

Praxisgerechte Dimensionierung von Schleifkörperschutzhauben an Schleifmaschinen

Schützt die Schleifer

Wenn eine Schleifscheibe birst, steht die Gesundheit des Bedieners auf dem Spiel. Beschussversuche belegen die Rückhaltefähigkeit verschiedener Werkstoffe und lassen eine praxisgerechte Dimensionierung von Schutzeinrichtungen zu.



VON DETLEF MEWES UND
PETER HERBST

→ Statistischen Daten der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zufolge ereignen sich an ortsfesten Schleifmaschinen pro Jahr rund 150 meldepflichtige Arbeitsunfälle allein dadurch, dass Bruchstücke von Schleifwerkzeugen aus dem Bearbeitungsraum herausgeschleudert werden. Diese Zahl lässt erkennen, wie wichtig ausreichend dimensionierte trennende Schutzeinrichtungen für den Schutz von Arbeitnehmern, aber auch der Maschinenumgebung vor wegfliegenden Schleifkörperbruchstücken sind.

Werden Schleifkörperschutzhauben eingesetzt, erfolgt deren Dimensionierung anhand von Wanddickentabellen nach DIN EN 13218 [1]. Bei vielen Bearbeitungsaufgaben, wie zum Beispiel dem Schleifen von Verzahnungen oder Turbinenschaufeln, macht die komplizierte Werkstückgeometrie die Anwendung einer Schleifkörperschutzhaube unmöglich.

In solchen Fällen muss die großräumige Verkleidung des Bearbeitungsbereiches die Funktion der Schleifkörperschutzhaube übernehmen und eventuelle Bruchstücke sicher zurückhalten.

Die Dimensionierung einer solchen Vollverkleidung auf der Basis der Wanddickentabellen ist aber nicht praxisgerecht. Die Werte der Wanddickentabellen lassen sich auf Verkleidungen nicht übertragen, weil deren konstruktive Gestaltung und die daraus resultierende Beanspruchung

nicht mit denjenigen der relativ starren Schutzhauben vergleichbar sind.

Rückhaltefähigkeit durch Berstversuche ermitteln

Um die Rückhaltefähigkeit von Werkstoffen gegenüber aufprallenden Schleifkörperbruchstücken realitätsnah ermitteln zu können, wurden in einem speziellen Prüfstand [2] Berstversuche mit handelsüblichen geraden keramisch gebundenen Schleifscheiben durchgeführt. Das >>>



1 Schäden an den Prüfmustern: Beulung/plastische Verformung (oben links), Anriss (oben rechts), Durchschuss (unten)

» Bersten der Schleifscheiben bei definierten Drehzahlen wurde mittels Hochgeschwindigkeitsfilmaufnahmen dokumentiert. So ließen sich die Schäden an den Prüfmustern einzelnen Bruchstücken zuordnen. Bei den Schadensformen wurde unterschieden zwischen einer rein plastischen Verformung (Beulung), einem Anriss, bei dem das Bruchstück aber noch zurückgehalten wurde, und einem Durchschuss (Bild 1). Aus den Abmessungen, der Masse und der Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe wurde ferner die translatorische Bruchstückenergie berechnet, die als maßgeblich für die Beanspruchung trennender Schutzeinrichtungen an Schleifmaschinen angesehen wird [1 bis 3].

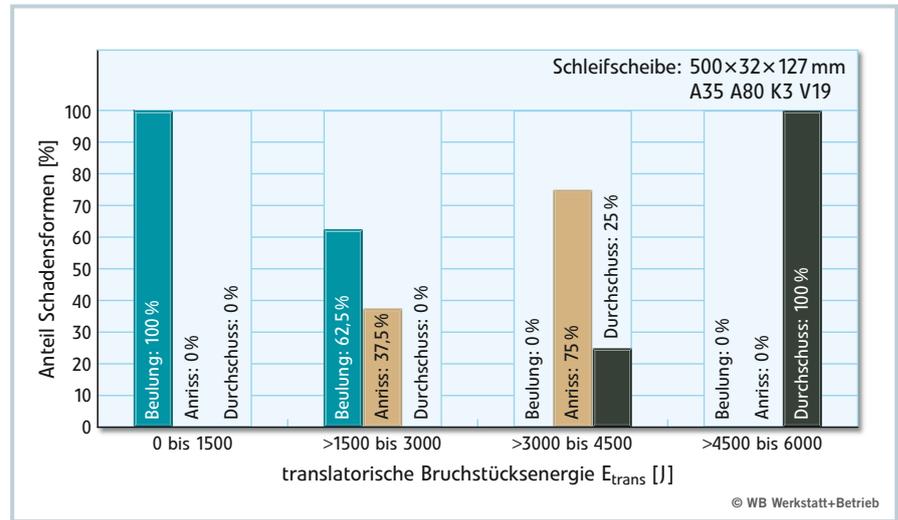
Translationsenergie maßgeblich für Rückhaltefähigkeit

Im Hinblick auf ihre Rückhaltefähigkeit wurden Stahlbleche DC01 und Polycarbonat als häufig für trennende Schutzeinrichtungen verwendete Materialien untersucht (Tabelle 1). Die Abmessungen der Prüfmuster betragen jeweils 500 × 1000 mm.

Bild 2 zeigt als Beispiel die Ergebnisse von Berstversuchen auf 8 mm dickes Polycarbonat. Die dabei verwendeten Schleifscheiben mit den Abmessungen 500 × 32 × 127 mm besaßen eine Druckfestigkeit von 146 N/mm². Die ermittelten translatorischen Bruchstückenergien wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit in Klassen eingeteilt, wobei es sich als zweckmäßig erwies, eine recht große Klassenbreite von

Werkstoff	Dicke [mm]	Zugfestigkeit [N/mm ²]	Bruchdehnung [N]
DC01	1,5	294	45
DC01	3,0	350	37
Polycarbonat	8,0	68	80

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften der untersuchten Werkstoffe (Prüfmuster)



2 Verteilung der Schäden bei 8 mm dickem Polycarbonat in Abhängigkeit der Bruchstückenergie

1500 J zu wählen. Für jede Klasse wurde das anteilige Verhältnis der verschiedenen Schadensformen ermittelt. Bei Bruchstückenergien zwischen 1500 und 3000 J führten danach knapp 40 Prozent aller Treffer bereits zu Anrissen im Polycarbonat. Erstmals ließ sich ein Anriss bei einer Bruchstückenergie von 1922 J feststellen. Im Energiebereich zwischen 3000 und 4500 J waren 20 Prozent aller Treffer

bereits mit einem Durchschuss verbunden. Bruchstücke mit Energien von mehr als 4500 J hatten allesamt einen Durchschuss zur Folge.

In Bild 2 wurde nicht danach differenziert, wie die Bruchstücke auf die Prüfmuster prallen. Ein großflächiger Aufprall etwa mit der Umfangsfläche ist im Hinblick auf die Rückhaltefähigkeit wegen der niedrigeren lokalen Beanspruchung des

Werkstoff	Schleifscheibe		Rückhaltefähigkeit
	D×T×H [mm]	Druckfestigkeit [N/mm ²]	E [Nm]
DC01; 1,5 mm	300×10×127	146	240
	300×25×127	146	447
	300×25×127	80	627
DC01; 3,0 mm	300×25×127	186	829
	230×50×127	186	1704
	300×25×127	117	3652
	300×25×127	146	1343
	500×32×127	146	1883
PC; 8,0 mm	250×50×127	146	2659
	300×25×127	186	894
	230×50×127	186	1674
	300×25×127	117	1358
	500×32×127	146	1922

Tabelle 2: Rückhaltefähigkeit von Stahlblech DC01 und Polycarbonat bei verschiedenen Schleifscheibenspezifikationen

i INSTITUT
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
 53757 Sankt Augustin
 Tel. +49 2241 231-2682
 Fax +49 2241 231-2234
 → www.dguv.de/ifa

Prüfmusters prinzipiell als weniger kritisch zu bewerten als ein punktueller Aufprall mit nur einer Kante des Bruchstücks.

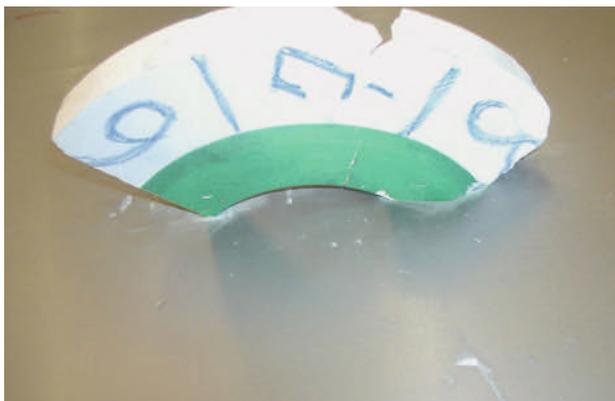
Die beobachteten Aufprallsituationen (Bild 3) hingen unter anderem von der Masse, den Abmessungen und der Drehzahl der rotierenden Schleifscheibe sowie der sich hieraus ergebenden Bruchstückgeometrie und -kinematik ab.



Schleifscheibenbreite beeinflusst Rückhaltefähigkeit

Wenn man diese spezifischen Aufprallsituationen vereinfachend außer Acht lässt und als Kriterium für die Rückhaltefähigkeit das erstmalige Auftreten eines Anrisses wählt, erhält man die in Tabelle 2 angegebenen Rückhaltefähigkeiten. Den ersten Anriss zuzulassen lässt sich aus sicherheitstechnischer Sicht rechtfertigen, weil hierbei immer noch eine genügende Energiereserve besteht, bevor es zum Durchschuss kommt.

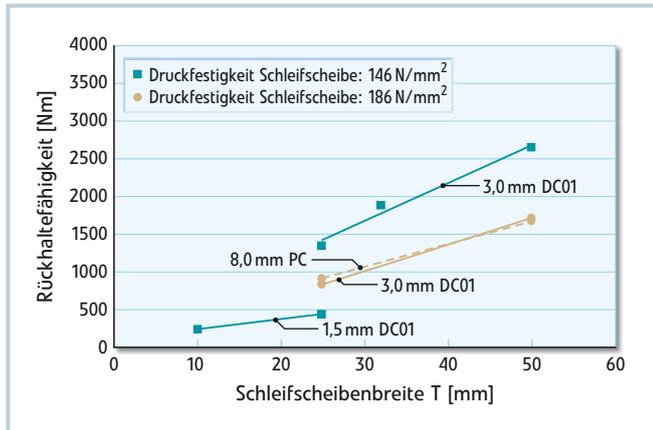
Tabelle 2 zufolge nimmt die Rückhaltefähigkeit mit steigender Dicke der Prüfmuster sowie mit zunehmender Breite



3 Aufprallsituationen: Auftreffen mit der Umfangsfläche (oben links), Auftreffen mit der Querschnittsfläche (oben rechts), Auftreffen mit der Bohrungsseite (unten)

und abnehmender Festigkeit der Schleifscheiben zu. Bild 4 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Rückhaltefähig-

keit und Schleifkörperbreite für 1,5 und 3 mm dickes Stahlblech sowie 8 mm dickes Polycarbonat bei Schleifscheibenfes- >>>



4 Rückhaltefähigkeit von Stahlblech und Polycarbonat bei verschiedenen Schleifscheibenbreiten und -festigkeiten

»» tigkeiten von 146 N/mm^2 und 186 N/mm^2 . Hiernach besteht zwischen der Rückhaltefähigkeit und der Schleifscheibenbreite ein annähernd linearer Zusammenhang. Schleifscheiben geringerer Breite sind dabei entgegen einer weit verbreiteten Ansicht im Hinblick auf die Rückhaltefähigkeit trennender Schutzeinrichtungen kritischer zu bewerten als breite Scheiben. Dies muss bei der Auslegung der Schutzeinrichtungen berücksichtigt werden.

Den Berstversuchen zufolge entspricht die Rückhaltefähigkeit von 3 mm dickem Stahlblech DC01 in etwa derjenigen von 8 mm starkem Polycarbonat. Eine solche Entsprechung zwischen Stahlblech und Polycarbonat findet man auch in Beschussprüfungen mit standardisierten Stahlprojektilen, wie sie zum Beispiel bei Drehmaschinen und Fräsmaschinen in den jeweiligen Sicherheitsnormen schon seit Langem gefordert werden [4]. Die Ergebnisse solcher Beschussprüfungen lassen sich wegen der spezifischen Beanspruchungssituation aber nicht unmittelbar

für die Dimensionierung der trennenden Schutzeinrichtungen an Schleifmaschinen nutzen [2].

DIN EN 13218 führt zu Überdimensionierung

Die Rückhaltefähigkeiten nach Tabelle 2 lassen deutlich geringere Wandstärken für trennende Schutzeinrichtungen zu als bei Verwendung der Wanddickentabellen und empirischen Formeln in der DIN EN 13218. Beispielsweise ist nach dieser Norm bei einer translatorischen Bruchstückenergie von 2600 Nm eine Wandstärke von 7,3 mm erforderlich. Nach den vorliegenden Ergebnissen aus Berstversuchen kann aber schon 3 mm dickes Stahlblech ausreichen, um eine solche Energie aufzunehmen und Bruchstücke zurückzuhalten. Die Ergebnisse bestätigen demnach die Einschätzung, dass die Dimensionierung nach der DIN EN 13218 nicht praxisgerecht ist und eine erhebliche Überdimensionierung der Verkleidung zur Folge hat.

Die aufgezeigten Zusammenhänge zwischen Schleifscheibenfestigkeit und Schleifscheibenbreite auf der einen und der Werkstoffdicke auf der anderen Seite geben wichtige Hinweise für eine gewichtsoptimierte Auslegung trennender Schutzeinrichtungen an ortsfesten Schleifmaschinen ohne Primärschutzhaube. ■ → **WB110663**

Dr. Detlef Mewes arbeitet am Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Fachbereich 5: ›Unfallverhütung/Produktsicherheit‹ in Sankt Augustin, und leitet dort das Referat 5.4 ›Arbeitsmittel, Bauprodukte, Werkstoffe‹ → detlef.mewes@dguv.de

Dr. Peter Herbst war Technischer Aufsichtsbeamter und Leiter des Sachgebiets ›Schleifen und artverwandte Verfahren‹ bei der Berufsgenossenschaft Holz und Metall in Hannover und ist nun im Ruhestand

LITERATUR

- 1 DIN EN 13218: Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Ortsfeste Schleifmaschinen. Beuth Verlag, Berlin (2008)
- 2 D. Mewes, P. Herbst: Trennende Schutzeinrichtungen an ortsfesten Schleifmaschinen ohne Primärschutzhaube. Technische Sicherheit 2 (2012) 4, S. 1/4
- 3 H. Münnich: Beitrag zur Sicherheit von umlaufenden Schleifkörpern. Dissertation TH Hannover, Kommissionsverlag H. E. Ummen, Hötter 1956
- 4 D. Mewes, R.-P. Trapp, H.-J. Warlich: Trennende Schutzeinrichtungen – Die Aufprallfestigkeit von Werkstoffen prüfen und beurteilen. Materialprüfung 38 (1996) 9, S. 368/372