

Schutzscheiben

an Werkzeugmaschinen der Metallbearbeitung

Ausgabe 01/2018

FB HM-040

Diese DGUV-Information richtet sich vorzugsweise an Betreiber als auch an Hersteller von Werkzeugmaschinen. Trennende Schutzeinrichtungen bzw. Schutzumhausungen, um den Arbeitsraum von Werkzeugmaschinen angeordnet, verhindern den Zugriff von außen auf Gefahrstellen. Weiterhin halten sie im Betrieb herausfliegende Späne, Bruchstücke sowie herausspritzende Kühlschmierstoffe zurück. Eine besondere Rolle spielt hierbei die Schutzscheibe, die bei laufender Maschine die Beobachtung des Bearbeitungsprozesses ermöglicht.

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.

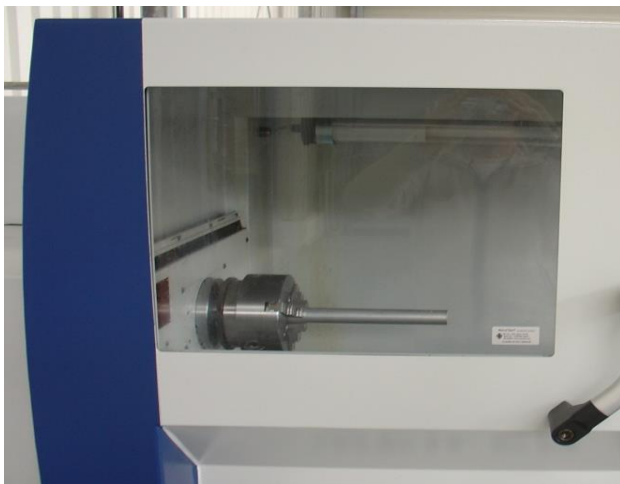


Bild 1: Schutzscheibe in der Schutzumhausung einer Drehmaschine.

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.

1 Auswahlkriterien zur Basisdimensionierung

Polycarbonat-Schutzscheiben bilden im Verbund mit feststehender Umhausung des Arbeitsraumes bzw. der Schutztür einen wichtigen Teil der trennenden Schutz-

Inhaltsverzeichnis

- 1 Auswahlkriterien zur Basisdimensionierung
- 2 Probleme an Altmaschinen
- 3 Versprödung von Schutzscheiben
- 4 Maschinenbeschaffung
- 5 Restgefahren für den Bediener
- 6 Kurzcheck
- 7 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Anhang: Beispiel für Auswechselbedarf

einrichtung einer Werkzeugmaschine. Sie sind daher im Sinne der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG [1] als Schutzeinrichtung und Sicherheitsbauteil zu sehen und zu behandeln.

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

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

Gesondert in Verkehr gebrachte Ersatz-Schutzscheiben (z. B. nicht durch den Werkzeugmaschinenhersteller) fallen unter den Begriff „Sicherheitsbauteil“ der Maschinenrichtlinie. Auch sie haben mindestens die gleichen oder die besseren Sicherheitseigenschaften und die gleiche Rückhaltefähigkeit aufzuweisen, wie sie für die entsprechende Maschine, in die sie eingebaut werden, notwendig ist.

Weitere Notwendigkeiten sind u. a. eigene CE Kennzeichnung und eine eigene Betriebsanleitung mit Hinweisen zu den Besonderheiten dieser Schutzscheibe, z. B. hinsichtlich der:

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

- Zeitliche Empfehlungen des Herstellers für den Austausch der Schutzscheiben.
- Empfohlene Reinigungsmethoden und -Mittel.
- Montagehinweise des Maschinenherstellers zum Ein- und Ausbau.

Wie beschrieben in DIN EN ISO 23125, Pkt. 6.2.1 e). [2].

Daher wird dringend empfohlen, Schutzscheiben direkt über den fachkundigen Maschinen- oder Schutzscheibenhersteller zu beziehen. Die mindestens erforderliche Polycarbonat-Scheibendicke kann aus 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 12417 Bearbeitungszentren [3].
- DIN EN 13128 Fräs- und Bohr-Fräsmaschinen [4].
- DIN EN ISO 16089 ortsfeste Schleifmaschinen [5].
- DIN EN 14070 Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen [6].

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 BG-Sonderdruck [7]. 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 (das Sicherheitskonzept für Drehmaschinen nach DIN EN ISO 23125 Punkt 5.13 (kleine) NC-Maschinen).

Zusätzliche Angaben macht 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 sind eigene Nachweise angebracht. Dies kann beispielsweise durch externe Prüfstellen geschehen.

Problematisch können Einbauten von besonderen Sichtsystemen in die Schutzscheibe sein, wenn sie mit durch die Schutzscheibe hindurchgehenden Schrauben befestigt sind. Dies schwächt einerseits 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 [8]) erfüllen. Das bedeutet, Schutzeinrichtungen gegen herausfliegende Teile müssen vorhanden sein. Damals waren Glasscheiben (Silikat- oder Mineralglas), Plexi- oder Acrylglasscheiben üblich. Sie müssten nach gesicherten Erkenntnissen ein stärkeres Rückhaltevermögen 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. In Konsequenz zu den genannten Altmaschinen sind für den Betrieb dieser Maschinen ebenfalls die Mindestanforderungen gemäß BetrSichV mit geeigneten Schutzeinrichtungen zu erfüllen.

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 [9]) und BetrSichV gefordert ist, um letztlich sichere Benutzung zu gewährleisten. Zur Risikominderung besteht bekannterweise die Möglichkeit, die Maschine drehzahlreduziert zu betreiben. Es empfiehlt sich hierbei 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 unter dem Einfluss ungeeigneter Reinigungsmittel (Bremsenreiniger, toluolhaltig) und Chemikalien z. B. Aceton angegriffen werden. Diese Versprödung - üblicherweise nicht sichtbar - kann eine drastisch verringerte Rückhaltefähigkeit bedeuten, wie Unfälle auch beweisen. Häufig garantiert der Schutzscheibenhersteller für seine unbeschädigte Scheibe die Rückhaltefähigkeit über einen gewissen Zeitraum. Zusammen mit einem auf der Scheibe angegebenen Herstellungsdatum (vgl. Bild 2) ergibt dies 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 den Maschinen bzw. Schutzscheibenhersteller zu beschaffen. Geschädigte Schutzscheiben z. B. durch Risse, Kratzer, sichtbar eingedrungene Kühlschmierstoffe oder durch ungeeignete Reinigungsmittel, sollten unverzüglich ausgetauscht werden, da hierbei schnell eintretende oder schon vorhandene Versprödung wahrscheinlich ist. Beispielfhaft sind im Anhang beschädigte und zum Austausch bestimmte Schutzscheiben dargestellt.

Angemerkt sei, dass bei unsachgemäßem Betrieb der Schutzscheiben, z. B. über das „Haltbarkeitsdatum“ hinaus

oder bei Weiterbetrieb mit geschädigter Scheibe, eine mögliche Haftung vom Hersteller auf den Betreiber übergehen kann (bei nicht rechtzeitigem Austausch).

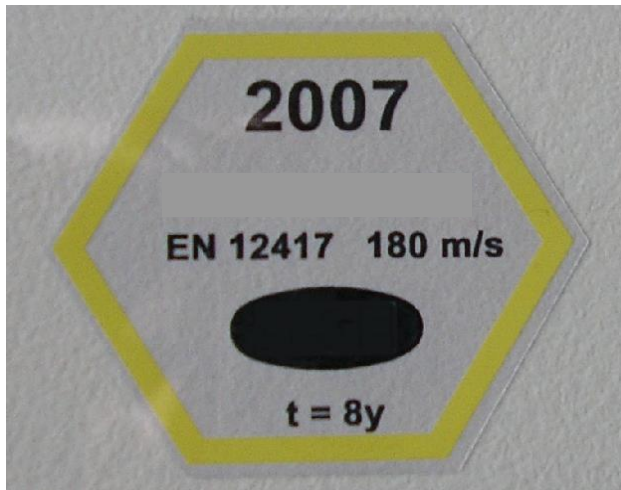


Bild 2: Beispiel für Baujahrangabe
(Einsatzdauer hier $t = 8$ Jahre)

4 Maschinenbeschaffung

Je nach Konstruktion und Aufbau der Schutzscheibe variiert deren Lebensdauer, für die der Hersteller garantiert. Bei häufigem, notwendigem Wechsel durch den Betreiber - insbesondere bei ungeschützten Polycarbonatscheiben - stellt dies einen nicht unerheblichen Betriebskostenfaktor der Maschine dar. Daher wird empfohlen, dies in die Kaufkriterien einer Neumaschine mit aufzunehmen, um sich vor späteren kostspieligen Überraschungen zu schützen, die zum Aufrechterhalten der Maschinensicherheit notwendig sind.

Beim Kauf von Maschinen ist ein wichtiger Aspekt, ob die Schutzscheiben vorher Kühlschmierstoffen ausgesetzt waren. Bei neuwertigen Maschinen beim Händler kann das ein vorausgegangener Probetrieb sein; bei Gebrauchtmaschinen der übliche Einsatz in der Fertigung. Hierbei 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 den Bediener

Insbesondere beim Einstellen von CNC-Maschinen oder beim Anfahren von Werkstücken in der Produktion wird häufig mit dem Gesicht sehr dicht an die Schutzscheibe herantreten, 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 der Bediener außerhalb der wahrscheinlichen Flugzone von Bruchstücken stehen und mit seinem Gesicht genügend Abstand zur Scheibenoberfläche wahren.

Noch schlimmer ist der Fall, wenn es zum Auswurf vom Werkstück 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 und sich in einwandfreiem Zustand befindliche Schutzumhausung oder Schutzscheibe durchschlagen wird. Dies gehört zu den Restgefahren, über die der Bediener 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 durch Händler / Hersteller darlegen lassen
 - geeignetes Material - 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 rückwirkend durch vorausgegangenen Betrieb zu erwarten.

Im späteren Betrieb:

- Unterweisung der Bediener hinsichtlich sicheren Beobachtungsstandorts.
- 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 DGUV-Information (ehemals Fachbereichs-Informationsblatt) beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Anlagen und Fertigungsautomation der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zusammengeführten Erfahrungswissen auf dem Gebiet der trennenden Schutzvorrichtungen, insbesondere der Schutzscheiben an Werkzeugmaschinen. Es ist in Zusammenarbeit mit den interessierten Kreisen erarbeitet worden.

Diese DGUV-Information soll zur Orientierung dienen hinsichtlich den Besonderheiten und speziellen Gefahrenpotentialen, 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 [10] basiert sowie zum Arbeitsschutzgesetz, basierend auf der EU-Richtlinie 89/391/EWG [11] aufgeführt.

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

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich u. a. zusammen aus Vertretern der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern.

Diese DGUV-Information ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als Fachbereich-Informationsblatt Ausgabe 03/2012. Aktualisierungen wurden infolge von redaktionellen Anpassungen erforderlich.

Weitere DGUV-Informationen oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [12].

Zu den Zielen der DGUV-Information siehe DGUV-Information FB HM-001 „Ziele der DGUV-Information herausgegeben vom Fachbereich Holz und Metall“.

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 12417 Sicherheit von Werkzeugmaschinen Bearbeitungszentren, Ausgabe Juli 2009, Beuth Verlag.
- [4] DIN EN 13128 Sicherheit von Werkzeugmaschinen Fräs- und Bohr-Fräsmaschinen, Ausgabe September 2009, Beuth Verlag.
- [5] DIN EN ISO 16089 Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Ortsfeste Schleifmaschinen, Ausgabe Juni 2016, Beuth Verlag.
- [6] DIN EN 14070: Sicherheit von Werkzeugmaschinen - Transfer- und Einzweck- oder Sondermaschinen, Ausgabe Juli 2009, Beuth Verlag.
- [7] Mewes, Trapp, Wahrlich: Trennende Schutzeinrichtungen an spanenden Werkzeugmaschinen. Sonderdruck für die VMBG, Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften, 2005, ecomed Sicherheit, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH.
- [8] 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)
- [9] 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)
- [10] 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.
- [11] 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 ABl. L 183 vom 29.06.1989.
- [12] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>www.bghm.de
- [13] VDW Merkblatt (überarbeitete Version), Alterungsaspekte von Polycarbonat-Sichtscheiben an Werkzeugmaschinen, Ausgabe 15.6.2005.

Bildnachweis:

Die in dieser DGUV-Information des FB HM gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bild 1, 2, A1, A2, A3, A4, A5, A6: FBHM, SG MAF

Herausgeber:

Fachbereich Holz und Metall der DGUV
Sachgebiet Maschinen, Anlagen und Fertigungsautomation
c/o Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Postfach 37 80
55027 Mainz

Schutzscheiben an Werkzeugmaschinen der Metallverarbeitung

Anhang: Beispiele für sichtbare Schäden an Schutzscheiben - Auswechselbedarf



Bild A1



Bild A2



Bild A3



Bild A4

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



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

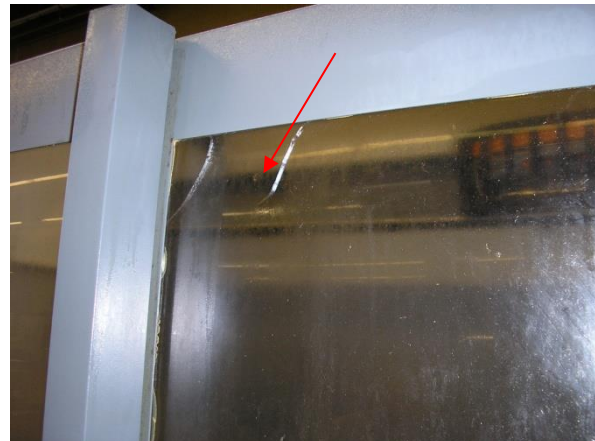


Bild A6: Vom Scheibenrand ausgehende Risse in versprödeten Polycarbonatscheibe

Weitere Kriterien für Auswechselbedarf [13]:

- **Plastische Verformung der Schutzscheibe (Beulung) durch vorausgegangenen Aufprall.**
- **Zerstörte oder beschädigte Schutzscheibe (Folie) auf der Arbeitsraum- oder Bedienerseite.**