegebenen Drehzahl (Betriebsdrehzahl) durchgeführt werden. Dabei darf natürlich nicht die Arbeitshöchstgeschwindigkeit bzw. die zulässige Drehzahl des Schleifwerkzeugs überschritten werden. Hat die Maschine einen regelbaren Antrieb, muss der Probelauf mit der höchsten Drehzahl, für die das Werkzeug zugelassen ist (zulässige Drehzahl), durchgeführt werden.

Die Dauer des Probelaufs muss mindestens betragen:

- **1 Minute** bei Schleifkörpern auf ortsfesten Schleifmaschinen,
 - **30 Sekunden** bei Schleifkörpern auf Handschleifmaschinen
- und
- **15 Minuten** bei Schleifkörpern in Magnesitbindung mit einem Außendurchmesser $D > 1000$ mm auf ortsfesten Schleifmaschinen.

Da bei der Durchführung des Probelaufs mit einem Schleifscheibenbruch gerechnet werden muss, sind dafür Schutzeinrichtungen zu benutzen. Schutzhaube, Verkleidungen und Kapselungen sind in Schutzstellung zu bringen und der Gefahrenbereich ggf. durch zusätzliche Maßnahmen, wie Stellwände, Auffangeinrichtungen und Absperrungen, zu sichern. Für Probelläufe auf Handmaschinen hat sich die Verwendung geeigneter Vorrichtungen, die den Schleifkörper allseitig umschließen, bewährt.

An Schleifwerkzeugen mit einem Außendurchmesser $D \leq 80$ mm ist der Probelauf nicht erforderlich.

6.5 Abrichten

Schleifkörper und Polierscheiben müssen nach dem Aufspannen und in regelmäßigen Abständen abgerichtet werden. Der Abrichtvorgang dient der Erzielung eines einwandfreien Rundlaufs und der Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Schleifwirkung ("Schärfen"). Die Ursachen für Rundlaufungenauigkeiten liegen im Allgemeinen in einer gefüge- und formbedingten Unwucht und in ungleichmäßiger Abnutzung des Schleifkörpers.

Für den Abrichtvorgang müssen geeignete und sichere Werkzeuge, wie Abziehsteine, Abrichtrollen oder Diamantabrichter, verwendet werden. Bei ihrem Einsatz ist zu beachten, dass die Zustellung nicht zu groß und die Abnahme von Schleifkorn nicht zu grob eingestellt sind. Während des Abrichtvorgangs müssen sich die Schutzeinrichtungen in Schutzstellung befinden.

7 Betreiben von Schleifwerkzeugen

Das sichere Betreiben von Schleifwerkzeugen setzt voraus, dass dem Verwender stets die Besonderheiten dieses Werkzeuges, auch im Vergleich mit anderen Maschinenwerkzeugen, gegenwärtig sind.

7.1 Bestimmungsgemäße Verwendung und Anwendungshinweise

Werden die vorgenannten Eigenschaften und Anforderungen berücksichtigt, ist auch mit diesen Werkzeugen ein sicheres Arbeiten möglich.

Neben der Einhaltung der Arbeitshöchstgeschwindigkeit bzw. der zulässigen Drehzahl und der erforderlichen Einspannlänge bei Werkzeugen mit Schaft ist die Beachtung von Verwendungseinschränkungen von besonderer Bedeutung. Das Unfallgeschehen lässt vermuten, dass in deren Missachtung, auch hier wieder insbesondere beim Betrieb von Handmaschinen, eine verbreitete Unfallursache zu sehen ist. Als Beispiel ist die Ausführung von Schrupparbeiten mit Trennschleifscheiben anzusehen, obwohl sie mit der Verwendungseinschränkung VE 06 "Nicht zulässig für Seitenschleifen" versehen sind.

Bereits aus der vergleichsweise geringen Dicke von Trennschleifscheiben ist eigentlich offensichtlich, dass deren Seitenbelastbarkeit enge Grenzen gesetzt sind. Die Durchführung von Schrupparbeiten ist daher eine unsachgemäße Verwendung, die natürlich ein hohes Unfallrisiko mit sich bringt. Bei dem Trend, zunehmend dünnere Trennscheiben auf Winkelschleifern einzusetzen, z.B. bei der Blechbearbeitung, wird der verantwortliche Umgang des Verwenders von immer ausschlaggebenderer Bedeutung für ein unfallfreies Arbeiten (Bild 7-1)

Bild 7-1: Durch unzulässig hohe Seitenlast gebrochene 1 mm dünne Trennschleifscheibe (unsachgemäße Verwendung)



Eine weitere Ursache für häufig schwere Unfälle mit Winkelschleifern ist das Verkanten oder Einklemmen der Trennschleifscheibe in der Schnittfuge - meist auch durch unsachgemäße Arbeitsweise hervorgerufen. Es kommt dann zu einem Zurückschlagen der Schleifmaschine - dem so genannten Kick-Back. Meist wird dabei die Trennschleifscheibe zerstört (Bild 7-2) und die sich nahezu unkontrollierbar bewegende Schleifmaschine verursacht zum Teil sehr schwere Verletzungen.

Bild 7-2: Trennschleifscheibe mit Randausbrüchen nach Einklemmen im Schleifspalt und Rückschlag (unsachgemäße Verwendung)



Auch zusätzlich vom Hersteller gegebene Anwendungs- und Handhabungshinweise müssen beachtet werden. Sie haben einerseits praktische Bedeutung, u.a. um ein vernünftiges Schleifergebnis zu erzielen.

Andererseits hat deren Beachtung indirekt auch mit der sicheren Handhabung zu tun.

Bei gebundenen Schleifscheiben für Handmaschinen gibt der Hersteller z.B. an, für welche Materialien sie geeignet sind. Gewöhnlich wird unterschieden zwischen Schleifscheiben zum Bearbeiten von Stein und von Metall. Für die Metallbearbeitung werden üblicherweise Scheiben mit Korund als Schleifmittel verwendet. Für die Steinbearbeitung kommen dagegen Scheiben mit Siliciumcarbid zur Anwendung.

Für die Steinbearbeitung mit Handmaschinen werden heutzutage meist Diamanttrennscheiben eingesetzt. Bei deren Befestigung auf der Schleifspindel ist unbedingt die auf der Schleifscheibe durch einen Pfeil angegebene Drehrichtung zu beachten. Dies hat den praktischen Hintergrund, dass bei der Herstellung der Scheibe das Schleifkorn durch einen Schärfvorgang einseitig freigelegt wird. Bei Umkehr der Drehrichtung bzw. bei Nichtbeachtung des Drehrichtungspfeiles bei der Montage schneidet die Scheibe folglich entsprechend schlecht. Zur Erhaltung der Schneidfähigkeit muss die Scheibe ggf. nachgeschärft oder freigeschliffen werden. Auch hierzu gibt der Hersteller meist praktische Hinweise.

Die Nichtbeachtung dieser Zusammenhänge bzw. der entsprechenden Herstellerhinweise hat oft ein unsachgemäßes Handling zur Folge. Das Werkzeug wird mit unnötig hohem Kraftaufwand gegen das Werkstück gedrückt, wobei die Gefahr des Verkantens oder Abrutschens steigt. Außerdem können hohe Kräfte zum Versagen des Schleifwerkzeugs oder zu dessen Überhitzung führen. Die Folgen können ein Bruch des Werkzeuges oder ein Ablösen des Schleifbelages sein (Bild 7-3).

Bild 7-3: Diamanttrennschleifscheibe mit abgerissenem Schleifsegment



Auch das Arbeiten mit völlig verschlissenen Werkzeugen stellt eine hohe Unfallgefahr dar (Bild 7-4). Die fehlende Schneidfähigkeit veranlasst den Schleifer zum Aufbringen hoher Andruckkräfte, um überhaupt noch ein Schleifergebnis zu erzielen. Damit steigt die Gefahr des Verkantens, Abrutschens oder Zurückschlagens der Schleifmaschine stark an und es ergibt sich ein sehr hohes Unfallrisiko.

Bild 7-4: Diamanttrennschleifscheibe mit vollständig verschlissenen Schleifsegmenten (unsachgemäße Verwendung)



7.2 Veränderungen am Schleifwerkzeug

Veränderungen an Schleifwerkzeugen können aufgrund unterschiedlicher Ursachen entstehen bzw. herbeigeführt werden.

Grundsätzlich verboten ist das bewusste Verändern von Schleifwerkzeugen durch den Betreiber, z.B. durch Behauen, Vergrößern von Bohrungen und Verkleinern von Bohrungen durch Ausgießen sowie das Ausstanzen gebrauchter Trenn- und Vulkanfiberschleifscheiben.

Treten betriebsmäßig bedingt Ausbrüche auf, z.B. an Trennschleifscheiben, sind die Scheiben außer Betrieb zu nehmen.

An kunstharzgebundenen Schleifkörpern können auch Veränderungen durch die Einwirkung von Kühlschmierstoff entstehen. Sie äußern sich in einem Festigkeitsabfall und einer Volumenzunahme. Letzteres verursacht in der Schleifscheibe im eingespannten Zustand erhebliche Druckspannungen, die in Verbindung mit den beim Schleifen auftretenden Betriebsbeanspruchungen und der verringerten Werkstofffestigkeit zur Bildung von Rissen und sogar zu Schleifscheibenbrüchen führen können.

Um dies zu verhindern, sollte eine regelmäßige Kontrolle des Kühlschmierstoffs stattfinden. Ein pH-Wert von 10 und eine Temperatur von 35 °C sollten nicht überschritten werden.

Beim Nassschleifen mit Schleifkörpern aus gebundenem Schleifmittel muss bei Stillstandszeiten eine Aufnahme von Kühlschmierstoff in den Schleifkörper verhindert werden. Nach Beendigung des Schleifvorgangs muss die Kühlmittelzufuhr abgestellt und der Schleifkörper so lange weiterbetrieben werden, bis kein Kühlmittel mehr aus dem Schleifkörper ausgeschleudert wird. Dadurch wird die Bildung eines "Wassersackes" vermieden, der beim Wiederanlauf des Schleifkörpers eine erhebliche Unwucht bilden würde, die zum Schleifkörperbruch führen könnte.

8 Anforderungen an Schleifmaschinen

Es wurde im Abschnitt 1 schon darauf hingewiesen, dass Schleifmaschinen, die nach dem 31.12.1994 in den Verkehr gebracht wurden, den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie entsprechen müssen.

8.1 Allgemeines

Für jede vollständige Maschine muss eine Konformitätserklärung gemäß Anhang II Teil I Abschnitt A der Maschinenrichtlinie vorliegen, in welcher der Hersteller die Übereinstimmung der Maschine mit diesen Anforderungen - und sofern weitere Richtlinien auf die betreffende Maschine anzuwenden sind, auch mit deren Anforderungen - erklärt. Als äußeres Zeichen dieser Übereinstimmung muss an der Maschine die CE-Kennzeichnung gemäß Anhang III der Richtlinie angebracht sein.

Außer mit dem CE-Zeichen kann die Maschine aber auch mit dem GS-Zeichen (Geprüfte Sicherheit) versehen sein. Das bedeutet, dass die Maschine von einer akkreditierten Prüf- und Zertifizierungsstelle - statt ausschließlich durch den Hersteller selbst - auf Übereinstimmung mit den Anforderungen geprüft wurde.

Wer ganz sicher sein will, eine "sichere" Maschine zu erwerben, achtet auf ein solches Prüfzeichen einer unabhängigen Stelle.

8.2 Maßnahmen gegen mechanische Gefahren

Die für Schleifmaschinen charakteristischste mechanische Gefährdung ist diejenige, die durch den Bruch eines Schleifkörpers entstehen kann. Schleifmaschinen müssen daher grundsätzlich mit Schutzhauben (Bild 8-1) ausgerüstet sein, die den hauptsächlichen Zweck haben, die dabei auftretenden Bruchstücke sicher aufzufangen und in für Personen ungefährliche Bereiche abzuleiten. Daneben dienen sie auch als Berührungsschutz (Bild 8-2).

Bild 8-1: Prinzipskizze einer Schutzhaube für Ständerschleifmaschinen für das Umfangschleifen mit $v_s = 50 \text{ m/s}$

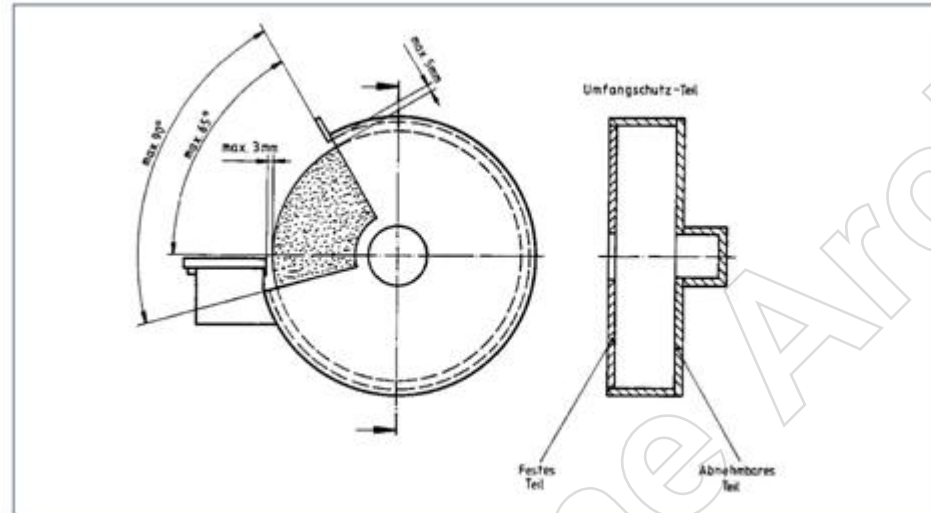


Bild 8-2: Tischanleifmaschine mit nachstellbarer Schutzhaube und Werkstückauflage



Schutzhauben für ortsfeste Maschinen

Um Bruchstücke sicher auffangen zu können, muss die Schutzhaube den Schleifkörper allseitig umschließen, und es darf nur der für den Arbeitsvorgang benötigte Teil frei bleiben.

Der zulässige Öffnungswinkel der Schutzhauben ist daher bei den verschiedenen Schleifmaschinenarten (z.B. Plan-, Ständer-, Werkzeugschleifmaschine) unterschiedlich.

An Planschleifmaschinen darf der Öffnungswinkel 150° nicht überschreiten. An Tisch- und Ständerschleifmaschinen ist ein Öffnungswinkel von 90° einzuhalten, wobei der Winkel oberhalb der Mittellinie maximal 65° betragen darf für Maschinen nach DIN EN 61029-2-4 und maximal 50° für Maschinen nach DIN EN 13218.

Die Schutzhauben müssen so konstruiert und gestaltet sein, dass sie die Energie der beim Schleifscheibenbruch auftretenden Bruchstücke absorbieren können. Die Wandstärken der verwendeten Werkstoffe sind daher von der Arbeitshöchstgeschwindigkeit und der Masse der zum Einsatz kommenden Schleifkörper abhängig. Natürlich muss auch die Verbindung zwischen Schutzhaube und Maschine entsprechend stabil ausgelegt sein.

Schutzhauben an Tisch- und Ständerschleifmaschinen müssen nachstellbar sein. Der Spalt zwischen Schleifkörperumfangsfläche und Schutzhaube darf nicht größer als 5 mm sein. Dadurch wird verhindert, dass Bruchstücke nach vorn aus der Schutzhaube austreten können und den unmittelbar vor der Maschine im Gefahrenbereich stehenden Schleifer treffen. Die Notwendigkeit des Nachstellens muss regelmäßig überprüft werden.

Sind diese Maschinen mit einer Werkstückauflage ausgerüstet, muss diese ebenfalls nachstellbar sein. Einteilige u-förmige Auflagen sind nicht zulässig, weil sie nicht allseitig nachgestellt werden können. Natürlich muss auch hier die Nachstellung regelmäßig entsprechend der Abnutzung des Schleifkörpers durchgeführt werden, um ein Einziehen des Werkstückes zwischen Auflage und Schleifkörper zu verhindern. Die Spaltbreite darf nicht größer als 3 mm sein.

Maschinen, auf denen Schleifscheiben, Schleifringe, Schleiftöpfe und Schleifsegmente im Seitenschliff verwendet werden, müssen mit kreisförmiger und axial nachstellbarer Schutzhaube ausgerüstet sein.

Öffnungen an Schutzhauben, z.B. zum Werkzeugwechsel, dürfen sich nur mit Werkzeug öffnen lassen oder müssen über geeignete Schalter mit dem Antrieb der Schleifspindel verriegelt sein.

Bei Schleifkörperumfangsgeschwindigkeiten $v_s > 50$ m/s muss die Maschine - abgesehen von einigen Ausnahmen (siehe DIN EN 13218) - zusätzlich zur Schleifkörperschutzhaube über einen geschlossenen Arbeitsbereich verfügen. Dies kann eine Vollverkleidung des Bearbeitungsraumes sein oder, bei Ständerschleifmaschinen für das Umfangschleifen, auch eine zusätzliche, im Innern der Schutzhaube angeordnete Auffangeinrichtung (Rot-Visier).

Diese verschließt im Falle eines Schleifscheibenbruchs die Arbeitsöffnung selbsttätig und verhindert dadurch das Austreten von Schleifkörperbruchstücken (Bild 8-3).

Bild 8-3: Schutzhaube mit Rot-Visier an einer Ständerschleifmaschine für das Umfangschleifen mit $v_s > 50$ m/s



Ein typisches Einsatzgebiet dieser Ständerschleifmaschinen mit Rot-Visier sind Gussputzereien. Es handelt sich dabei meist um extrem raue Betriebsbedingungen. Zur dauerhaften Einhaltung der Schutzfunktion dieses Rot-Visiers ist es von ganz entscheidender Bedeutung, die Maschine und die Schutzeinrichtung regelmäßig zu warten und die Funktion zu prüfen.

Auch die Vollverkleidung des Bearbeitungsraumes (Bild 8-4) hat bei diesen hohen Schleifkörperumfangsgeschwindigkeiten den Zweck, aus der Schleifkörperschutzhaube austretende Bruchstücke im Bearbeitungsraum zurückzuhalten, sodass sie nicht das Bedienpersonal erreichen können.

Bild 8-4: CNC-Schleifmaschine mit Vollverkleidung des Bearbeitungsraumes



Die dafür verwendeten Bleche und Sichtscheiben müssen hinsichtlich Werkstoff und Dimensionierung entsprechend ausgewählt sein. Als geeigneter Werkstoff für Sichtscheiben, die Bruchstücke zurückhalten müssen, ist zurzeit nur Polycarbonat bekannt, weil andere Sichtscheibenwerkstoffe kein ausreichendes Rückhaltevermögen aufweisen.

Seitens des Maschinenbetreibers ist zu beachten, dass auch die Polycarbonatsichtscheiben unter dem Einfluss von Kühlschmierstoff und UV-Strahlung altern und dabei verspröden können.

Ihr ursprüngliches Rückhaltevermögen geht dadurch zunehmend verloren. Zur Aufrechterhaltung der Schutzfunktion müssen sie daher regelmäßig ausgetauscht werden. Dazu wendet sich der Maschinenbetreiber am besten an den Maschinenhersteller.

Die beweglichen Teile der Schutzeinrichtung müssen mit der Maschinensteuerung verriegelt sein, sodass die Maschine nur bei geschlossener Schutzeinrichtung betrieben werden kann. Selbstverständlich ist ein Unwirksammachen der Verriegelung strengstens verboten.

Ist in Ausnahmefällen die Schleifaufgabe bei Verwendung einer Schutzhaube nicht durchführbar, kann ohne Schutzhaube gearbeitet werden, wenn das Erreichen des Schutzzieles durch andere geeignete Maßnahmen sichergestellt ist.

Dies kann z.B. bei einer vollständig verkleideten Maschine der Fall sein, deren Verkleidung so dimensioniert ist, dass sie die zurückhaltende Wirkung der Schleifkörperschutzhaube übernimmt. Allerdings darf bei dieser Maschine in keiner Betriebsart eine Rotation des Schleifkörpers bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung möglich sein.

Eine weitere Möglichkeit für das Schleifen ohne Schutzhaube, insbesondere für Ständerschleifmaschinen, besteht bei Einhaltung der folgenden Bedingungen (siehe auch Bild 6-6):

- Schleifkörperaußendurchmesser $D \leq 400$ mm und
- Schleifkörperbreite $T \leq 40$ mm und
- Arbeitshöchstgeschwindigkeit $v_s \leq 40$ m/s und
- Spannflanschdurchmesser mindestens $2/3$ des Außendurchmessers der Schleifscheibe und
- Spannen unter Verwendung von Zwischenlagen aus Gummi oder anderen Werkstoffen mit vergleichbaren Eigenschaften.

Die Zwischenlagen sind im technischen Handel erhältlich; sie sollten eine Dicke von 1 mm besitzen und eine Shore-Härte von 60 aufweisen.

Schutzhauben für Handmaschinen

Für Schutzhauben für Handschleifmaschinen gelten grundsätzlich die gleichen Überlegungen hinsichtlich deren Gestaltung und Dimensionierung wie bei ortsfesten Maschinen.

Für den Winkelschleifer, der am häufigsten verwendeten Handschleifmaschine, werden verschiedene Schutzhaubentypen vorgesehen:

- mit einem Vorderrand von mindestens 5 mm (der Vorderrand kann entfallen bei Verwendung von Schleifkörpern mit $D \leq 130$ mm, Bild 8-5)
- mit einem außen liegenden Segment (Bild 8-6), dessen Höhe mindestens dem 0,25-fachen des Schutzhaubendurchmessers entspricht
- mit einer beidseitigen Verdeckung der Schleifscheibe

Bild 8-5: Winkelschleifer mit Schutzhaube mit Vorderrand



Bild 8-6: Winkelschleifer mit Schutzhaube mit außen liegendem Segment



Die Anordnung der Schutzhaube hat stets so zu erfolgen, dass sie sich zwischen Bediener und Werkzeug befindet.

Beim Einsatz von Schleiftöpfen ist die Schutzhaube, mit der Winkelschleifer standardmäßig ausgerüstet sind, nicht geeignet. Hier ist eine Schutzhaube erforderlich, die den Schleiftopf an seinem Umfang umschließt und in axialer Richtung nachstellbar ist (Bild 8-7).

Bild 8-7: Winkelschleifer mit axial nachstellbarer Schutzhaube für Topfschleifscheiben



Die Hersteller von Winkelschleifern bieten entsprechende Schutzhauben als Zubehör an.

Auch auf Handmaschinen ist in Ausnahmefällen der Verzicht auf eine Schutzhaube zulässig, u.a. auf Geradschleifern bei Verwendung von zweiseitig konischen Schleifscheiben nach DIN ISO 603-12 mit Spannflanschen nach DIN 69864.

Beim Betrieb von Winkelschleifern ohne Schutzhaube, z.B. bei der Verwendung von runden Schleifblättern oder Vulkanfiberschleifscheiben, befinden sich die Hände in unmittelbarer Nähe des rotierenden Werkzeugs. Die Anbringung eines Berührungsschutzes, der z.B. zwischen einschraubbarem Handgriff und Maschinengehäuse befestigt wird, verhindert Handverletzungen (Bild 8-8).

Bild 8-8: Handschutz beim Schleifen ohne Schutzhaube



An dieser Stelle ist noch auf eine besonders unfallträchtige Unsitte beim Umgang mit Winkelschleifern hinzuweisen:

Das Ablegen nach dem Ausschalten mit noch nachlaufender Scheibe.

Dabei besteht die Gefahr des unkontrollierten Wegschleuderns der Maschine mit entsprechenden Folgen, wie Personen- oder Sachschäden. Zur Vermeidung dieser Gefahren muss zum Ablegen der Stillstand abgewartet werden oder es müssen geeignete Ablageeinrichtungen benutzt werden (Bild 8-9).

Bild 8-9: Ablageeinrichtung für Winkelschleifer



Insbesondere höherwertige Winkelschleifer haben heutzutage eine Vielzahl zusätzlicher Funktionen und Einrichtungen, die die Sicherheit deutlich erhöhen, die aber nicht ausdrücklich in dem Regelwerk gefordert werden. Dazu gehören Bremseinrichtungen, die ein Abbremsen der Schleifscheibe in weniger als 2 Sekunden bewirken, aber auch Einrichtungen zur Anlaufstrombegrenzung (Sanftlauf), zur Verhinderung des Wiederanlaufs nach einem Spannungsausfall oder zur Reduzierung der Kick-Back-Gefahr. Jeder Betreiber solcher Maschinen sollte bei deren Neubeschaffung daher auf ein höchstmögliches Maß an Sicherheit achten und sich vor dem Kauf ausführlich informieren.

9 Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren

Der grundlegende Vorteil von Handmaschinen ist ihre Einsatzmöglichkeit an nahezu beliebigen Orten. Diese Flexibilität macht es erforderlich, vor deren Einsatz mögliche Gefahren, die sich aus den Umgebungsbedingungen ergeben könnten, zu prüfen und ggf. zu beseitigen.

9.1 Schleiffunken als Zündquellen

Charakteristisch für das Schleifen ist die Entstehung von Schleiffunken (Bild 9-1). Benachbarte Arbeitsbereiche sollten daher immer vor Funkenflug geschützt werden, z.B. durch Stellwände oder Vorhänge.

Bild 9-1: Funkenflug beim Schleifen mit Handmaschine



Brennbare und explosionsfähige Stoffe müssen vor Arbeitsbeginn aus der Arbeitsumgebung beseitigt werden. Dies betrifft u.a. Staubablagerungen, Pappe, Packmaterial, Textilien, Holz und Holzspäne, aber auch brennbare Flüssigkeiten und Gase.

Beispiele für schwere Brandschäden - verursacht durch Schleiffunken - finden sich insbesondere auch in Kfz-Werkstätten, Karosseriereparaturbetrieben und Lackierereien, wo mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten umgegangen wird.

Besondere Sicherheitsvorkehrungen sind auch bei Schleifarbeiten an oder in der Umgebung von Tanks, Fässern und Rohrleitungen erforderlich, die brennbare oder explosionsfähige Stoffe enthalten oder enthalten haben.

9.2 Schleifen von Leichtmetallen

Die beim Schleifen und Polieren von Aluminium, Magnesium und deren Legierungen anfallenden Stäube sind brennbar und können im Gemisch mit Luft explosionsfähige Atmosphäre bilden. Die Bearbeitung dieser Werkstoffe macht daher die Anwendung besonderer Verfahren zur Staubbeseitigung erforderlich. Dazu müssen die Maschinen mit entsprechenden Einrichtungen ausgerüstet sein.

Mögliche Verfahren sind:

- Nassbearbeitung
- Trockenbearbeitung mit Nassabscheidung des Schleifstaubes durch sofortiges Benetzen (dieses Verfahren kommt insbesondere an Bandschleifmaschinen, z.B. beim Schleifen und Polieren von Armaturen und Beschlägen, zur Anwendung)
- Trockenbearbeitung mit Nassabscheidung des Schleifstaubes im Nassabscheider

für Aluminium zusätzlich

- Trockenbearbeitung mit Trockenabscheidung des Schleifstaubes

Die sichere und zuverlässige Funktion der Einrichtungen zur Staubbindung und Absaugung muss stets gewährleistet sein. Sie sind daher zu überwachen und mit dem Antrieb der Schleifspindel zu verriegeln.

In diesem Zusammenhang kommt der regelmäßigen Reinigung und Wartung dieser Einrichtungen eine besondere Bedeutung zu. Dabei müssen u.a. Staubablagerungen in der Maschine und dem Rohrleitungssystem der Absaugeinrichtung gefahrlos beseitigt werden. Sie stellen ein sehr hohes Gefährdungspotenzial dar, wenn sie z.B. durch Erschütterungen, beim Anlauf oder bei Instandhaltungsarbeiten aufgewirbelt und durch eine Zündquelle gezündet werden. Zündquellen jeder Art, z.B. Funken, brennende Zigaretten usw., sind unbedingt zu vermeiden.

Mangelnde Sorgfalt hinsichtlich der regelmäßigen und sachgerechten Reinigung und Wartung hat in der Vergangenheit schon zu schwersten Explosionsunfällen beim Aluminiumschleifen geführt.

Es ist auch zu beachten, dass bei der Trockenbearbeitung mit Nassabscheidung im Nassabscheider ein wechselseitiges Bearbeiten von Leichtmetallen und funkenreißenden Werkstoffen nicht zulässig ist, außer, die Maschine ist mit getrennten Absaugsystemen ausgerüstet.

Die Brand- und Explosionsgefahren beim Schleifen von Magnesium sind noch wesentlich höher einzuschätzen als bei Aluminium. Dies liegt u.a. daran, dass Magnesium insbesondere in Form von Staub ein sehr reaktionsfreudiges Metall ist, zur Selbstentzündung neigt, mit extrem hoher Temperatur verbrennt und mit Wasser, intensiver als Aluminium, unter Freisetzung von Wasserstoff reagiert, sodass sich ein explosionsfähiges Wasserstoff-Luft-Gemisch bilden kann (Knallgas).

Die erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Verringerung von Brandlast, Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre und zur Vermeidung von Zündquellen sowie die notwendigen Maßnahmen zur Brandbekämpfung und zur Verhinderung der Brandausbreitung müssen daher sorgfältig geplant werden.

Auf jeden Fall muss der Einsatz ungeeigneter Löschmittel, wie Wasser, Löschschaum, Kohlendioxid und Stickstoff, verhindert werden. Geeignet sind trockener Sand und trockene Graugussspäne, spezielle Abdecksalze und Löschpulver der Brandklasse D.

Die Bearbeitung dieser Werkstoffe erfordert insgesamt ein sehr hohes Maß an Sachkunde. Vor deren erstmaliger Bearbeitung ist eine Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Dabei ist auch zu klären, ob explosionsgefährdete Bereiche auftreten können, ggf. eine Zoneneinteilung und die Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes erforderlich sind.

Geeignete Informationsquellen sind u.a. die BG-Regeln "Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium - Vermeiden von Staubbränden und Staubexplosionen" (BGR 109) und "Umgang mit Magnesium" (BGR 204).

9.3 Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe

Bei der Verwendung nicht wassermischbarer Kühlschmierstoffe, z.B. Mineralöle, kann es zu Bränden oder Verpuffungen im Bearbeitungsbereich kommen, wenn sich dort zündfähige Ölnebel-Luft-Gemische bilden und diese, z.B. durch einen Funken oder eine heiße Oberfläche, gezündet werden. Begünstigt wird die Entstehung solcher Ölnebel durch hohe Bearbeitungsgeschwindigkeiten und hohe Kühlschmierstoffdrücke und -temperaturen.

Maßnahmen zur Herabsetzung der Gefährdung sind z.B.:

- geringere Bearbeitungsgeschwindigkeit
- Verwendung von Kühlschmierstoffen mit möglichst hoher Viskosität, hohem Flammpunkt und niedrigem Verdampfungsverlust
- mengenmäßig große und gezielt auf die Bearbeitungsstelle ausgerichtete Kühlschmierstoffzufuhr (Schwallkühlung)
- Überwachung der Kühlschmierstoffzufuhr
- Installation automatischer Feuerlöscheinrichtungen in dem Bearbeitungsraum

- Installation von Druckentlastungseinrichtungen bei vollständig gekapselten Maschinen, um im Falle einer Verpuffung eine Druckentlastung in ungefährliche Bereiche zu gewährleisten und die Maschine stillzusetzen

Die letztgenannte Maßnahme setzt natürlich voraus, dass die Maschinenverkleidung selbst eine gewisse Mindestdruckfestigkeit und auch Dichtheit (z.B. Labyrinthdichtungen an Schließkanten beweglicher trennender Schutzeinrichtungen) aufweist.

Natürlich müssen geeignete Feuerlöscheinrichtungen (z.B. CO₂-Löscher) bereitgehalten werden, und der Schleifer muss durch Unterweisung auf mögliche Gefahren und deren Beseitigung vorbereitet sein.

Wichtig ist auch hier, auf saubere Arbeitskleidung zu achten. Ölverschmutzte Kleidung erhöht im Brandfall die Verbrennungsgeschwindigkeit, und dadurch werden die Rettungschancen erheblich herabgesetzt.

Detaillierte Informationen mit Gefährdungsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, Handlungsanleitungen und Checklisten sind in der BG-Information "Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen" (BGI 719) enthalten.

10 Maßnahmen gegen Gesundheitsgefahren

Beim Trockenschleifen entsteht Schleifstaub, der die Atemluft des Schleifers belastet. Meist wird der Staub zum überwiegenden Teil aus Werkstoffpartikeln des zu bearbeitenden Materials/Werkstücks bestehen.

10.1 Schleifstaub

Ob von diesem Schleifstaub eine gesundheitsgefährdende Wirkung, z.B. auf Atemwege und Lunge, zu erwarten ist, hängt von der Zusammensetzung und Konzentration des Staubes in der Luft am Arbeitsplatz ab. Dies ist im Einzelfall zu ermitteln.

Zur Beurteilung der möglichen Gesundheitsgefährdung durch schwer lösliche bzw. unlösliche Stäube ohne spezifische Wirkung auf die Atmungsorgane und auf Stäube, die nicht anderweitig geregelt sind, ist der allgemeine Staubgrenzwert heranzuziehen.

Er setzt sich zusammen aus den Grenzwerten für die alveolengängige Fraktion (A-Staub) von 3 mg/m³ und die einatembare Fraktion (E-Staub) von 10 mg/m³.

Ein Arbeitsverfahren mit einer hohen Staubemission ist z.B. das Einbringen von Schlitzern in Mauerwerk zum Verlegen von elektrischen Leitungen und Rohren, das so genannte Mauernutfräsen. Dabei kommen Diamantschleifscheiben auf handgeführten Elektrowerkzeugen zum Einsatz.

Gesundheitsgefährdungen können durch den freigesetzten mineralischen Staub auftreten, der in Abhängigkeit vom Untergrund auch Anteile von Quarz enthalten kann.

Der allgemeine Staubgrenzwert wird bei diesem Arbeitsverfahren häufig überschritten, sodass wirksame Methoden zur Stauberfassung und Beseitigung erforderlich sind. Im BG/BGIA-Report "Mauernutfräsen - Handlungshilfen zum staubarmen Einsatz bei der Elektroinstallation" wird die Problematik untersucht und Lösungen einschließlich Checklisten und Musterbetriebsanweisungen bereitgestellt.

Grundsätzlich muss angestrebt werden, die Entstehung gesundheitsgefährdender Stäube zu vermeiden, z.B. durch Anwendung von Nassverfahren. Lässt die Bearbeitungsaufgabe dies nicht zu, ist der Staub an der Entstehungsstelle abzusaugen.

Am wirkungsvollsten geschieht die Stauberfassung bei vollständig umschlossenem Arbeitsbereich (Kapselung), der an eine Absauganlage angeschlossen ist (geschlossenes System) und in dem die abgesaugte Luft durch eine gezielt eingeleitete Frischluft ständig ersetzt wird.

Aber auch mit halboffenen Systemen (Bild 10-1) werden gute Absaugleistungen erzielt. Darunter sind z.B. einseitig offene Kabinen zu verstehen. Sie eignen sich auch für Handschleifplätze.

Bild 10-1: Kabine als halboffenes Erfassungssystem mit integrierter Schallisolierung für Schleifarbeitsplatz (Keller Lufttechnik)



Ihr Vorteil besteht in der von anderen Luftströmungen weitgehend unabhängigen Luftführung von außen an dem Schleifer in der Kabine vorbei zur Abluftöffnung.

Um die Einwirkung von Schleifstaub gering zu halten, sollte der Schleifer nicht zwischen Abluftöffnung und Werkstück stehen.

Dieses System eignet sich zudem hervorragend zur Kombination mit effektiven Schallschutzmaßnahmen (siehe auch Abschnitt 10.3).

An ortsfesten und handgeführten Maschinen sind aber auch Absaughauben einsetzbar (offene Systeme, Bild 10-2). Zum Beispiel kann die Schutzhaube mit einem entsprechenden Anschluss zur Verbindung mit einer Absaugeinrichtung ausgerüstet werden. Auch die u.a. in Reparaturlackierereien häufig eingesetzten Exzenter- und Rotationsschleifer sollten mit einer integrierten Direktabsaugung ausgestattet sein, um den Schleifstaub gar nicht erst in die Atemluft der Schleifer gelangen zu lassen (Bild 10-3).

Bild 10-2: Offene Absaugung an einer Werkzeugschleifmaschine



Bild 10-3: Handgeführte Schleifmaschine mit integrierter Absaugung



Dazu sind sie an einen ortsveränderlichen Kleinentstauber anzuschließen, der die abgesaugte Luft gereinigt in den Arbeitsraum zurückführt. Die Anforderungen an den Entstauber richten sich nach der Gefährlichkeit des anfallenden Staubes. Hilfreich für die Auswahl geeigneter Entstauber sind so genannte Positivlisten geprüfter Geräte, die bei den Berufsgenossenschaften erhältlich sind.

Kann die Gefährdung des Einatmens von Stäuben durch technische Maßnahmen nicht ausreichend reduziert werden, ist vom Unternehmer geeigneter Atemschutz zur Verfügung zu stellen und vom Schleifer zu benutzen.

Beim Trockenschleifen besteht stets die Gefahr von Augenverletzungen durch wegfliegende Werkstück- und Werkzeugteilchen. Das Tragen einer Schutzbrille ist daher selbst bei leichten Schleifarbeiten erforderlich. Bei der Auswahl der Schutzbrille ist unbedingt darauf zu achten, dass sie allseitig eng am Kopf anliegt (z.B. Korbbrille). Nur dann lassen sich Augenverletzungen durch von oben, unten oder von der Seite eindringende Schleifpartikel wirksam verhindern. Aufgrund der Notwendigkeit dieser individuellen Anpassung muss jeder, der Schleifarbeiten auszuführen hat, über seine persönliche Schutzbrille verfügen (Bild 10-4).

Bild 10-4: Schleifer mit Augenschutz - Gebotsschild M01 "Augenschutz benutzen" am Arbeitsplatz



Auf die Benutzung von Augenschutz ist durch das entsprechende Gebotsschild M01 hinzuweisen. Bei kurzfristigen Schleifarbeiten zur Metallbearbeitung an Tisch- und Ständerschleifmaschinen kann auf eine Schutzbrille verzichtet werden, wenn die Maschine mit einem geeigneten transparenten Schutzschirm ausgerüstet ist (Bild 10-5).

Bild 10-5: Ständerschleifmaschine mit verstellbarem Schutzschirm



Weiterführende Informationen zur Auswahl und zum Betrieb von geeigneten Einrichtungen zur Beseitigung von Luftverunreinigungen in der Atemluft an Arbeitsplätzen sind in der BG-Regel "Arbeitsplatzlüftung - Lufttechnische Maßnahmen" (BGR 121) enthalten, zur Auswahl und Benutzung von Atem- und Augenschutz in der BG-Regel "Benutzung von Atemschutzgeräten" (BGR 190) bzw. der BG-Regel "Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz" (BGR 192).

10.2 Einsatz von Kühlschmierstoffen

An ortsfesten Maschinen kommen häufig Nassschleifverfahren zur Anwendung. Dabei hat der Maschinenbediener Umgang mit Kühlschmierstoffen (KSS).

Bei unsachgemäßem Umgang mit dem KSS können Gesundheitsschäden auftreten, insbesondere

- Hauterkrankungen durch direkten Kontakt des Kühlschmierstoffs mit der Haut,

- Reizungen und Erkrankungen der Atemwege und der Lunge durch Einatmen der Kühlschmierstoffdämpfe und Aerosole sowie
- Erkrankungen innerer Organe durch Aufnahme der Kühlschmierstoffe oder einzelner Kühlschmierstoffbestandteile über die Atemwege, die Haut oder den Mund in den Körper.

Die spezielle Hautbelastung durch KSS resultiert u.a. aus dem Entzug des natürlichen Schutzfettes (entfettende Wirkung) und der Zerstörung des natürlichen Säureschutzmantels der Haut. Dadurch verliert die Haut ihren Schutz gegenüber chemischen und bakteriellen Einflüssen. Zur Verhinderung von Hautkrankheiten ist daher der direkte Hautkontakt zum KSS zu vermeiden. Dies muss zuerst durch technische Maßnahmen angestrebt werden, wie geschlossene Maschine, automatische Beschickung, Einsatz von Spritzschutz usw. Gewähren technische Maßnahmen keinen ausreichenden Schutz, sind persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen, insbesondere geeignete Schutzhandschuhe und ggf. Schutzkleidung. Durchtränkte Kleidung ist rechtzeitig zu wechseln, um einen dauerhaften Kontakt zum KSS an exponierten Stellen, wie Ärmelrändern, zu vermeiden.

Im Falle direkten Hautkontaktes ist richtiger Hautschutz die wichtigste vorbeugende Maßnahme gegen berufsbedingte Hautschäden.

Geeignete Hautschutzpräparate sind auf den Arbeitsstoff und die Tätigkeit abgestimmte

- Hautschutzmittel,
- Hautreinigungsmittel und
- Hautpflegemittel.

Die richtige Auswahl und Anwendung sollte ggf. unter Mitwirkung des Betriebsarztes in einem Hautschutzplan festgelegt werden. Einzelheiten dazu sind der BG-Information "Hautschutz in Metallbetrieben" (BGI 658) und der BG-Regel "Benutzung von Hautschutz" (BGR 197) zu entnehmen.

Eine Exposition gegenüber KSS-Dämpfen und Aerosolen ist durch technische Maßnahmen zu verhindern. Dämpfe und Aerosole müssen durch Absaugeinrichtungen erfasst und wirksam abgeschieden werden. Auch hier können - wie bereits im vorangegangenen Abschnitt beschrieben - verschiedene Erfassungssysteme zum Einsatz kommen. Verfahrensbedingt ist deren Wirksamkeit allerdings sehr unterschiedlich.

Zur Minimierung der von KSS ausgehenden Gefahren ist eine regelmäßige Überwachung erforderlich, bei wassergemischten Kühlschmierstoffen z.B. hinsichtlich Gebrauchskonzentration, pH-Wert, Zahl der Mikroorganismen und Nitritgehalt sowie eine sachgerechte Pflege und Reinigung (Bild 10-6).

Bild 10-6: Prüfplan für wassergemischte Kühlschmierstoffe

Firma:		Prüfplan - für wassergemischte KSS -		Nr.:
				Datum:
Zu prüfende Größe	Prüfmethoden		Prüfintervalle	Maßnahmen, Erläuterungen
1 Wahrnehmbare Veränderungen	Aussehen, Geruch		täglich	Ursachen suchen und beseitigen, z.B. Öl abskimmen, Filter überprüfen, KSS belüften
2 pH-Wert	Labor- methode: elektrometrisch mit pH-Meter (DIN 51 369)	Vor-Ort-Mess- Methode: mit pH-Papier (Spezialindikatoren mit geeignetem Messbereich)	wöchentlich ¹⁾	Bei pH-Wert-Abfall: > 0,5 bezüglich Erstbefüllung: Maßnahmen gemäß Herstellerempfehlung > 1,0 bezüglich Erstbefüllung: KSS austauschen, KSS-Kreislauf reinigen
3 Gebrauchs- Konzentration	Handrefraktometer		wöchentlich ¹⁾	Methode ergibt bei Fremdölgelhalten falsche Werte
4 Basenreserve	Säuretitration gemäß Herstellerempfehlung		bei Bedarf	Methode ist unabhängig von enthaltenem Fremdöl
5 Nitritgehalt	Teststäbchenmethode oder Labormethode		wöchentlich ¹⁾	> 20 mg/l Nitrit: KSS-Austausch oder Teilaustausch oder inhibierende Zusätze; sonst muss NOELA im KSS und in der Luft bestimmt werden. > 5 mg/l NOELA im KSS: Austausch, KSS-Kreislauf reinigen und desinfizieren, Nitrit-Quelle suchen und falls möglich beseitigen
6 Nitrat-/Nitritgehalt des Ansetzwassers, wenn dieses nicht dem öffentlichen Netz entnommen wird	Teststäbchenmethode oder Labormethode		nach Bedarf	Wasser aus öffentlichem Netz benutzen. Falls Wasser aus öffentlichem Netz > 50 mg/l Nitrat: Wasserwerk verständigen.
1) Die angegebenen Prüfintervalle (Häufigkeit) beziehen sich auf den Dauerbetrieb. Andere Betriebsverhältnisse können zu anderen Prüfintervallen führen; Ausnahmen nach den Abschnitten LA und L10 der TRGS 60 sind möglich.				
Bearbeiter:		Unterschrift:		

Unnötige Verunreinigung durch Speise- und Getränkereste, Zigarettenkippen und sonstige Abfälle fördert die gesundheitsschädigende Wirkung des KSS und zeugt von fehlender Aufklärung über den fachmännischen Umgang bei den Verursachern.

Mitarbeiter, die Umgang mit KSS haben, müssen über mögliche Gesundheitsgefahren und erforderliche Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Dazu ist eine Betriebsanweisung zu erstellen (Bild 10-7).

Bild 10-7: Betriebsanweisung für den Umgang mit wassergemischten Kühlschmierstoffen

Firma:	Betriebsanweisung	Nr.:
gem. GefStoffV § 14 und TRGS 555 und § 12 BioStoffV		
ANWENDUNGSBEREICH		
Arbeitsbereich:		
Arbeitsplatz:		
Tätigkeit:		
GEFÄHRSTOFFBEZEICHNUNG		
wassergemischter Kühlschmierstoff (KSS)		
Handelsname:		
GEFÄHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
<ul style="list-style-type: none"> - Hautkontakt beeinträchtigt die Schutzfunktion der Haut; langfristige Einwirkung kann zu Hauterkrankungen führen. - Schon geringfügige Hautverletzungen, z.B. durch Späne oder Abrieb, erhöhen das Risiko einer KSS-bedingten Hauterkrankung. - Das Abblasen KSS-benetzierter Haut und Kleidung mit Druckluft kann Hautschäden verursachen. - Das Einatmen von KSS-Dampf und -Aerosolen kann zu Schleimhaut- und/oder Atemwegsreizungen führen. - Mikroorganismen können zu Infektionen, z.B. bei Wunden oder vorgeschädigter Haut, oder zu allergischen Erkrankungen, z.B. beim Einatmen, führen. - Verschütteter oder ausgelaufener KSS kann Erdreich und Gewässer verunreinigen. 		
SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
  	<ul style="list-style-type: none"> - Hautkontakt auf ein Minimum beschränken, dazu gehören: <ul style="list-style-type: none"> • Haut nie mit KSS reiben, Hände nur mit sauberen Textil- oder Papiertüchern abtrocknen (keine Putzlappen verwenden). • Gebrauchte Textil- oder Papiertücher nicht in die Kleidung stecken. • Werkstücke, Maschinen und Haut nicht mit Druckluft abblasen. • Schutzeinrichtungen verwenden. • KSS-durchtränkte Kleidung sofort wechseln. - Vor Arbeitsbeginn, vor Pausen und nach Arbeitsende Schutzmaßnahmen nach Hautschutzplan durchführen. - Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken oder rauchen, keine Lebensmittel aufbewahren. - Keine Abfälle, z.B. Zigarettenkippen, Lebensmittel, Taschentücher, in den KSS-Kreislauf gelangen lassen. - KSS nicht in die Kanalisation entsorgen. 	
VERHALTEN BEI STÖRUNGEN UND IM GEFÄHRFALL		
	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Störungen, z.B. Ausfall der Absaugung, oder auffälligen Veränderungen des KSS (z.B. Aussehen, Geruch, Fremdöl) den Aufsichtführenden informieren. - Verschüttete/ausgelaufene KSS mit Bindemittel Typ ... aufnehmen, Schutzhandschuhe Typ ... tragen, Aufsichtführenden informieren. 	
VERHALTEN BEI UNFÄLLEN – ERSTE HILFE		
	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Hautveränderungen, z.B. raue Haut, Juckreiz, Brennen, Bläschen, Schuppen, Schnulden, den Aufsichtführenden und den Betriebsarzt informieren. - Hautverletzungen fachgerecht versorgen lassen. - Nach Augenkontakt sofort mit fließendem Wasser spülen, Arzt aufsuchen. - Ersthelfer: 	
INSTANDHALTUNG, ENTSORGUNG		
	<ul style="list-style-type: none"> - Zu entsorgende KSS dürfen nur in gekennzeichneten Behältern gesammelt werden. - Benutzte Einwegtücher in mit gekennzeichneten Behältern sammeln. - Wiederverwendbare Putztücher getrennt sammeln. - Verwendete Bindemittel in mit gekennzeichneten Behälter geben. 	

Datum: _____ Unterschrift: _____

Eine Zusammenfassung aller wichtigen Aspekte, die beim Umgang mit KSS zu beachten sind, enthält die BG-Regel "Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen" (BGR 143).

10.3 Lärm

Die beim Schleifen auftretende Geräuschemission erreicht häufig Werte, die das Gehör schädigen und zu Lärmschwerhörigkeit führen können. An Schleifarbeitsplätzen ist daher eine Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich der Lärmeinwirkung durchzuführen. Erreichen oder überschreiten die ermittelten Werte die in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung festgelegten Grenzen, sind die darin vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen durchzuführen.

Diese Grenzwerte betragen:

	Tages-Lärmexpositionspegel (8 Stunden) $L_{EX,8h}$	Spitzenschalldruckpegel $L_{C,peak}$
unterer Auslösewert	80 dB(A)	135 dB
oberer Auslösewert	85 dB(A)	137 dB

Die beim Schleifen tatsächlich auftretende Höhe des Lärmpegels hängt u.a. vom Schleifverfahren, der Schleifmaschinenart, vom Werkstück und den Umgebungsbedingungen ab.

Die mit der Lärmexposition verbundenen Risiken müssen durch technische und organisatorische Maßnahmen vermieden werden, ggf. durch die Bereitstellung und Benutzung von geeignetem Gehörschutz. Die Rangfolge dieser Maßnahmen ist verbindlich.

An ortsfesten Schleifmaschinen lassen sich technische Maßnahmen zur Lärminderung wirkungsvoll durchführen, z.B. durch Kapselung der gesamten Maschine oder Teilkapselung einzelner Lärmquellen (Bild 10-8).

Bild 10-8: Sägeblatt-Schleifmaschine mit in die Maschinenkonstruktion integrierter Schalldämmhaube



Als weitere Möglichkeiten zur Lärminderung, insbesondere auch beim Handschleifen, seien hier beispielhaft erwähnt:

- Verwendung lärmarter Verbundschleifscheiben oder Fächerschleifscheiben, wenn technologisch möglich.
- Benutzung einseitig aufgetragener Entdröhnmittel bei der Bearbeitung dünner Bleche oder dünnwandiger Behälter (Bild 10-9).
- Verwendung von Schalldämpfern an pneumatisch angetriebenen Schleifmaschinen.
- Bei älteren Maschinen werden hohe Lärmpegel oft durch Lagerverschleiß verursacht. Eine neue Lagerung kann das Leerlaufgeräusch erheblich herabsetzen.

Bild 10-9: Minderung der Schallabstrahlung dünnwandiger Bleche durch aufgelegte Magnetfolien



Beim Schleifen und Trennschleifen mit Handmaschinen ist grundsätzlich davon auszugehen, dass der Lärmpegel gesundheitsgefährdende Werte erreicht. So liegt bei elektrisch angetriebenen Winkelschleifern der vom Maschinenhersteller anzugebende Schalldruckpegel im Leerlauf z.B., je nach Winkelschleifergröße, bereits in einem Bereich zwischen 85 und 95 dB(A). Die Benutzung von Gehörschutz ist daher unvermeidlich. Dieser muss vom Unternehmer zur Verfügung gestellt werden.

Als Gehörschutz kommen Kapselgehörschützer, Gehörschutzstöpsel und Otoplastiken zur Anwendung. Bei der Auswahl (Bild 10-10) sind verschiedene Gesichtspunkte zu beachten, u.a. die Schalldämmung des Gehörschutzes, die Arbeitsumgebung und der persönlich empfundene Tragekomfort.

Bild 10-10: Eignung der einzelnen Gehörschutz-Typen

Arbeitsbedingungen	Gehörschutztyp					
	Kapselgehörschützer	Stöpsel zum mehrmaligen Gebrauch	Stöpsel zum einmaligen Gebrauch	Bügelstöpsel	Stöpsel mit Verbindungsschnur	Otoplastiken
a) Hohe Temperatur und Feuchtigkeit	- ¹⁾	+	+	+	+	+
b) starke Staubbelastung	+/- ³⁾	-	+	-	-	+/-
c) Wiederholte kurzzeitige Lärmexposition	+	-	-	+	-	-
d) Informationshaltige Arbeitsgeräusche	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
e) Warnsignale, Sprachkommunikation	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
f) Ortung von Schallquellen	-	+	+	+	+	+
g) Vibration und schnelle Kopfbewegungen	+/-	+	+	+/-	+/-	+
h) Arbeitsstoffe, Schmutz und Metallspäne an den Händen	+	+/- ²⁾	+ ²⁾	+/-	+/- ²⁾	+/- ²⁾
i) Bewegte Maschinenteile	+	+	+	+/-	-	+/-

¹⁾ geeignet mit schweißabsorbierender Zwischenlage
²⁾ Stöpsel ohne Griff (insbesondere vor Gebrauch zu formende Stöpsel) nur nach vorheriger Händereinigung einsetzen
³⁾ Staub kann sich am Gehörschutz anlagern und je nach Art der Staubbelastung die Haut reizen (typische Tätigkeiten mit starker Staubbelastung sind: Schleifarbeiten in Behältern, Gussputzen)

- grundsätzlich nicht geeignet
 + grundsätzlich geeignet
 +/- im Einzelfall geeignet/ungeeignet

Vor der Entscheidung für den Einsatz eines bestimmten Gehörschützers sollten im Betrieb Trageversuche durchgeführt werden, um in der Praxis die individuellen Arbeitsbedingungen, z.B. Staub, Hitze, starke Körperbewegungen, Tragen anderer persönlicher Schutzausrüstungen oder Signalthören, mit zu erfassen. Näheres zur Auswahl und Verwendung kann in der BG-Regel "Benutzung von Gehörschutz" (BGR 194) und in der BG-Information "Gehörschutz-Informationen" (BGI 5024) nachgelesen werden.

Die Arbeitsbereiche, in denen Schleifarbeiten durchgeführt werden, sind als Lärmbereiche zu kennzeichnen, wenn der Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A) (oberer Auslösewert) erreicht oder überschritten wird. Die Kennzeichnung erfolgt durch das Gebotsschild M03 "Gehörschutz benutzen" (Bild 10-11). In diesen Bereichen muss immer Gehörschutz getragen werden.

Bild 10-11: Gebotsschild M03 "Gehörschutz benutzen"



Beschäftigte in Lärmbereichen müssen sich vor Aufnahme ihrer Tätigkeit und später in regelmäßigen Abständen Gehörvorsorgeuntersuchungen unterziehen, siehe dazu auch Unfallverhütungsvorschrift "Arbeitsmedizinische Vorsorge" (BGV A4).

Die Kosten für diese Untersuchungen sind vom Unternehmer zu tragen.

10.4 Vibration

Das Schleifen mit in der Hand gehaltenen Maschinen, z.B. Winkel-, Gerad-, Exzenter- und Schwingschleifern, ist ein typisches Arbeitsverfahren, bei dem mit Einwirkungen von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Bedieners zu rechnen ist. Aber auch bei handgeführten Schleifmaschinen, z.B. Pendelschleifmaschinen, tritt diese Gefährdung auf.

Die gesundheitlichen Auswirkungen einer längerzeitigen Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungen können Durchblutungsstörungen, Nervenfunktionsstörungen, Muskelveränderungen sowie Knochen- und Gelenkschäden sein. Besonders bekannt ist die so genannte "Weißfinger-Krankheit", verursacht durch Durchblutungsstörungen in den Fingern aufgrund langjähriger Vibrationsbelastungen im höheren Frequenzbereich. Das Risiko für das Auftreten dieser Erkrankungen erhöht sich bei niedrigen Umgebungstemperaturen, also bei Arbeiten in der Kälte.

Ähnlich wie bei der Exposition gegenüber Lärm sind zur Beurteilung der Vibrationsbelastungen die auf einen Bezugszeitraum von acht Stunden normierten Tagesexpositionen A(8) zu ermitteln. Die für Hand-Arm-Vibration in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung festgelegten Expositionsgrenzwerte und Auslösewerte betragen:

- Expositionsgrenzwert A(8) = 5 m/s²
- Auslösewert A(8) = 2,5 m/s²

Bei Erreichen oder Überschreiten dieser Werte müssen technische und organisatorische Maßnahmen gemäß den Anforderungen der Verordnung vom Arbeitgeber festgelegt und durchgeführt werden (u.a. Maßnahmen zur Senkung der Exposition, Unterweisung, arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen).

Zur Orientierung: Bei der Schleifbearbeitung von Schweißnähten mit einem Winkelschleifer wurden z.B. Beschleunigungswerte am Handgriff von $11,5 \text{ m/s}^2$ ermittelt, am Handgriff einer Pendelschleifmaschine Werte zwischen 8 und 13 m/s^2 . Diese Ergebnisse zeigen deutlich die Notwendigkeit einer Gefährdungsbeurteilung an entsprechenden Arbeitsplätzen. Maßnahmen zur Einhaltung der festgelegten Grenzwerte können, insbesondere bei länger andauernden Arbeiten und damit längerer Einwirkdauer der Schwingungsbelastung erforderlich werden, z.B. an Schleifarbeitsplätzen in Gussputzereien.

Zur Ermittlung der Schwingungsbelastung am Arbeitsplatz ist eine besondere Sachkunde erforderlich. Unterstützung liefern diverse Praxishilfen, z.B. VDI 2057 "Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen", und Fachausschuss- Informationsblatt 008 "Vibration am Arbeitsplatz: Hilfestellung zur Umsetzung der LärmVibrationsArbSchV" des berufsgenossenschaftlichen Fachausschusses "Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau" (siehe unter www.bgmetall.de). Darin wird auch auf weitere hilfreiche Informationsquellen sowie die Nutzung einschlägiger Vibrationsdatenbanken verwiesen.

Auch die Angaben des Maschinenherstellers können genutzt werden. Er ist gemäß EG-Maschinenrichtlinie Anhang I, Nr. 2.2.1.1 verpflichtet, für handgeführte und handgehaltene tragbare Maschinen in der Bedienungsanleitung Vibrationskennwerte anzugeben. Diese Angabe dient dem Vergleich von Maschinen unterschiedlicher Hersteller innerhalb einer Maschinengruppe. Dazu wird der Kennwert unter den in der Produktnorm definierten Prüfbedingungen ermittelt. Ergeben sich Schwingungswerte oberhalb von $2,5 \text{ m/s}^2$, muss der Hersteller den konkreten Wert benennen. Liegt der Wert nicht oberhalb $2,5 \text{ m/s}^2$ muss er dies angeben.

Die unter den definierten Prüfbedingungen vom Hersteller ermittelten Vibrationskennwerte (Emissionen) entsprechen allerdings meist nicht den tatsächlichen Einwirkungen (Immissionen) unter den Bedingungen am Arbeitsplatz. Die Übertragbarkeit der Herstellerangaben ist daher zu prüfen und ggf. sind Korrekturen erforderlich oder eigene Ermittlungen und Bewertungen durchzuführen. Wie die Angaben des Maschinenherstellers dazu genutzt werden können, kann z.B. DIN V 45694 "Mechanische Schwingungen - Anleitung zur Beurteilung der Belastungen durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern" oder dem Fachausschuss- Informationsblatt 017 "Gefährdungsbeurteilung "Vibration" bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Bedienungsanleitungen" des oben genannten Fachausschusses entnommen werden.

Maßnahmen zur Vibrationsminderung beim Schleifen mit Handmaschinen sind z.B.

- Auswahl schwingungsarmer Schleifmaschinen (siehe Herstellerangaben), ggf. mit Zusatzausrüstungen zur Schwingungsminderung, wie automatischer Unwuchtausgleich und vibrationsmindernde Handgriffe,
- Verwendung von Schleifwerkzeugen mit möglichst geringer Unwucht und rechtzeitiger Werkzeugwechsel bei verschleißbedingter Unwucht,

- regelmäßige Wartung der Schleifmaschine und Behebung verschleißbedingter Unwuchten (z.B. Rundlauf der Schleifspindel),
- Erprobung und Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstungen, z.B. geprüfte Antivibrations-Schutzhandschuhe,
- Verkürzung der Expositionszeiten durch entsprechende Arbeitsplanung und
- Information der Maschinenbediener über die Gesundheitsgefährdungen und Schutzmaßnahmen.

11 Vorschriften und Regeln

11.1 Unfallverhütungsvorschriften

- "Grundsätze der Prävention" (BGV A1)
- "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A3)
- "Arbeitsmedizinische Vorsorge" (BGV A4)
- "Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz" (BGV A8)

11.2 BG-Regeln

- "Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)" (BGR 104)
- "Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium - Vermeiden von Staubbränden und Staubexplosionen" (BGR 109)
- "Arbeitsplatzlüftung - Lufttechnische Maßnahmen" (BGR 121)
- "Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen" (BGR 143)
- "Benutzung von Atemschutzgeräten" (BGR 190)
- "Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz" (BGR 192)
- "Benutzung von Gehörschutz" (BGR 194)
- "Benutzung von Hautschutz" (BGR 197)
- "Umgang mit Magnesium" (BGR 204)
- "Betreiben von Arbeitsmitteln" (BGR 500)

11.3 BG-Informationen

- "Sicherheit durch Betriebsanweisungen" (BGI 578)
- "Hautschutz in Metallbetrieben" (BGI 658)
- "Brand und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen" (BGI 719)
- "Gehörschutz-Informationen" (BGI 5024)

11.4 Normen

- DIN 69864 "Aufnahmeflansche für zweiseitig konische Schleifscheiben für Handschleifmaschinen; Maße"
- DIN V 45694 "Mechanische Schwingungen - Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern"
- DIN EN 792-7 "Handgehaltene nicht elektrisch betriebene Maschinen - Sicherheitsanforderungen; Teil 7: Schleifmaschinen für Schleifkörper"
- DIN EN 792-8 "Handgehaltene nicht elektrisch betriebene Maschinen - Sicherheitsanforderungen; Teil 8: Schleifmaschinen für Schleifblätter und Polierer"
- DIN EN 792-9 "Handgehaltene nicht elektrisch betriebene Maschinen - Sicherheitsanforderungen; Teil 9: Schleifmaschinen für Schleifstifte"
- DIN EN 12413 "Sicherheitsanforderungen für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel"
- DIN EN 13218 "Werkzeugmaschinen - Sicherheit; Ortsfeste Schleifmaschinen"
- DIN EN 13236 "Sicherheitsanforderungen für Schleifwerkzeuge mit Diamant oder Bornitrid"
- DIN EN 13743 "Sicherheitsanforderungen für Schleifmittel auf Unterlagen"
- DIN EN 60745-2-3 "Handgeführte motorbetriebene Elektrowerkzeuge - Sicherheit - Teil 2-3: Besondere Anforderungen für Schleifer, Polierer und Schleifer mit Schleifblatt"
- DIN EN 61029-2-4 "Sicherheit transportabler motorbetriebener Elektrowerkzeuge - Teil 2-4: Besondere Anforderungen für Tischschleifmaschinen"
- DIN EN ISO 19432 "Baumaschinen und -ausrüstungen - Tragbare, handgeführte Trennschleifmaschinen mit Verbrennungsmotor - Sicherheit und Prüfverfahren"
- DIN ISO 525 "Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel - Allgemeine Anforderungen"

DIN ISO 603	"Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel - Maße"
DIN ISO 666	"Werkzeugmaschinen - Aufspannen von geraden Schleifscheiben mit Hilfe von Aufnahmeflanschen"
DIN ISO 3919	"Schleifmittel auf Unterlagen - Lamellenschleifstifte"
DIN ISO 5429	"Schleifmittel auf Unterlagen - Lamellenschleifscheiben mit festen und losen Flanschen"
DIN ISO 6104	"Schleifwerkzeuge mit Diamant oder Bornitrid - Rotierende Schleifwerkzeuge mit Diamant oder kubischem Bornitrid - Allgemeine Übersicht, Bezeichnung und Benennungen in mehreren Sprachen"
DIN ISO 15635	"Schleifmittel auf Unterlagen - Fächerschleifscheiben"
DIN ISO 16057	"Schleifmittel auf Unterlagen - Vulkanfiberschleifscheiben"
VDI 2057 Blatt 2	"Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Hand-Arm-Schwingungen"

11.5 Gesetze und Verordnungen

- Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz - GPSG)
- Neunte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung - 9. GPSGV)
- Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG)
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV)
- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibration (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - LärmVibrationsArbSchV)

ENDE