

Schutzscheiben an Werkzeugmaschinen der Metallbearbeitung

Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation
 Stand: 10.10.2023

Diese DGUV-Information richtet sich besonders an Firmen, die Werkzeugmaschinen betreiben oder herstellen. Trennende Schutzeinrichtungen und Schutzumhausungen, die um den Arbeitsraum von Werkzeugmaschinen herum angeordnet sind, verhindern den Zugriff von außen auf Gefahrstellen. Weiterhin halten sie im Betrieb herausfliegende Späne, Bruchstücke sowie heraus-spritzende Kühlschmierstoffe zurück. Eine besondere Rolle spielt dabei die Schutzscheibe, die bei laufender Maschine die Beobachtung des Bearbeitungsprozesses ermöglicht.



Abbildung 1– Schutzscheibe in der Schutzumhausung einer Drehmaschine

Um den Anforderungen an eine ausreichende Rückhaltefähigkeit im Gefahrfall zu genügen, besteht der rückhaltende Teil der Schutzscheibe aus dem Kunststoff „Polycarbonat“, und entspricht damit dem jetzigen Stand der Technik. Er weist bei ausreichender Stärke und sachgerechtem Einbau im Neuzustand ein größeres Rückhaltevermögen auf als die meisten anderen vergleichbaren transparenten Materialien. Im Vergleich zu vereinzelt konkurrierenden Kunststoffen gilt Polycarbonat als anerkanntes Mittel der Wahl.

Im einfachsten Fall besteht die Schutzscheibe aus einem simplen, ungeschützten Stück Polycarbonat. Komplexere Varianten bestehen üblicherweise aus einem Verbund mehrerer Scheiben – auch unterschiedlicher Materialien –, die in einen Rahmen eingefasst sind.

Inhaltsverzeichnis

1	Auswahlkriterien zu Basisdimensionierung	2
2	Probleme an Altmaschinen.....	3
3	Versprödung von Schutzscheiben.....	3
4	Maschinenbeschaffung.....	4
5	Restgefahren für die Bedienperson ...	4
6	Kurzcheck	5
7	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen	5

1 Auswahlkriterien zu Basisdimensionierung

Polycarbonat-Schutzscheiben bilden im Verbund mit feststehender Umhausung des Arbeitsraums oder der Schutztür einen wichtigen Teil der trennenden Schutzeinrichtung einer Werkzeugmaschine. Sie sind daher im Sinne der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG [1] als Schutzeinrichtung und Sicherheitsbauteil zu sehen und zu behandeln.

Das bedeutet für die Schutzscheiben neu in Verkehr gebrachter Werkzeugmaschinen, dass sie genügend Rückhaltefähigkeit aufweisen müssen. Sie kann für den jeweiligen Maschinentyp den Anhängen der entsprechenden harmonisierten Produktnorm entnommen werden.

Für Ersatzfenster dieser Maschinen heißt das, dass die Schutzscheibe als Original-Ersatzteil mindestens die gleichen Sicherheitseigenschaften und die gleiche Rückhaltefähigkeit aufzuweisen hat wie die ursprünglich eingebaute Schutzscheibe. Ist das nicht der Fall, kann eine „wesentliche Änderung“ der Maschine nicht ausgeschlossen werden.

Gesondert (z. B. nicht von der Herstellfirma der Werkzeugmaschine) in Verkehr gebrachte Ersatz-Schutzscheiben fallen unter den Begriff „Sicherheitsbauteil“ der Maschinenrichtlinie. Diese Ersatz-Schutzscheiben müssen mindestens die Sicherheitseigenschaften und die Rückhaltefähigkeit aufweisen, die für die Maschine, in die sie eingebaut werden, gefordert sind.

Weitere Notwendigkeiten sind unter anderem eine eigene CE-Kennzeichnung und eine eigene Betriebsanleitung mit Hinweisen zu den Besonderheiten dieser Schutzscheibe, zum Beispiel hinsichtlich der:

- Häufigkeit visueller Inspektionen
- Beschreibung der Schädigungen, die die Schutzscheibe unbrauchbar machen

- zeitlichen Empfehlungen der Herstellfirma für den Austausch der Schutzscheiben
- empfohlenen Reinigungsmethoden und -Mittel
- Montagehinweise der Maschinenherstellfirma zum Ein- und Ausbau

(Siehe DIN EN ISO 23125, Pkt. 6.2.1 e) [2]).

Daher wird dringend empfohlen, Schutzscheiben direkt über die fachkundige Firma zu beziehen, die die Maschine oder Schutzscheibe herstellt. Die mindestens erforderliche Polycarbonat-Scheibendicke kann den Anhängen der jeweiligen harmonisierten Produktnormen des entsprechenden Maschinentyps entnommen werden:

- DIN EN ISO 23125 Drehmaschinen. In dieser Norm wird auf geschützte Polycarbonatscheiben verwiesen, wenn gegen herausfliegende Teile geschützt werden soll und gleichzeitig die Schutzscheibe versprödenden Einflüssen ausgesetzt ist. Für die nachfolgend genannten Maschinengattungen sind bei versprödenden Einflüssen rundum geschützte Polycarbonatscheiben zumindest überlegenswert.
- DIN EN ISO 16090-1 Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen [3]
- DIN EN ISO 16089 ortsfeste Schleifmaschinen [4]

Nach Versuchserfahrungen wird eine Befestigung durch Klemmung empfohlen (keine Schraubung durch die Schutzscheibe). Weiterhin muss genügend Überstand der Polycarbonatscheibe (oder des Rahmens) in der Öffnung der trennenden Schutzeinrichtung vorhanden sein. Hinweise auf erforderliche Mindestüberstände bei Scheibenabmessungen von 500 mm x 500 mm gibt der BG-Sonderdruck [5]. Aus Versuchen mit mittigem Beschuss wurden folgende Mindestüberstände ermittelt:

Mindestens 40 mm Überstand bei 8 mm Scheibendicke bzw. 25 mm Überstand bei 12 mm Dicke und einer Geschossmasse von 2,5 kg (Sicherheitskonzept für Drehmaschinen nach DIN EN ISO 23125 Punkt 5.13 (kleine NC-Maschinen)).

Zusätzliche Angaben enthält die DIN EN ISO 16089 mit Nennung von Scheibenüberständen für ortsfeste Schleifmaschinen. Weitere Maße sind der angegebenen Literatur zu entnehmen.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die den Werkzeugmaschinentypen zugrundeliegenden verschiedenen Sicherheitskonzepte zu unterschiedlichen Mindestüberständen führen können. Für ausreichende Sicherheit gegen Durchdrücken der Schutzscheibe als Ganzes durch die Öffnung der Schutzeinrichtung sind eher große Überstände anzustreben. Scheiben, die erheblich größer als die angegebenen 500 x 500 mm sind, benötigen ebenfalls größere Überstände. Im Zweifelsfall ist es sinnvoll, eigene Nachweise zu führen, die zum Beispiel von externen Prüfstellen durchgeführt werden können.

Problematisch können Einbauten von besonderen Sichtsystemen in die Schutzscheibe sein, wenn sie mit durch die Schutzscheibe hindurchgehenden Schrauben befestigt sind. Einerseits schwächt das die Schutzscheibe, zum anderen kann über die Schraublöcher versprödend wirkender Kühlschmierstoff direkt an das Polycarbonat gelangen.

2 Probleme an Altmaschinen

Altmaschinen vor Baujahr 1995 müssen die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV [6]) erfüllen. Das bedeutet, dass Schutzeinrichtungen gegen herausfliegende Teile vorhanden sein müssen. Damals waren Glasscheiben (Silikat- oder Mineralglas), Plexi- oder Acrylglasscheiben üblich. Sie müssten nach gesicherten Erkenntnissen ein stärkeres Rückhalte-

vermögen aufweisen, um eine vergleichbare Sicherheit zu bieten wie moderne Polycarbonat-Schutzscheiben an heutigen Neumaschinen.

Ungeeignete Scheiben wurden – zumindest teilweise – auch noch nach 1995 verbaut, da es zu der damals geltenden Maschinenrichtlinie (98/37/EG) noch keine entsprechend harmonisierten Produktnormen mit Hinweisen auf das erforderliche Rückhaltevermögen gab. Entsprechend müssen für den Betrieb dieser Maschinen wie bei den genannten Altmaschinen ebenfalls die Mindestanforderungen gemäß BetrSichV mit geeigneten Schutzeinrichtungen erfüllt werden.

Die früher weit verbreiteten – aber letztlich kaum geeigneten – Glas-, Plexi- oder Acrylglasscheiben entsprachen dem damaligen Stand der Technik. Daher muss dieser Aspekt in die Beurteilung der Arbeitsmittel einbezogen werden, wie sie nach Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG [7]) und BetrSichV gefordert ist, um letztlich sichere Benutzung zu gewährleisten. Zur Risikominderung besteht bekannterweise die Möglichkeit, die Maschine drehzahlreduziert zu betreiben. Es empfiehlt sich dabei, Drehzahlen über technische Mittel zu begrenzen. Eine Alternative ist, die Maschine mit Polycarbonat-Schutzscheiben neuester Bauart auszustatten (genügend steife Schutzumhausung und Schutztür vorausgesetzt), die in die Beurteilung einzubeziehen sind. Ein Austausch nur mit Original-Glas, Plexi- oder Acrylglas als Ersatz-Schutzscheiben gaukelt trügerische Sicherheit vor und sollte vermieden werden.

3 Versprödung von Schutzscheiben

Polycarbonat als rückhaltende Komponente moderner Schutzscheiben ist empfindlich gegen Kühlschmierstoffe und kann unter deren Einfluss verspröden sowie durch ungeeignete Reinigungsmittel (Bremsenreiniger, toluolhaltig) und Chemikalien, zum Beispiel Aceton, ange-

griffen werden. Diese Versprödung – üblicherweise nicht sichtbar – kann eine drastisch verringerte Rückhaltefähigkeit bedeuten, wie Unfälle beweisen. Häufig garantiert die Herstellfirma der Schutzscheibe für ihre unbeschädigte Scheibe die Rückhaltefähigkeit über einen gewissen Zeitraum. Zusammen mit einem auf der Scheibe angegebenen Herstellungsdatum (vgl. Abbildung 2) ergibt sich daraus ein „Haltbarkeitsdatum“ der Schutzscheibe. Ein Betrieb über dieses „Haltbarkeitsdatum“ hinaus kann trügerische Sicherheit vortäuschen.

Fehlen diese Informationen, sind sie aus der Betriebsanleitung oder direkt über die Herstellfirmen der Maschinen oder Schutzscheiben zu beschaffen. Geschädigte Schutzscheiben, zum Beispiel durch Risse, Kratzer, sichtbar eingedrungene Kühlschmierstoffe oder durch ungeeignete Reinigungsmittel, sollten unverzüglich ausgetauscht werden, da schnell eintretende oder schon vorhandene Versprödung wahrscheinlich ist. Beispielhaft sind in der Anlage beschädigte und zum Austausch bestimmte Schutzscheiben dargestellt.

Angemerkt sei, dass bei unsachgemäßem Betrieb der Schutzscheiben, zum Beispiel über das „Haltbarkeitsdatum“ hinaus oder bei Weiterbetrieb mit geschädigter Scheibe, eine mögliche Haftung vom Hersteller auf den Betreiber übergehen kann (bei nicht rechtzeitigem Austausch).



Abbildung 2 – Beispiel für Baujahrangabe (Einsatzdauer hier $t = 8$ Jahre)

Abbildung 3 – Beispiel für Baujahrangabe (Einsatzdauer hier $t = 8$ Jahre)

4 Maschinenbeschaffung

Beim Kauf von Maschinen ist ein wichtiger Aspekt, ob die Schutzscheiben vorher Kühlschmierstoffen ausgesetzt waren. Bei einem Neukauf kann das ein vorausgegangener Probetrieb sein; bei Gebrauchsmaschinen der übliche Einsatz in der Fertigung. Dabei ist zu beachten, dass bis zum Ablauf des „Haltbarkeitsdatums“ der Schutzscheiben nur noch eine verkürzte Zeitspanne bis zum notwendigen Scheibenwechsel zur Verfügung steht.

5 Restgefahren für die Bedienerperson

Besonders beim Einstellen von CNC-Maschinen oder beim Anfahren von Werkstücken in der Produktion schauen die Bedienerpersonen häufig aus sehr geringem Abstand durch die Scheibe, um guten Einblick auf den Spanprozess zu haben. Kommt es in diesem Augenblick zum Auswurf von größeren Bruchstücken, beult die intakte Schutzscheibe aus (spröde Schutzscheiben brechen) und schlägt bei zu kleinem Abstand ins Gesicht. Daher sollte die Bedienerperson außerhalb der wahrscheinlichen Flugzone von Bruchstücken stehen und mit ihrem Gesicht genügend Abstand zur Scheibenoberfläche wahren.

Noch schlimmer ist es, wenn es zum Auswurf des Werkstücks kommt. Die Umhausung der Maschine – einschließlich der Schutzscheibe – bietet nur einen relativen Schutz. Das heißt, ihre Rückhaltefähigkeit ist auf bestimmte Auftreffenergien begrenzt und sie garantiert **keinen** Komplettschutz für alle Fälle. Unter Umständen können ausgeworfene Bruch- und Werkstücke so viel Energie besitzen oder aufnehmen, dass selbst eine korrekt dimensionierte Schutzumhausung oder Schutzscheibe in einwandfreiem Zustand durchschlagen wird. Das gehört zu den Restgefahren, in die die Bedienerperson unterwiesen und sich selbst ständig im Klaren

sein muss (vgl. auch DIN EN ISO 23125 Pkt. 5.13.1 h).

6 Kurzcheck

Kritisches Nachfragen beim Maschinenkauf:

- Sicherheitskonzept von Handels-/Herstellfirma darlegen lassen
 - Material geeignet – z. B. Schutzscheibe aus Polycarbonat?
 - Nenndicke passend zum Sicherheitskonzept der Maschine (z. B nach Produktnorm)? Überstände ausreichend groß? Gibt es (freiwillige) Nachweise zur Rückhaltefähigkeit?
 - Ist Schutzscheibe neuwertig oder ist beginnende Alterung der Schutzscheibe durch vorausgegangenen Betrieb zu erwarten?

Im späteren Betrieb:

- Unterweisung der Bedienpersonen in Bezug auf den sicheren Beobachtungsstandort.
- Verwendung zulässiger Reinigungsmittel und Reinigungsutensilien.
- Regelmäßige Prüfung der Schutzscheibe nach Gefährdungsbeurteilung gemäß ArbSchG und BetrSichV auf Schäden und verbleibende Zeit bis zur Austauschfrist.

7 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese „Fachbereich AKTUELL“ beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation, der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zusammengeführten Erfahrungswissen auf dem Gebiet der trennenden Schutzseinrichtungen, besonders der Schutzscheiben an Werkzeugmaschinen. Sie ist in Zusammenarbeit mit den interessierten Kreisen erarbeitet worden.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ soll die Besonderheiten und speziellen Gefahrenpotenziale aufzeigen, die sich bei Schutzscheiben an Werkzeugmaschinen in der Praxis ergeben können.

Die im Anhang angegebenen Beispiele weisen darauf hin, bei welchen sichtbaren Schäden Schutzscheiben für Werkzeugmaschinen auszutauschen sind.

Neben Bezügen zur Maschinenrichtlinie 2006/42/EG sind auch Bezüge zur Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), die auf der EU-Richtlinie 2009/104/EG [8] basiert sowie zum Arbeitsschutzgesetz, basierend auf der EU-Richtlinie 89/391/EWG [9] aufgeführt.

Relevante Anforderungen aus EG-Richtlinien, nationalem Recht und sonstigen Regeln der Technik bleiben unberührt. Neue Erkenntnisse werden durch diese „Fachbereich AKTUELL“ nicht behindert. Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich unter anderem zusammen aus Vertretern und Vertreterinnen der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartner, herstellenden und betreibenden Firmen.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ ersetzt die gleichnamige DGUV-Information, herausgegeben 01/2018. Aktualisierungen wurden infolge von redaktionellen Anpassungen erforderlich.

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [10].

“

Anlage 1



Abbildung A1



Abbildung A2



Abbildung A3



Abbildung A4

Bild A1 - A4: Kühleisenschmierstoff gelangt wegen Undichtigkeit (Loch) zwischen Einzelscheiben auf rückhaltewirksame Polycarbonatscheibe.



Abbildung A5 – Durch Kühlschmierstoff gequollene Scheibenabdichtung. Die seitliche Dichtigkeit zu den Polycarbonat-Scheibenkanten ist nicht mehr gegeben (gilt auch für rissige Scheibenabdichtungen)

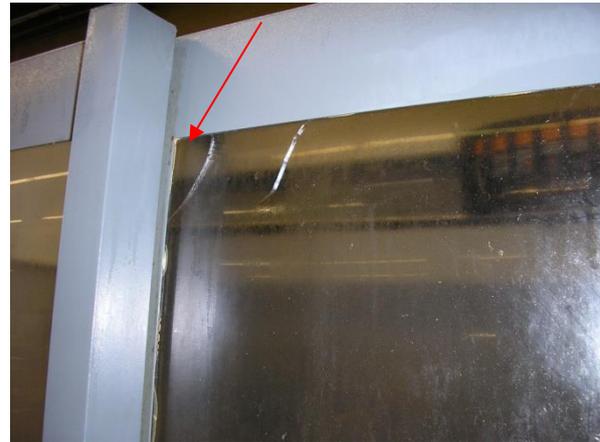


Abbildung A6 – Vom Scheibenrand ausgehende Risse in versprödeter Polycarbonatscheibe

Weitere Kriterien für Auswechselbedarf [11]:

Plastische Verformung der Schutzscheibe (Beulung) durch vorausgegangenen Aufprall.

Zerstörte oder beschädigte Schutzscheibe (Folie) auf der Arbeitsraum- oder Bedienerseite

Literatur:

[1] [Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 09.06.2006 Nr. L157/25.](#)

[2] [DIN EN ISO 23125 Sicherheit von Werkzeugmaschinen - Drehmaschinen, Ausgabe April 2015, Beuth Verlag.](#)

[3] [DIN EN ISO 16090-1 Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Transfermaschinen, Ausgabe Dezember 2012, Beuth Verlag.](#)

[4] [DIN EN ISO 16089 Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Ortsfeste Schleifmaschinen, Ausgabe Juni 2016, Beuth Verlag.](#)

[5] Mewes, Trapp, Wahrlich: Trennende Schutzeinrichtungen an spanenden Werkzeugmaschinen. Sonderdruck für die VMBG, Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften, 2005, ecomed Sicherheit, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH.

[6] [Betriebssicherheitsverordnung \(BetrSichV\) – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln vom 3. Februar 2015 \(BGBl. I S. 49\), geändert 13. Juli 2015 \(BGBl. I S. 1187\)](#)

[7] [Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit \(Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG\) vom 07. August 1996 \(BGBl. I S. 1246\). Zuletzt geändert durch Artikel 427 der Verordnung vom 31. August 2015 \(BGBl. I S. 1474\)](#)

[8] [Richtlinie 2009/104/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Mindestvorschriften für Sicherheit](#)

[und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit. Amtsblatt der Europäischen Union vom 03.10.2009 Nr. L260/5.](#)

[9] [Richtlinie 89/391/EWG des Europäischen Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit. Europäisches Amtsblatt ABI. L 183 vom 29.06.1989.](#)

[10] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen oder <http://www.bghm.de>, Webcode: <626>

[11] [VDW Merkblatt \(überarbeitete Version\), Alterungsaspekte von Polycarbonat-Sichtscheiben an Werkzeugmaschinen, Ausgabe 15.6.2005.](#)

Bildnachweis

Die gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Abbildung 1, 2, A1, A2, A3, A4, A5, A6: BGHM, FBHM, SG MAF

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Maschinen, Robotik und
Fertigungsautomation
im www.dguv.de Fachbereich Holz und Metall
der DGUV www.dguv.de
Webcode: d544779

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Holz und Metall ist die Berufsgenossenschaft Holz und Metall der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.