

**209-019**

## **DGUV Information 209-019**



# **Sicherheit bei der Blechbearbeitung**

## Impressum

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)  
Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation  
des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV

Ausgabe: Januar 2023

Satz und Layout: Atelier Hauer + Dörfler, Berlin

Bildnachweis: siehe Seite 92

Copyright: Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.  
Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit  
ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter  
[www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) › Webcode: p209019

# Sicherheit bei der Blechbearbeitung

---

## Änderungen zur letzten Ausgabe Januar 2007:

Gegenüber der Vorgängerausgabe wurde die vorliegende Fassung redaktionell und inhaltlich überarbeitet.

Im Abschnitt Trennen von Blechen wird beim Fertigungsverfahren Trennen durch Zerteilen nun auch das Scherschneiden an Stanz-Nibbelmaschinen behandelt. Beim Fertigungsverfahren Trennen durch Abtragen werden nur die thermischen Verfahren wie Brennschneiden, Plasmaschneiden, Laserschneiden und Wasserstrahlschneiden betrachtet.

Im Abschnitt Biegen von Blechen wird als Fertigungsverfahren Umformen nur das Biegeumformen mit geradliniger (Gesenkbiegen) oder mit drehender Werkzeugbewegung (Walzenbiegen, Schwenkbiegen) betrachtet. Da das Fertigungsverfahren des Schwenkbiegens sowohl von Schwenkbiegemaschinen als auch von Langabkantmaschinen verwendet wird, werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten bei der Benutzung dieser Maschinen behandelt. Das Fertigungsverfahren Gesenkbiegen wird bei Gesenkbiegepressen und Produktionspressen verwendet. Da für Pressen inzwischen EN-Normen existieren, wird auch auf die Besonderheiten der Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit vom Baujahr eingegangen.

---

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<b>Einleitung</b> .....	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>Trennen von Blechen</b> ..... <b>33</b>
<b>1</b>	<b>Begriffe</b> ..... <b>7</b>	6.1	Trennverfahren..... 33
1.1	Lastaufnahmemittel..... 7	6.2	Blechscheren (handgehalten oder handgeführt)..... 34
1.2	Anschlagmittel..... 7	6.3	Tafelscheren..... 37
1.3	Anschläger/Anschlägerin..... 7	6.4	Stanz-Nibbelmaschine ..... 41
1.4	Zur Prüfung befähigte Person 8	6.5	Thermisches Schneiden ..... 43
1.5	Knippstange..... 8	6.6	Wasserstrahl- Schneidanlagen ..... 47
<b>2</b>	<b>Handtransport von Blechen</b> ..... <b>9</b>	<b>7</b>	<b>Biegen von Blechen</b> ..... <b>51</b>
<b>3</b>	<b>Transport von Blechen mit Lastaufnahmemittel oder Anschlagmittel</b> ..... <b>13</b>	7.1	Walzenbiegen..... 52
3.1	Hebebänder..... 13	7.2	Schwenkbiegen..... 57
3.2	Hebeklemmen..... 16	7.2.1	Spannvorgang..... 61
3.4	Lasthebemagnet..... 21	7.2.2	Mehrpersonenbedienung..... 62
3.5	Coil-Handling..... 23	7.2.3	Schneideinrichtung (Langabkantmaschinen)..... 63
<b>4</b>	<b>Lagerung von Blechen und Blechpaketen</b> ..... <b>25</b>	7.2.4	Automatische Maschinen ..... 64
<b>5</b>	<b>Öffnen von Umreifungsband</b> ..... <b>29</b>	7.3	Gesenkbiegen ..... 66
		7.3.1	Bau noch nach UVV, Baujahr vor dem Jahr 1987 – ohne „CE“..... 67
		7.3.2	Bau noch nach UVV, Baujahr 1987 und neuer – ohne „CE“..... 67
		7.3.3	Bau nach DIN EN-Normen – mit „CE“..... 67
		7.4	Blechbearbeitung auf „Produktionspressen“ (mechanische/hydraulische Pressen)..... 68

	Seite		Seite		
7.4.1	Spezielle Gefährdungen bei Exzenter- und verwandten Pressen .....	69	<b>8</b>	<b>Vermeidung von Schnittverletzungen</b> .....	<b>71</b>
7.4.2	Spezielle Gefährdungen bei Reibspindelpressen: .....	69	8.1	Entgraten .....	71
7.4.3	Spezielle Gefährdungen bei hydraulischen Pressen: ....	69	8.2	Schutzhandschuhe .....	72
7.4.4	Praxisübliche Schutzmaßnahmen .....	69	<b>9</b>	<b>Lärm in der Blechbearbeitung</b> .....	<b>77</b>
7.4.4.1	Bau noch nach UVV, Baujahr < 1975 (Exzenter- und verwandte Pressen) oder Baujahr < 1987 (hydraulische Pressen) – ohne „CE“ .....	70	<b>10</b>	<b>Gefährdungsermittlung und Unterweisung</b> .....	<b>83</b>
7.4.4.2	Bau noch nach UVV, Baujahr ≥ 1975 (Exzenter- und verwandte Pressen) oder Baujahr ≥ 1987 (hydraulische Pressen) – ohne „CE“ .....	70	<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>86</b>
7.4.4.3	Bau nach DIN EN-Normen – mit „CE“ .....	70			

# Einleitung

Bei der Herstellung von Behältern, Apparaten, Maschinen und Fahrzeugen ist die Blechbearbeitung ein wesentlicher Fertigungsbereich. Aber auch bei der Herstellung von Geräten, Einrichtungen und Bauelementen gewinnt die Blechbearbeitung zunehmend an Bedeutung, da Blechkonstruktionen leicht sind, hohen Qualitätsanforderungen genügen und mit modernen wirtschaftlichen Verfahren gefertigt werden können.

Bleche werden im Warm- und Kaltwalzverfahren hergestellt als Platten, Platinen, Tafeln oder aufgewickelt zu Bandmaterial.

Bleche werden nach der Dicke unterteilt in:

- Feibleche  $\leq 3$  mm
- Grobbleche  $> 3$  mm

Die Gefährdungsschwerpunkte liegen beim Feiblech bei Schnittverletzungen und beim Grobblech bei Quetschungen. Letzteres gilt auch für Blechpakete.

Viele Blechbearbeitungsverfahren sind mit einer hohen Lärmentwicklung verbunden. Als Folge des Lärms sind die Beschäftigten in Blech verarbeitenden Betrieben häufig lärmgefährdet.

Bei thermischen Schneidverfahren können Gefährdungen durch Gase, Dämpfe und Rauche entstehen.

Die vorliegende DGUV Information nennt die Gefährdungen im Einzelnen und soll zu mehr Sicherheit bei der Blechbearbeitung und beim Umgang mit Blechen beitragen.

# 1 Begriffe

## 1.1 Lastaufnahmemittel

Lastaufnahmemittel sind nicht zum Hebezeug gehörende Einrichtungen, die zum Aufnehmen der Last mit dem Tragmittel (mit dem Hebezeug dauernd verbundene Einrichtungen zum Aufnehmen von Lastaufnahmemitteln, Anschlagmitteln oder Lasten) verbunden werden können.

Zu den Lastaufnahmemitteln gehören zum Beispiel Blechklemmen, C-Haken, Greifer, Klauen, Klemmen (Zangen), Lasthebemagnete, Traversen, Vakuumheber.

## 1.2 Anschlagmittel

Anschlagmittel sind nicht unmittelbar zum Hebezeug gehörende Einrichtungen, die eine Verbindung zwischen dem Tragmittel (z. B. Kranhaken) und der Last oder dem Tragmittel und einem Lastaufnahmemittel herstellen. Anschlagmittel sind ein wesentliches Hilfsmittel, um den Transport von Lasten mit Kranen überhaupt zu ermöglichen.

Die am häufigsten vorzufindenden Anschlagmittel sind Seile, Ketten, Hebebänder und Rundschnellen. Seile können aus Drähten, Chemiefasern oder Naturfasern bestehen.

## 1.3 Anschläger/Anschlägerin

Die Person an der Last, der Anschläger oder die Anschlägerin, bildet zusammen mit der Kranführerin oder dem Kranführer ein Team, das den Lastentransport mit Kranen durchführt. Das Verhalten von Anschlägern und Anschlägerinnen ist bedeutungsvoll für den sicheren Transport von Lasten.

In Bearbeitungsbetrieben werden zunehmend flurgesteuerte und funkferngesteuerte Krane eingesetzt, sodass Anschläger und Anschlägerinnen

gleichzeitig den Kran bedienen. Sie sind allein für beide Funktionen verantwortlich. Die Gefahr liegt darin, dass Produktions- und Reparaturpersonal sowohl den Kran bedient als auch anschlägt und damit eine völlig ungewohnte Tätigkeit ausübt. Die Leichtigkeit, mit der der Kran oder das Hebezeug die Last anhebt, täuscht über die Gefahrensituation hinweg.

### 1.4 Zur Prüfung befähigte Person

Eine zur Prüfung befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt (§ 2 (6) Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV 2015).

*Weitere Informationen dazu finden Sie in der TRBS 1203 „Zur Prüfung befähigte Personen“*

### 1.5 Knippstange

Die Knippstange, eine Stange aus Rund- oder Vierkantstahl mit einem abgeplatteten und eventuell angewinkelten Ende, wirkt nach dem Hebelprinzip. Der Lastarm ist üblicherweise das Stück der Stange, das unter die Last gestoßen oder geschoben werden kann. Durch den langen Kraftarm, der fast die gesamte Stangenlänge umfasst, ist es möglich, die Muskelkraft zu vervielfachen. Auch schwere Lasten können so von Hand verschoben oder beispielsweise zum Unterlegen von Kanthölzern angehoben werden.

Die Stange muss so geführt und gehalten werden, dass ein schnelles und unbeabsichtigtes Bewegen – das gefürchtete Schlagen – verhindert wird. Ein sicherer Standplatz, ausreichende Bewegungsfreiheit, genügende Festigkeit der Last und des Drehpunkts vermeiden Abrutschen und Schlagen der Knippstange sowie dadurch mögliche Verletzungen.

## 2 Handtransport von Blechen

Vor der Bearbeitung müssen Bleche transportiert und gelagert werden. Gefährlich sind die scharfen Kanten von Blechen. Sie führen bei der Handhabung, aber auch beim Anstoßen an ungeschützt gelagerte Blechabschnitte (Abbildung 1) zu Schnittverletzungen. Beim Handtransport sind unbedingt geeignete Schutzhandschuhe zu tragen, siehe Abschnitt 8.

Im Bereich von Verkehrswegen dürfen daher scharfkantige Bleche nicht gelagert werden oder es müssen verstellbare Schutzwände aufgestellt werden. Zudem sollten an Schrottlagerplätzen keine scharfkantigen Blechteile überstehen.



**Abb. 1** Aus einem Schrottbehälter heraushängende scharfkantige Blechabschnitte

Beim Handtransport von Blechen ist es von Vorteil, wenn einfache Hilfsmittel zur Verfügung stehen, die

- die Last sicher aufnehmen und festhalten,
- ein leichteres Tragen ermöglichen und
- Verletzungen vermeiden, die besonders aus Schnitt- und Quetschgefahren resultieren können.

Geeignet für die Aufnahme und den Transport von Blechen sind beispielsweise:

- Stoßkeil
- Spreizmagnet
- Handmagnet
- Hand-Saugheber (Handsauger)
- Tragklemmen oder Blechgreifer
- Tragklauen

Beim Transport von Hand können nicht nur äußere Verletzungen auftreten. Besonders durch schwere Lasten kann es zu hohen Beanspruchungen der Wirbelsäule und der Gelenke kommen.

Richtiges Anheben, Tragen und Absetzen einer Last verbessert die Kraftaufwendung und schützt vor Fehlbeanspruchungen. Körperhaltungen mit Rumpfbeuge und/oder Verdrehung der Wirbelsäule sind zu vermeiden. Beim Tragen sollte die Last deshalb möglichst nahe am Körper gehalten werden. Der Körper sollte möglichst symmetrisch belastet werden.

Für den Transport schwerer Bleche sind Transport- und Lastaufnahme-einrichtungen zur Verfügung zu stellen und zu benutzen. Beim Transport schwerer Bleche besteht besonders beim Ablegen oder Absetzen der Bleche die Gefahr von Fingerquetschungen.

Unterlagen, die den nötigen Freiraum zur Vermeidung von Quetschungen bieten, können beim Ablegen von Blechen auf Tischen und Ablagen von Bearbeitungsmaschinen nicht immer benutzt werden.

An Bearbeitungsmaschinen sollten daher Hebezeuge mit Anschlagmitteln für den Blechtransport zur Verfügung stehen. Auch Auflagen mit Rollen (Abbildung 2) tragen dazu bei, die Handhabung leichter und sicherer zu gestalten.

Gefährlich ist das Anlehnen von Blechen und Blechpaketen an Wände, eine Maschine oder ein Gestell. Beim Entnehmen einzelner Bleche oder durch unbeabsichtigtes Anstoßen mit Hebezeugen oder Gabelstaplern können die Bleche umfallen. Das Gewicht der Bleche kann zu schweren und tödlichen Quetschungen führen.



**Abb. 2** Auflagen mit Kugelrollen an einer Tafelschere

Immer wieder versuchen Beschäftigte bei der Entnahme einzelner Bleche aus einem angelehnten Blechstapel, die restlichen, eventuell umfallenden Bleche oder Blechstapel mit dem Körper zu halten oder aufzufangen. Um dieses Verhalten auszuschließen, sollten die verbleibenden Bleche so gelagert werden, dass die Gefahr des Umkippens minimiert wird.



**Abb. 3** Feststehende trennende Fächer zur Aufnahme von Blechen

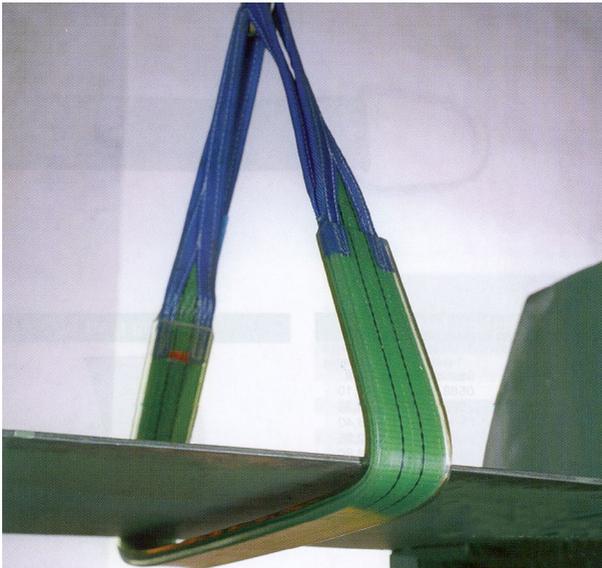
# 3 Transport von Blechen mit Lastaufnahmemittel oder Anschlagmittel

## 3.1 Hebebänder

Hebebänder aus Chemie- oder Naturfasern haben das früher am häufigsten eingesetzte Anschlagmittel Stahldrahtseil abgelöst. Seile oder Hebebänder lassen sich leicht unter Ablagen von Blechen hindurchschieben und bei geringem Lagerabstand von der abgelegten Last wieder entfernen. Scharfe Kanten an Blechen und Blechpaketen zerstören aber die Seile oder Hebebänder nach wenigen Transportvorgängen.

Es ist deshalb notwendig, die Seile oder Hebebänder an scharfen Kanten zu schonen, um ein Zerreißen zu vermeiden und die Lebensdauer zu verlängern (Abbildung 4).

In den Betrieben ist aber immer wieder zu beobachten, dass Kantenschoner wegen der aufwändigen Handhabung nicht benutzt werden.



**Abb. 4**  
Anschlagseil mit  
Kantenschoner

Wird auf Kantenschoner verzichtet, sind hoher Verschleiß und Bruchgefahr die Folgen. Die Schäden führen zur Ablegereife der Anschlagmittel (vgl. Abschnitt 4, DGUV Information 209-061 und DGUV Regel 109-017)

Unfalluntersuchungen haben ergeben, dass beim Anschlagen von Blechen das Gewicht oft falsch eingeschätzt wird. In größeren Blechlagern liegen Bleche unterschiedlicher Abmessungen ohne Angaben von Gewichten. Nur eine gründliche Unterweisung kann Anschläger und Anschlägerinnen in die Lage versetzen, das Gewicht von Blechen richtig einzuschätzen und Überlastungen, auch durch gleichzeitiges Anheben mehrerer Bleche, zu vermeiden.

Bei Rundstahlketten kann auf Kantenschoner verzichtet werden, wenn sie bei ausreichender Bruchdehnung nur bis zu 80 % des zulässigen Gewichts belastet werden oder eine Kette der nächsthöheren Belastungsstufe (DIN EN 818 oder DIN EN 1677) verwendet wird. Vorteile für die Stahlketten sind die höhere Widerstandskraft an scharfen Kanten und die relativ geringe Temperaturempfindlichkeit.

Neuerdings werden „textile Ketten“ als Anschlag- und Zurrmittel eingesetzt, die aus Hochleistungs-Chemiefasern anstelle von Stahl bestehen. Ihr Vorteil gegenüber den klassischen Stahlketten ist das geringere Eigengewicht bei gleicher Tragfähigkeit, zudem können sie leichter verkürzt werden und erleichtern damit Anschlägern und Anschlägerinnen die Handhabung.

Hebebänder, die mit einer verschleißfesten Kunststoffbeschichtung oder einem Schlauch überzogen sind (Abbildung 5), werden immer häufiger zum Blechtransport benutzt. Sie lassen einen Transport auch von scharfkantigen Lasten zu, da die Kunststoffschicht das tragende Hebeband schützt. Wird der verschleißfeste Kunststoff als Schlauch über das Hebeband geschoben, eignet sich das Hebeband auch zum Wenden von Blechen, Bandstahlrängen und Werkzeugen.

Zur Erleichterung der Handhabung werden Hebebänder mit größerer Tragfähigkeit nur auf einer Seite beschichtet. Es muss dann beim Anschlagen scharfkantiger Lasten darauf geachtet werden, dass die geschützte Seite des Hebebands an der Last anliegt. Eine gründliche Unterweisung ist erforderlich.

Zum Transport von Blechen, Blechpaketen und Coils sind besondere Lastaufnahmemittel entwickelt worden, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung ein sicheres und schonendes Transportieren ermöglichen.

Dazu gehören:

- Klauen, Prätzen, Zangen
- Hebeklemmen
- Vakuumheber
- Lasthebemagnete
- Parallelogrammzangen
- C-Haken, Coil-Greifer



**Abb. 5**  
Hebebänder mit verschleißfestem Flachschauch

## 3.2 Hebeklemmen

**Hebeklemmen** (siehe auch Abschnitt 13 der DGUV Information 209-013) sind besonders für Grobbleche ein bewährtes Lastaufnahmemittel (Abbildung 6). Sie werden sowohl beim waagerechten als auch beim lotrechten (senkrecht oder vertikal) Transport eingesetzt. Im Unterschied zu einfachen Haken und Klauen wird dabei die Last zwischen Klemmbacken gespannt. Die Klemmkraften werden durch die Last selbst erzeugt. Derartige lastschließende Hebeklemmen müssen eine Verriegelung haben, die das selbstständige Lösen der Last verhindert. Dabei gilt, dass die Haltekraft mit der Klemmkraft wächst.

Das Herausrutschen der Last aus einer Hebeklemme kann verschiedene Ursachen haben:

- Umkippen des Blechs nach dem Absetzen
- Verschleiß der Klemmbacken
- Wendevorgänge mit Blechen und Blechkonstruktionen
- Anstoßen oder Pendeln der Last
- Mangelnde Funktionsfähigkeit des Hebelsystems der Klemme
- Einsetzen einer ungeeigneten Klemme
- für die zu transportierende Last und den Transportvorgang nicht geeignete Hebeklemme (Greifbereich, Tragfähigkeit usw.)
- auffällige Mängel der Hebeklemme
- Beschichtungen, Walzzunder und Verschmutzungen auf dem Blech, die die Haltesicherheit beeinträchtigen können
- im Greifbereich verbogenes, abgeflachtes oder angeschrägtes Blech
- Hebeklemme, die nicht bis zum Maulgrund auf das Blech gesetzt worden ist
- Spannen von mehr als einem Blech in die Hebeklemme; damit konnten die Klemmbacken nicht auf beiden Oberflächen des Blechs wirken



**Abb. 6**  
Beispiel Blechgreifer mit  
Sicherheitsarretierung  
(Verriegelung)

Hebeklemmen mit einfacher Lagerung der Aufhängeöse lassen eine Schräglage quer zur Gehäusefläche der Hebeklemme nur bis 10 Grad zu. Es werden daher auch Hebeklemmen mit zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Gelenken (kardanische Aufhängung) an der Aufhängeöse angeboten, die auch bei Schrägzug die erforderliche Kraft auf das Hebelsystem der Klemme übertragen können.

Lastschließende Hebeklemmen müssen eine Verriegelung haben.

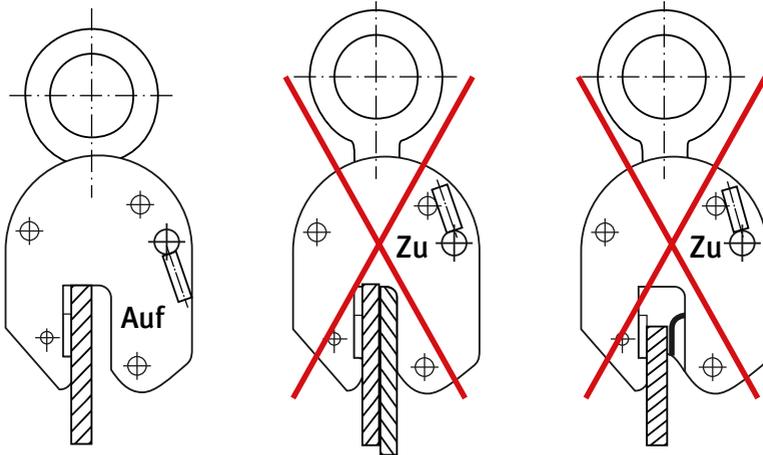


Abb. 7 Richtiges und falsches Aufnehmen von Lasten mit Hebeklemmen

Die Hebeklemme nimmt die Last korrekt auf, wenn der Maulgrund auf dem Blech aufgesetzt wurde und nur ein Blech transportiert wird (Abbildung 7, links).

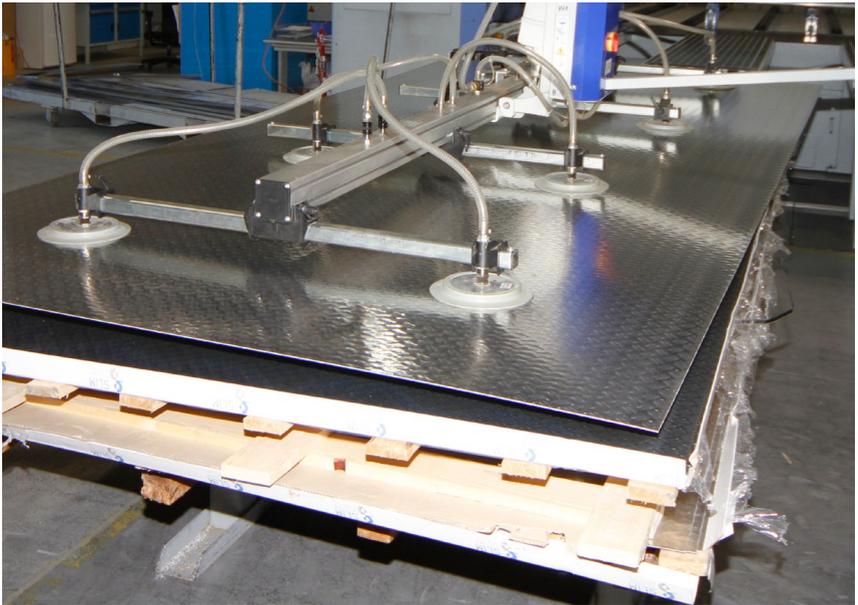
Der gefahrlose Umgang mit Hebeklemmen hängt entscheidend vom einwandfreien Zustand des Gehäuses, der Aufhängeöse, der Verbindungsteile, der Verbindungsbolzen, der Klemmteile und der Sicherheitseinrichtungen ab.

Ein Versagen dieser Teile kann unter Umständen schwere Unfälle zur Folge haben. Sie müssen daher durch regelmäßige Prüfungen auf Schäden durch Verschleiß und Korrosion sowie auf andere Schäden, die durch den laufenden Betrieb oder äußere Einwirkungen verursacht sein können, überwacht werden. Die regelmäßigen Prüfungen sind mindestens einmal jährlich von zur Prüfung befähigten Personen durchzuführen.

Bei Hebeklemmen für den senkrechten Transport von Blechen ist ein besonderes Augenmerk auf die Ermittlung der Verschleißgrenze der Klemmteile zu legen.

Da es auch von den Einsatzbedingungen und den aufgenommenen Materialien abhängt, ob die Klemmteile noch weiterverwendet werden können oder ausgetauscht werden müssen, ist eine Verschleißprüfung der Verzahnung nach Angaben des Herstellbetriebs erforderlich (Betriebsanleitung).

Müssen große Bleche während der Bearbeitung an Walzenbiegemaschinen oder Gesenkbiegepressen mit Hilfe von Hebezeugen gehalten werden, ist eine feste Verbindung der Bleche mit dem Lastaufnahmemittel erforderlich. Diese Verbindung kann beispielsweise mit Schraubklemmen hergestellt werden.



**Abb. 8** Vakuumgreifer mit aufgenommenen Riffelblech an der glatten Unterseite für einen zuverlässigen Transport

### 3.3 Vakuumheber

Vakuumheber (DIN EN 13155) sind inzwischen die Standard-Lastaufnahmemittel für Bleche geworden (Abbildung 9). Vakuumheber werden in selbstansaugender Ausführung und mit Vakuumpumpe geliefert. Beim Einsatz von Vakuumhebern ist darauf zu achten, dass der nötige Unterdruck zum Anheben und Halten der Last erzeugt wird und erhalten bleibt.

Bei selbstansaugenden Vakuumhebern hängt der sich einstellende Unterdruck vom Gewicht der Last ab. Der Unterdruck wird durch ein Manometer angezeigt.

Treten im Laufe des Transports Vakuumverluste auf, die durch ein Reservevakuum nicht mehr ausgeglichen werden können, muss das Erreichen des Gefahrenbereichs durch eine selbsttätig wirkende Warneinrichtung (optisch/akustisch) angezeigt werden.

Vakuumheber sind ein sicheres Lastaufnahmemittel, wenn

- die Dichtungen regelmäßig geprüft und bei Bedarf erneuert werden,
- der Arbeitsbereich des Vakuums eingehalten wird,
- die Biegung von Blechen nach dem Anheben durch den Einsatz von Traversen und die richtige Verteilung der einzelnen Vakuumheber weitgehend vermieden wird und
- vor dem Anheben darauf geachtet wird, dass die Blechoberfläche für den Transport mit Vakuumhebern geeignet ist (frei von Fett, Staub, Zunder usw.).

### 3.4 Lasthebemagnet

Einzelbleche, aber auch Blechpakete, können mit Lasthebemagneten angehoben werden. Dauermagnete sind besonders sicher, da die Haftkraft ohne Energiezufuhr nahezu unbegrenzt erhalten bleibt. Ein unbeabsichtigtes Lösen der Magnetkraft sollte durch mechanische Verriegelungen verhindert sein.



Abb. 9 Deckenkran mit Vakuum-Handhabungsgreifern zum Anheben von Eisenblechen

Wesentlich größere Tragfähigkeiten erreichen Netz- und Batterie-Lasthebemagnete. Die Erschöpfung der Batterieleistung muss selbsttätig durch eine Warneinrichtung (optisch/akustisch) angezeigt werden.

Neuere Entwicklungen haben zu Elektro-Permanent-Lasthebemagneten geführt. Diese Magnete besitzen die Sicherheit eines Permanentmagneten. Durch einen kurzen Stromimpuls kann die Magnetkraft aus sicherer Entfernung ein- und ausgeschaltet werden.

Einige Lasthebemagnete bieten auch die Möglichkeit, die Magnetkraft zu regulieren und damit Einzelbleche von einem Stapel abzuheben.



Abb. 10 Transport einer Blechtafel aus sicherer Entfernung mit Vakuumheber

Bei Verwendung von Lastaufnahmemitteln, die die Last lediglich durch Magnet-, Reib- oder Saugkräfte halten, darf die Last nicht über Personen hinweg geführt werden!

Löst sich während des waagerechten Transports ein Blech von einem Lastaufnahmemittel, ist damit zu rechnen, dass das Blech nicht lotrecht herabfällt, sondern unter dem Einfluss des Luftwiderstands seitlich abgelenkt und auch entfernt stehende Personen gefährdet.

Blechpakete, die mit Packband verschnürt sind, dürfen nicht durch Einhängen von Anschlagmitteln in das Packband transportiert werden.

Beim Transport mit Magneten ist darauf zu achten, dass die Magnetkraft auch die unteren Bleche erfasst, da diese Bleche sonst im Verpackungsband hängen.

Das Verpackungsband ist als Lastaufnahmemittel nicht geeignet.

### **3.5 Coil-Handling**

Um beim Wenden von Coils die Verletzungsgefahren zu minimieren, sollten Coilwender eingesetzt werden (Abbildung 11). Alternativ ist das Wenden eines am Boden liegenden Coils auch mit Hebebändern möglich (Abbildung 12).



Abb. 11 Coilwender

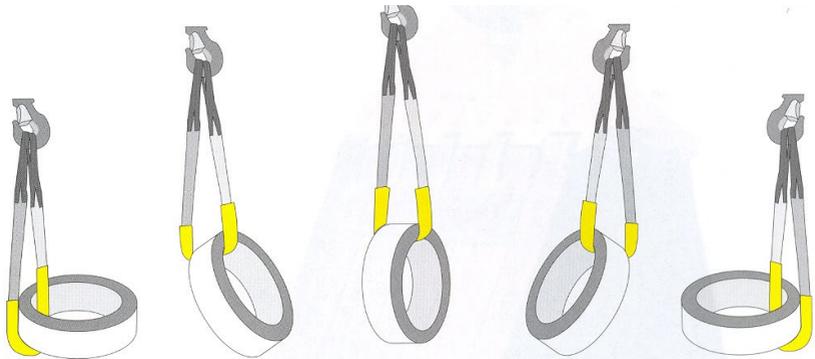


Abb. 12 Wenden eines Coils mit einem mit Kantenschutz versehenem Hebeband

## 4 Lagerung von Blechen und Blechpaketen

Bleche und Blechpakete sollten waagrecht gelagert werden. Unterlegthölzer bieten den nötigen Freiraum zum Anschlagen von Lastaufnahmemitteln.



Abb. 13 Beispiel Lagerung von unterschiedlichen Blechpaketen

Werden schwere Blechtafeln gestapelt, ist mit Gefährdungen beim Vereinzeln oder Separieren der Bleche zu rechnen. Knippstangen (siehe Abschnitt 1.5) oder Brechstangen sind zum Vereinzeln von Blechen das falsche und ungeeignete Werkzeug.

Mit einem besonders für das Anheben spaltfrei aufeinander liegender Bleche konstruiertem Stoßkeil (Abbildungen 14, 15) ist ein sicheres Abheben und Festhalten von Einzelblechen zum Anschlagen mit Hebeklemmen möglich. Eine weitere Möglichkeit für das Vereinzeln oder Separieren von Blechen ist die Verwendung von Spreizmagneten (Abbildung 16).

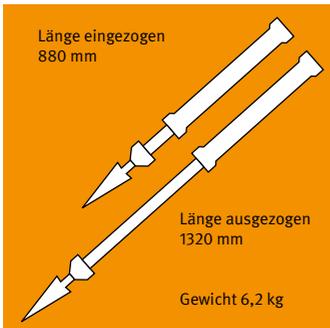


Abb. 14 Stoßkeil Abbildung

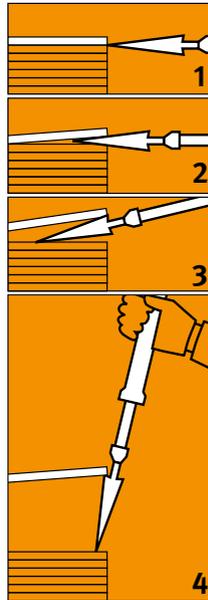


Abb. 15 Handhabung des Stoßkeils



Abb. 16 Handspreizmagnet

Lagern Bleche im Bereich von Verkehrswegen, hat es sich bewährt, vorstehende Blechkanten durch Stellwände zu schützen.

Einzelbleche werden häufig stehend gelagert und an Wände oder besondere Lagergestelle angelehnt. Dadurch wird Platz eingespart und das Herausnehmen einzelner Bleche erleichtert.

Beim Entnehmen einzelner Blechtafeln, besonders, wenn sie nicht in Gestellen gegen Umkippen gesichert sind, haben sich schwere Unfälle ereignet, weil versucht wurde, schräg gestellte Bleche mit Muskelkraft zu halten.

Auch das Anschlagen von Lastaufnahmemitteln an Blechen großer Abmessung durch Besteigen von Anlegeleitern ist eine Gefährdung. Laufstege zwischen den Gestellen in Verbindung mit festen Aufstiegen bieten die Voraussetzung für ein sicheres und müheloses Anschlagen stehend gelagerter Bleche.

Zum Lagern von Blechen und Blechpaketen sind besondere Lagersysteme entwickelt worden, die in Verbindung mit geeigneten Transport- und Lastaufnahmemitteln ein wirtschaftliches und auch sicheres Lagern und Entnehmen von Blechen gewährleisten.

Inzwischen gibt es automatische waagerechte Lagersysteme, die, abhängig von ihrer Größe, eine Vielzahl von Blechstapeln aufnehmen können. Auslagerungsstellen können direkt in einer angeschlossenen Bearbeitungsmaschine enden, in die die Blechtafeln manuell von einer oder einem Beschäftigten (Abbildung 17) oder vollautomatisch (Abbildung 18) eingelegt werden.



**Abb. 17** Beispiel einer Station mit Auslagerungsstelle, an der Beschäftigte mit einem Säulendrehkran und einem Vakuumsauger die Blechtafel zur Bearbeitung umlagern können



**Abb. 18** Beispiel einer Stanz-Laser-Maschine mit automatisierter und somit personloser Anbindung an das Lagersystem. Vakuumsauger entnehmen die Bleche und führen sie selbstständig der Maschine zu.

## 5 Öffnen von Umreifungsband

Blechpakete (Abbildung 19), Bandstahlringe und Coils (Abbildung 20) werden mit Umreifungsband aus Stahl (auch als Verpackungsband bekannt) zusammengehalten. Es gibt inzwischen auch Umreifungsband aus anderen Materialien, wie etwa Textil oder Polypropylen, die jedoch meist eine geringere Bruchlast, Zugfestigkeit und Temperaturbeständigkeit haben und für scharfkantige Güter schlecht geeignet sind.



**Abb. 19** Beispiel für die Lagerung von Blechpaketen mit Stahl-Umreifungsband



Abb. 20 Beispiel für die Lagerung von Coils mit Stahl-Umreifungsband

Beim unsachgemäßen Durchtrennen des unter Spannung stehenden Umreifungsbands springen die scharfkantigen Bandenden hoch und verursachen besonders Gesichtsverletzungen.

Zum Trennen von Umreifungsband aus Stahl sind Sicherheitsscheren (Abbildungen 21 und 22) entwickelt worden, die die Bandenden vor dem Durchtrennen festhalten und für eine sichere Entspannung sorgen. Aufgrund des angespitzten flachen Unterteil lassen sich die Spezialscheren auch bei starker Spannung unter das Verpackungsband schieben.



**Abb. 21** Beispiel einer Sicherheitsschere für Stahl-Umreifungsband (Bandeisen) mit langem Griff



**Abb. 22** Beispiel einer Sicherheitsschere für Stahl-Umreifungsband aus Stahl (Bandeisen) mit kurzem Griff

Lange Scherenhandhebel (Abbildung 21) erleichtern nicht nur das Durchtrennen, sondern schaffen auch den nötigen Sicherheitsabstand zu der gefährlichen Trennstelle.

Für eine gefahrungsfreie Handhabung beim Durchtrennen von Verpackungsbindern oder Stahl-Umreifungsband ist eine Betriebsanweisung (Beispiel Abbildung 23) zu erstellen.

Firma:  
Blechbearbeitung

## Betriebsanweisung

Nr.: P1

### 1. Anwendungsbereich

## Durchtrennen von Umreifungsband aus Stahl (Packstahlband)

### 2. Gefahren für Mensch und Umwelt



- Gefahren nach dem Trennen des unter Spannung stehenden Packstahlbands:
  - Hochschnellen der Enden des Stahlbands
  - Schnittverletzungen der Hände
  - Augenverletzungen



- Gefahren durch auf dem Boden liegendes Packstahlband:
  - Hochschlagen bei Darauftreten
  - Beinverletzungen
  - Stolpergefahr

- Gefahren durch Benutzung ungeeigneter Werkzeuge zum Öffnen oder Durchtrennen des Umreifungsbands aus Stahl, z. B. Meißel oder Zangen

### 3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Nur Sicherheits-Stahlbandscheren verwenden, die die Bandenden vor dem Durchtrennen festhalten.
- Persönliche Schutzausrüstungen wie Schutzbrille, Schutzvisier und Schutzhandschuhe tragen.



- Vor dem Durchtrennen einen sicheren Standplatz einnehmen.
- Vor dem Durchtrennen andere Personen aus dem Gefahrenbereich treten lassen.



- Packstahlband möglichst in der Nähe des Verschlusses durchtrennen.
- Packstahlband nicht in der Nähe von Kanten durchtrennen.
- Packstahlband direkt nach dem Durchtrennen einsammeln und in Abfallbehälter ablegen.
- Sicherheitsstahlbandschere an einem Ort ablegen, an dem Sie sie wiederfinden.

### 4. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notruf : 112



- Unfallstelle sichern
- Ersthelfer/Ersthelferinnen und Vorgesetzte verständigen.
- Verletzte betreuen

### 5. Entsorgung

- Mängel an defekter Sicherheits-Stahlbandschere den Vorgesetzten melden.
- Meldung zu gefülltem Abfallbehälter an:

Datum:

Unterschrift:

Abb. 23 Beispiel einer Betriebsanweisung „Durchtrennen von Umreifungsband aus Stahl“

# 6 Trennen von Blechen

Ausschnitte aus Blechen werden durch Stanzen, Lochen, Nibbeln und andere Verfahren mit Handmaschinen oder stationären Werkzeugmaschinen hergestellt.

## 6.1 Trennverfahren

Bleche müssen vor der Bearbeitung auf die erforderliche Abmessung zugeschnitten werden. Der Zuschnitt erfolgt mit Scheren verschiedener Bauarten oder durch thermische Trennverfahren, wie Brennschneiden oder Plasmaschneiden.

Weitere Trennverfahren in der Blechbearbeitung sind:

- Ausklinken
- Ausschneiden
- Lochen, Nibbeln
- Laserstrahl- und Wasserstrahlschneiden

Der Einsatz moderner Maschinen ist besonders bei Trennverfahren in der Blechbearbeitung weit verbreitet.

## 6.2 Blechscheren (handgehalten oder handgeführt)

Beim Schneiden von Blechen mit Handscheren und elektrischen (Abbildung 24) oder pneumatischen Handmaschinen ist mit Schnittverletzungen durch den Schneidegrat zu rechnen. Schutzhandschuhe können diese Verletzungen nicht immer verhindern. Daher wurden Blechscheren entwickelt, die mit einem Schutzbügel unter dem Handgriff ausgerüstet sind.



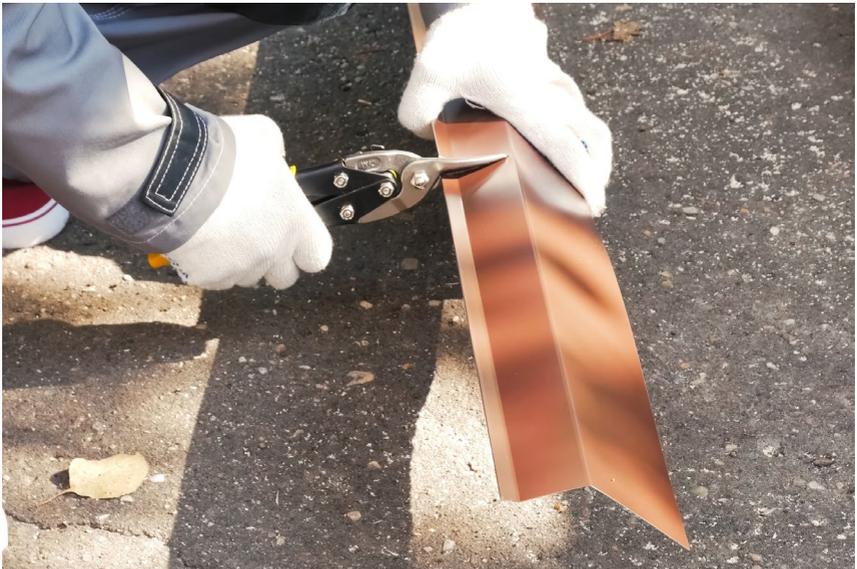
**Abb. 24**  
Elektrische Schere im Einsatz beim Schneiden von Blech in zwei Teile

Durch ein zusätzliches Gelenk wird das Übersetzungsverhältnis vergrößert (Abbildung 25) und dadurch die erforderliche Handkraft verringert.

Müssen an Handscheren größere Kräfte aufgebracht werden, sollten die Handhebel außerhalb des Handbereichs mit Distanzhaltern versehen sein, damit sich keine Quetschstellen zwischen den Handgriffen ergeben können.

Mit der Wahl der richtigen Blechscheren für die vorgesehene Arbeit kann die Verletzungsgefahr minimiert werden. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Scheren, die für einen bestimmten Schnitt zu verwenden sind, zum Beispiel:

- Durchlaufschere: Einsatz für lange gerade Schnitte
- linksschneidende Schere: Einsatz für einen Linksschnitt
- rechtsschneidende Schere: Einsatz für einen Rechtsschnitt



**Abb. 25** Metallschere mit zusätzlichem Gelenk zur Vergrößerung des Übersetzungsverhältnisses

Bei **Handhebelscheren**, die besonders im Handwerk eingesetzt werden, wird der Schneidvorgang über eine Hebelübersetzung von Hand ausgeführt.

Ein Herunterschlagen des Handhebels muss durch eine selbsttätig wirkende Hochhaltevorrichtung (Hebelsicherung) ausgeschlossen sein (Abbildung 26, Hebelsicherung).

Weitere Informationen zur Handhebelschere finden Sie in der BGHM-Publikation Arbeitsschutz Kompakt Nr. 010.

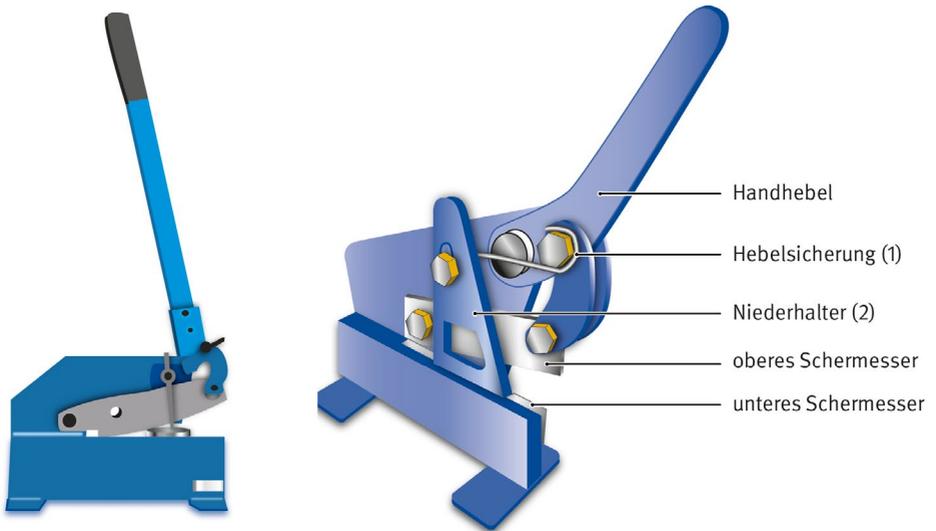


Abb. 26 Beispiel Handhebelschere



Abb. 27 Beispiel Schlagschere

**Schlagscheren** sind handbetätigte Scheren für größere Schnittlängen (Abbildung 27). Zur Vermeidung von Verletzungen muss das Gegengewicht (1) des beweglichen Obermessers so eingestellt sein, dass der Messerbalken in keiner Stellung von selbst niedergehen kann. Der Niederhalter (2) dient auch als Handschutz.

### 6.3 Tafelscheren

Bei **Tafelscheren** muss die Schnittlinie zur Verhütung von Finger- und Handverletzungen auf der ganzen Länge des Messerbalkens verdeckt sein (Abbildung 28 und Abbildung 2).



Abb. 28 Beispiel Schnittlinienschutz an einer Tafelschere

Grundlage dafür bildet die DIN EN ISO 13857 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“.

Die Schutzeinrichtungen müssen ausreichende Sicht auf die Schnittlinie zulassen (Beleuchtung der gesamten Schnittlinie, gegebenenfalls mit maschineninternen Beleuchtungselementen für eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux), damit maßgerecht geschnitten werden kann.

Gegen seitliches Eingreifen in den Schnittbereich sind feste Verdeckungen anzubringen.

Wie bei allen Schutzgittern, durch die Arbeitsvorgänge beobachtet werden müssen, sollte das Schutzgitter mattschwarz gestrichen werden, um Blendwirkungen zu vermeiden. Beim Schneiden dicker Bleche können selbsttätig herunterfallende Rohrabschnitte als Vorwarnschutzeinrichtungen vor dem Schnittlinienschutz angebracht werden.

Werden dickere Bleche während des Schneidens festgehalten, sind Fingerquetschungen zwischen Blech und Auflage zu erwarten. Zur Vermeidung dieser Unfälle werden Hilfswerkzeuge eingesetzt und die Beschäftigten werden gründlich unterwiesen.

Nach dem Schnitt fallen die Blechabschnitte auf der Scherenrückseite herunter und müssen von dort entfernt werden. Bei laufendem Scherenbetrieb werden Personen dabei an der Rückseite durch die Bewegungen des Messerbalkens oder des Anschlags und durch herabfallende Bleche gefährdet. Besonders bei großen Tafelscheren kann die an der Schere beschäftigte Person die Scherenrückseite nicht einsehen.

Die Scherenrückseite muss daher so gesichert werden, dass ein Betreten oder der Weiterbetrieb beim Betreten ausgeschlossen sind. Sicherheitstechnische Maßnahmen auch zur nachträglichen Ausrüstung sind Lichtschranken, Schutzgitter, Rutschen mit festen Anschlägen oder Rollenbahnen.

Die Vorgaben für den Messerwechsel und die Unterweisung der mit dem Messerwechsel beauftragten Person müssen genau nach der Bedienungsanleitung des Herstellbetriebs erfolgen.

Quetsch- und Schergefahren durch die Werkzeugbewegung können durch einen geringen Hub oder Verdeckungen ausgeschlossen werden. Wird das Blech nicht von Hand geführt, sondern eingespannt und programmgesteuert unter das Werkzeug geführt, entstehen Quetschstellen zu festen Teilen der Umgebung, besonders zu gelagerten Blechen und Lagergestellen.

Das Unfallgeschehen zeigt aber auch, dass versucht wird, während der Bearbeitung nicht völlig gelöste Blechausschnitte ohne Hilfswerkzeug von Hand zu entfernen.

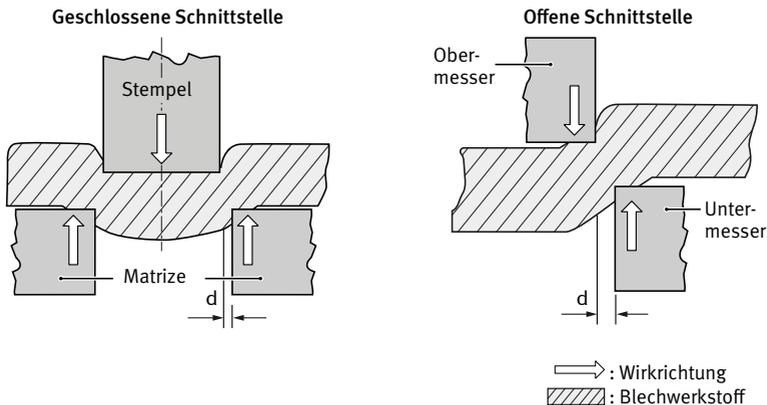
Firma: Blechbearbeitung	<b>Betriebsanweisung</b>	Nr.: T1
<b>1. Anwendungsbereich</b>		
<b>Arbeiten an Tafelschern</b>		
<b>2. Gefahren für Mensch und Umwelt</b>		
 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gefahren für Finger und Hände durch die Maschine:<ul style="list-style-type: none"><li>– Quetschen zwischen bewegten und festen Teilen (kraftbetriebene Anschläge, Werkstückauflagen, ...)</li><li>– Quetschen zwischen Niederhalter (Klemmeinrichtung) und Werkstück oder Maschinentisch</li><li>– Abschern zwischen bewegtem und festem Messer oder dem Werkstück</li></ul></li><li>• Gefahren durch das Werkstück:<ul style="list-style-type: none"><li>– Schneiden an Blechkanten beim Einlegen oder Entnehmen</li><li>– Schneiden an Blechkanten durch Bewegung des Werkstücks beim Schneiden (Hochschnellen langer Bleche)</li><li>– Quetschen zwischen Werkstück und Arbeitstisch</li><li>– Quetschen beim Herabfallen des Werkstücks oder Auswerfen auf der Rückseite</li></ul></li><li>• Gefahr durch Lärm beim Schneiden oder beim Herabfallen des Werkstücks auf den Stapel oder in den Behälter</li><li>• Gefahren durch Zusatzgeräte auf der Rückseite:<ul style="list-style-type: none"><li>– Quetschen oder Schneiden an der Blechabführeinrichtung</li><li>– Quetschen oder Schneiden an der Blechstapeleinrichtung</li></ul></li></ul>	
<b>3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln</b>		
  	<ul style="list-style-type: none"><li>• An der Tafelschere dürfen nur damit beauftragte und speziell unterwiesene Personen arbeiten.</li><li>• Die Schutzeinrichtungen (vorne, auf den Seiten und auf der Rückseite) müssen wirksam sein; sie dürfen nicht entfernt oder umgangen werden.</li><li>• Beim Einstellen der Zuführöffnung ist auch der wirksame Sicherheitsabstand der Schutzeinrichtung herzustellen.</li><li>• Sicherheitseinrichtungen (z. B. Not-Aus) täglich auf Wirksamkeit prüfen.</li><li>• Auf sicherheitsgerechte Funktion der Nachschlagsicherung achten.</li><li>• Nur abgedeckte Fußschalter verwenden.</li><li>• Bereitgestellte Hilfsmittel (Hebehilfe, Transportmittel, Ablage, ...) benutzen.</li><li>• Anderen Personen den Aufenthalt im Arbeitsbereich verwehren, auf Gefahren hinweisen.</li><li>• Mithilfe von anderen Personen nur bei wirksamen Schutzmaßnahmen zulassen.</li><li>• Beim Schneiden langer Bleche Auflagen benutzen.</li><li>• Bei Messerwechsel Hilfswerkzeuge des Herstellers benutzen und Betriebsanweisung "Messerwechsel an der Tafelschere" beachten.</li><li>• Persönliche Schutzausrüstung benutzen.</li></ul>	
<b>4. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe</b>		<b>Notruf : 112</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unfallstelle sichern.</li><li>• Ersthelfer/Ersthelferinnen und Vorgesetzte verständigen.</li><li>• Verletzte Person betreuen.</li></ul>	
<b>5. Instandhaltung, Entsorgung</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Störungen nur von Sachkundigen beseitigen lassen.</li><li>• Instandhaltungsarbeiten an der Tafelschere werden durchgeführt von: _____</li><li>• Für die Entsorgung ist zuständig: _____</li></ul>		
Datum:	Unterschrift:	

Abb. 29 Beispiel einer Betriebsanweisung Tafelschere

## 6.4 Stanz-Nibbelmaschine

Sowohl die Stanzmaschine als auch die Nibbelmaschine verwendet zum Trennen von Blech das Fertigungsverfahren Scherschneiden, bei dem zwei gegenüberliegende Schneiden (Stempel und Matrice oder Obermesser und Untermesser) das dazwischenliegende Werkstück mit einem Schnitthub senkrecht zur Schneide trennen.

Beim Stanzen wird eine geschlossene Schnittlinie verwendet, da hier der Stempel in eine gegenüberliegende Matrice bewegt wird. Beim Nibbeln wird eine offene Schnittlinie verwendet, da hier das Obermesser wie bei einer Handschere am gegenüberliegenden Untermesser vorbei bewegt wird (Abbildung 30). Mit der offenen Schnittlinie wird eine schlechtere Qualität der Schnittflächen als mit der geschlossenen Schnittlinie erreicht.



**Abb. 30** Geschlossene Schnittlinie (z. B. Stanzen) und offene Schnittlinie (z. B. Nibbeln)



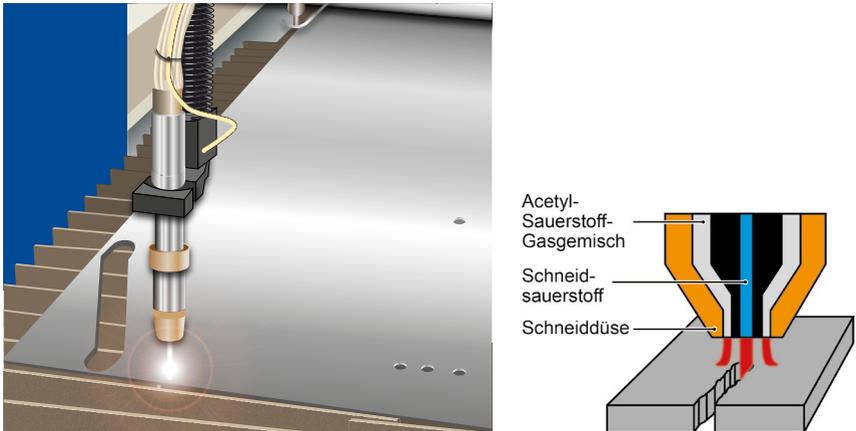
**Abb. 31** Stanzmaschine mit umspiegelten Lichtstrahlen als Zugangsschutz. Damit die Bedienperson vom Bedienpult die gegenüberliegende Maschinenseite einsehen kann, wurde ein Zusatzspiegel auf der Lichtstrahlumlenkung installiert.

Quetsch- und Schergefahren durch die Schneidbewegung können durch einen geringen Hub oder Verdeckungen ausgeschlossen werden. Wird das Blech nicht von Hand geführt, sondern eingespannt und programmgesteuert unter das Schneidwerkzeug geführt, entstehen Quetschstellen zu festen Teilen der Umgebung. Durch die Verwendung einer Zugangssicherung, zum Beispiel mit Lichtschranken und Umlenkspiegeln (vgl. Abbildung 31), können Bedienpersonen aus dem Gefahrenbereich herausgehalten werden. Dabei muss das Bedienpult zur Steuerung der Stanz-Nibbelmaschine außerhalb des Gefahrenbereichs stehen und darf nicht vom geschützten Bereich heraus erreicht werden.

## 6.5 Thermisches Schneiden

Die zum thermischen Schneiden von Blechen und Platinen eingesetzten Verfahren sind autogenes Brennschneiden, Plasmaschneiden und Laserschneiden.

Das autogene Brennschneiden (Abbildung 32) ist das am häufigsten angewandte Verfahren zum Schneiden dicker Bleche und Platinen.



**Abb. 32** Brennschneiden; das Metall wird mit einer Acetylen-Sauerstoff-Flamme auf die Zündtemperatur gebracht, mit einem Sauerstoffstrahl verbrannt und als Schlacke aus der Schnittfuge geblasen.

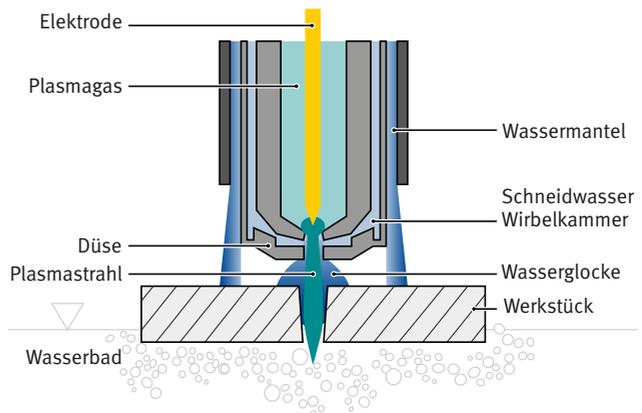
In zunehmendem Umfang werden Plasmaschneidverfahren eingesetzt, besonders bei nicht brennschneidfähigen Werkstoffen, wie Chrom-Nickel Stählen (Edelstähle) und Nichteisen-Metallen (z. B. Aluminium, Kupfer). Das durch den Brenner strömende Gas wird durch einen Lichtbogen ionisiert und durch eine Düse eingeschnürt. Der so gebildete Plasmastrahl mit hoher Energiedichte und Temperatur schmilzt den metallischen Werkstoff örtlich auf und treibt die Schmelze aus der Schnittfuge.

Bei allen thermischen Schneidverfahren entstehen nicht nur Lärm und optische Strahlung, sondern auch gas- und partikelförmige Gefahrstoffe (Rauch). Die Rauchzusammensetzung ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffs, den eingesetzten Schneidverfahren und verwendeten Prozessgasen. Zu beachten sind auch die Gefahrstoffe, die beim thermischen Schneiden verzinkter, aluminium- oder kunststoffbeschichteter Bleche in Abhängigkeit vom Beschichtungswerkstoff zusätzlich entstehen. Die Gefahrstoffe sind an der Entstehungsstelle zu erfassen.

Autogenes Brennschneiden und Plasmaschneiden kommen in der Blechbearbeitung in Handschneidverfahren und in maschinellen Schneidverfahren zum Einsatz. Beim thermischen Schneiden von Hand werden persönliche Schutzausrüstungen eingesetzt.

Beim Einsatz von Plasmaschneidtechnik auf Maschinen können die Gesundheitsbelastungen auf ein zulässiges Maß gesenkt werden, wenn Wasserinjektions-Plasmaprenner oder Schwallwassersysteme unter dem Blech angeordnet und dafür sorgen, dass Lärm, optische Strahlung und Rauch verringert werden (Abbildung 33).

**Abb. 33**  
Plasmaschneiden;  
Eine Wasserglocke über der Blechebene und ein Wasserbad oder Schwallwassersystem unter dem Blech verringern Lärm, optische Strahlung und Rauch



Bleche werden in zunehmendem Umfang auf **Laser-Schneidanlagen** bearbeitet. Dabei werden CO<sub>2</sub>-Laser eingesetzt, deren Laserlicht mit Spiegeln umgelenkt und auf weniger als 1 Millimeter fokussiert wird.



Abb. 34 Laserschneidanlage

Außerdem werden Festkörperlaser eingesetzt. Das Laserlicht wird dabei in einem Glasfaserkabel an die Bearbeitungsstelle geführt. Damit sind Leistungsdichten erzielbar, die nahezu jedes Material zum Schmelzen oder Verdampfen bringen können.

Flachbett-Laser-Schneidanlagen bestehen aus einem C-Rahmengestell, das von Stanz- und Nibbelmaschinen bekannt ist. Das Blech liegt auf einem Gitterrost und der Laserschneidkopf wird in rechtwinkligen Linearachsen über das Blech bewegt (Abbildung 34). Seltener wird das zu bearbeitende Blech über eine Koordinatenführung unter dem feststehenden Laserkopf vorbeigeführt.

Es ist auch möglich, den Laserschneidkopf mit einer roboterähnlichen Führung zu versehen und damit dreidimensional Werkstücke zu bearbeiten.

Den Laser-Schneidanlagen werden automatische Förderanlagen zum Beladen und Entsorgen zugeordnet, die in Verbindung mit einem Blech-Regallager ein Blechbearbeitungssystem ergeben. Laser-Schneidanlagen müssen den Bestimmungen der Maschinenverordnung und der Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OStrV) entsprechen. Auch die Technische Regel zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – TROS Laserstrahlung muss beachtet werden.

Nach dem Gefährdungspotenzial der energiereichen unsichtbaren Laserstrahlung werden Laseranlagen in verschiedene Klassen eingeteilt und gekennzeichnet (DIN EN 60825-1).

Laserschneidanlagen können der Laserklasse 1 zugeordnet werden, wenn im Normalbetrieb in keinem Falle gefährliche Laserstrahlung austreten und/oder Personen gefährden kann. Das wird in der Regel durch eine Umhüllung gewährleistet.

In der Sonderbetriebsart „Service“ kann gefährliche Laserstrahlung zugänglich sein. In diesem Fall sind zusätzliche Schutzmaßnahmen – Laserschutzbrille, Abschirmungen etc. – erforderlich. Diese Betriebsart wird in der Regel vom Herstellbetrieb der Anlage angewandt.

Für den Betrieb von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B oder 4 sind Laserschutzbeauftragte schriftlich zu bestellen. In den meisten Betrieben wird es erforderlich sein, die bestellte Person an einer Ausbildungsmaßnahme zur Erlangung der Sachkunde teilnehmen zu lassen (↓ siehe TROS Laserstrahlung, Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung).

Beim Betrieb von Laser-Schneidanlagen ist es besonders wichtig, die Betriebsanleitung des Herstellbetriebs zu beachten und die wichtigsten Angaben zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz in eine Betriebsanweisung aufzunehmen, die auch als Grundlage für die Unterweisung dient.

## 6.6 Wasserstrahl-Schneidanlagen

Wasserstrahl-Schneidanlagen ermöglichen eine Blechbearbeitung ohne die bekannten Gefährdungen der thermischen Trennverfahren (abgesehen vom Lärm). Nachteilig wirken sich die notwendige Wasseraufbereitung und die für manche Materialien ungeeignete Feuchtigkeit aus.

Wasser wird in einer Pumpe auf einen Druck bis 4.000 bar, teilweise auch höher, gebracht und über eine Düse als Wasserstrahl auf die Blechoberfläche geleitet. Es gibt zwei Verfahrensvarianten, das „Reinwasserstrahlschneiden“ und das „Wasserabrasivstrahlschneiden“. Da das Reinwasserstrahlschneiden für harte Metalle ungeeignet ist, wird in der Regel das Abrasiv-Strahlschneiden verwendet. Beim Wasserabrasivstrahlschneiden wird dem Wasserstrahl eine genau dosierte Menge Abrasivmittel, häufig Gratsand, zugegeben, das mit dem Wasserstrahl auf eine hohe Geschwindigkeit beschleunigt wird (siehe Abbildungen 35 und 36).

Die hohe kinetische Energie der einzelnen Partikel der Abrasivmittel bewirkt eine Mikrozerspannung, die auch eine Bearbeitung harter Werkstoffe bis zu einer Dicke von mehreren Zentimetern ermöglicht.

Die Schnittkanten werden durch das Schneidverfahren weniger erwärmt und sind gratfrei. Schnittverletzungen und Verbrennungen werden dadurch vermieden.

Neben Verletzungen durch Kontakt mit dem Hochdruckstrahl treten Unfälle auch beim Be- und Entladen des Maschinentischs sowie beim Rüsten mit Hilfsmitteln auf. Meist handelt es sich um Schnitt- und Quetschverletzungen von Händen und Fingern.

Um Verletzungen durch Kontakt mit dem Hochdruckstrahl und dessen Reflexionen auszuschließen, sind die Schneiddüsen mit Verkleidung versehen (trennende Schutzeinrichtung).

Durch Undichtigkeiten an den Hochdruckkomponenten können feine Hochdruckstrahlen austreten, die zu Gefährdungen der Beschäftigten führen. Halten Sie Wartungsintervalle ein und legen Sie druckführende Bauteile, Rohre und Schläuche entsprechend der Lebensdauerangaben der Herstellbetriebe ab. Nutzen Sie nur für die verwendeten Drucke zugelassene Teile.

Um Undichtigkeiten an den Komponenten der Anlagen zu erkennen, sollte arbeitstäglich vor der Inbetriebnahme eine Leckage-Prüfung nach Angabe des Herstellbetriebs durchgeführt werden. Bei Arbeiten an Hochdruckkomponenten ist die Hochdruckpumpe immer abzuschalten und das gesamte System drucklos zu machen.

Um Blechtafeln sicher auf dem Maschinentisch positionieren zu können, sollten nach Möglichkeit Hebehilfen benutzt werden, da bei der Verwendung von Unterleghölzern besonders beim Entfernen erhöhte Quetschgefahr besteht.

An den Anlagen treten regelmäßig Lärmpegel von  $> 90$  dB(A) auf. Entsprechende Maßnahmen gemäß Abschnitt 9 sind zu treffen. Bei gekapselten Anlagen ist die Lärmemission niedriger.

Durch Abrasivstoffe, Kühlschmierstoff- und Ölreste bestehen Gefahren für die Haut.

Bei Granatsanden als Abrasivmittel handelt es sich meist um natürliche Mineralgemische. Sie können radioaktive Elemente enthalten. Lassen Sie sich vom Herstell-/Lieferbetrieb bestätigen, dass das gelieferte Material frei von radioaktiver Strahlung ist, oder prüfen Sie das in einer Eingangskontrolle selbst oder lassen Sie eine Probe in einem Labor untersuchen.

Beim Schneiden von Aluminium- und Titanblechen kann es durch Reaktion der feinen, beim Schneidprozess freigesetzten Metallspäne mit dem Wasser des Wasserbads oder im sedimentierten Schlamm auch noch nach Tagen zu Reaktionen mit Wasserstoff-Freisetzung kommen. Das kann – vor allem, wenn die Wasserstrahlanlage mit großen Teilen bestückt ist – durch die oberflächliche Abdeckung zu gefährlichen Wasserstoffansammlungen führen.

Sorgen Sie für ausreichenden Luftwechsel; Zündquellen sind von der Anlage fernzuhalten. Bei häufigem Schneiden von Aluminium oder Titan sollte der Schlamm (Sediment) in kurzen Zeitabständen aus der Strahlanlage entfernt und sicher entsorgt werden.

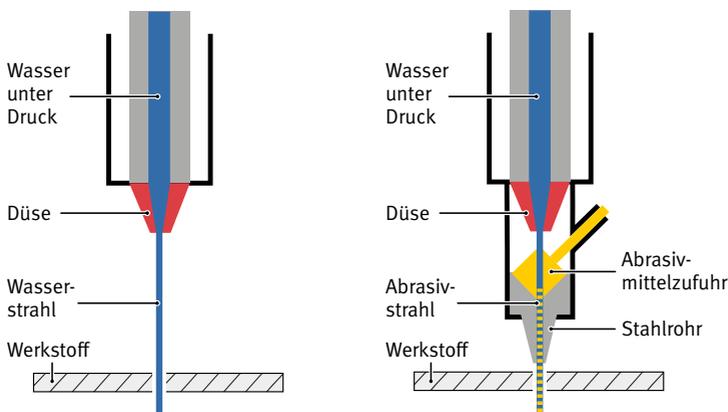


Abb. 35 Rein-Wasserstrahlschneiden und Abrasiv-Wasserstrahlschneiden



Abb. 36 Wasserstrahlschneiden

# 7 Biegen von Blechen

Bei der Herstellung von Behältern, Apparaten und Formteilen aus Blech muss eine Werkstoffumformung erfolgen. Die gebräuchlichsten Fertigungsverfahren sind Walzen-, Schwenk- und Gesenkbiegen. Außerdem werden Bleche auch auf „Produktionspressen“ und auf „Band-Profilieranlagen“ umgeformt.

Wird die Bewegung von Blechbearbeitungsmaschinen mit rotierenden Werkzeugen durch einen Fußschalter ausgelöst, ist der Einsatz eines Drei-Stufen-Sicherheitsfußschalters notwendig.

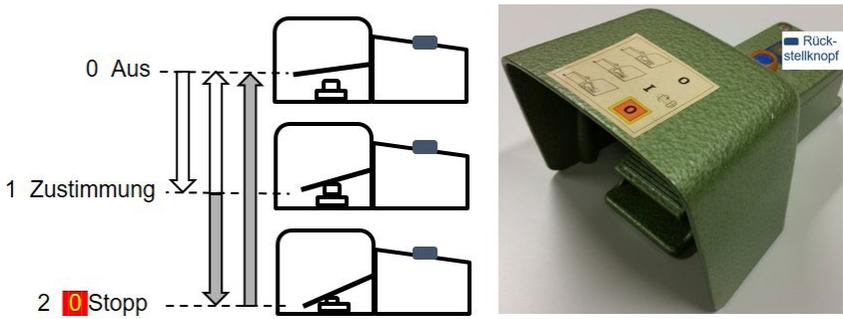


Abb. 37 1-pedaliger Drei-Stufen-Sicherheitsfußschalter

Der Arbeitsablauf wird durch Herunterdrücken des Pedals bis zum Druckanschlag Position 1 – Zustimmung (Abbildung 37) eingeleitet. Beim Loslassen des betätigten Pedals muss das Pedal selbständig in die Ausgangsstellung Position „0“ – Aus zurückkehren. In einer Notsituation kann das Pedal von der Position 1 – Zustimmung entlastet und somit zurück in Position 0 – Aus oder über den Druckanschlag hinaus nach unten in Position 2 – Stopp durchgetreten werden.

Bei Erreichen der Position 2 – Stopp wird der Arbeitsablauf gestoppt und ein Wiederanlauf durch die Steuerung selbsttätig verhindert. Mit dem anschließenden Loslassen des betätigten Pedals muss das Pedal selbständig in die

Ausgangsstellung Position 0 – Aus zurückkehren. Der Fußschalter muss vor der erneuten Verwendung mit dem Rückstellknopf entriegelt werden.

### 7.1 Walzenbiegen

Beim Walzenbiegen wird das Blech meist zwischen Walzen geführt und dann gebogen. Dabei werden je nach Blechdicke und aufzubringendem Biegemoment 2-Walzen-, 3-Walzen- (Abbildung 38, Abbildung 39, Abbildung 41) oder 4-Walzen-Rundbiegemaschinen (Abbildung 40) verwendet. Bei der Maschinenbezeichnung wird vielfach das Wort „Rund“ weggelassen und umgangssprachlich von 2-, 3-, oder 4-Walzen-Biegemaschinen gesprochen.



**Abb. 38**  
Beispiel Drei-  
Walzen-  
Biegemaschine  
mit Schaltleine im  
Fußbereich

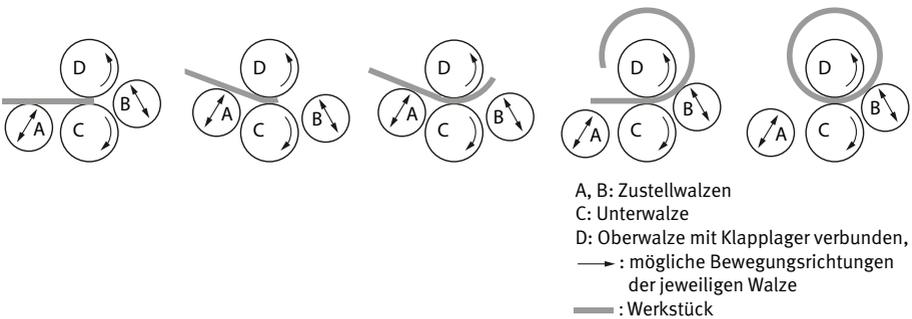
Zum Schutz vor Verletzungen der Bedienperson beim Einlegen von Blechtafeln dürfen die Dreh- und Zustellbewegungen der Walzen und die Schwenkbewegungen der Walzenlager nur in Tippschaltung und über einen Drei-Stufen-Sicherheitsfußschalter mit den Schaltstellungen >Aus, Ein, Not-Halt< (vgl. Abbildung 37) gesteuert werden können. Auf die Tippschaltung der Walzen-Zustellung kann verzichtet werden, wenn die Zustellgeschwindigkeit weniger als 3 mm/s beträgt und rund um die Maschine wirksame Not-Halt-Einrichtungen vorhanden sind.

Die Not-Halt-Einrichtungen müssen auf der Vorder- und Rückseite über die gesamte Maschinenbreite vorgesehen werden, zum Beispiel Schaltstangen (Trittleisten) oder Schaltleinen (Reißleinen) im Knie- oder Fußbereich. Sicherheitstechnische Festlegungen unter anderem für Schaltleinen finden Sie in der DIN EN ISO 13856-3 oder für Schaltstangen in der DIN EN ISO 13856-2.

Wird eine Not-Halt-Einrichtung betätigt, müssen alle gefahrbringenden Bewegungen sofort und ohne eine Umsteuerung der Walzen-Drehbewegung stillgesetzt werden. Der Nachlauf der Walzen-Drehbewegung sollte auch ohne Last möglichst klein sein. Im Anschluss an die Betätigung einer Not-Halt-Einrichtung muss es möglich sein, über die Befehlseinrichtungen in Tippschaltung befreiende Schalthandlungen zu steuern, wie „Oberwalze auffahren“ oder „Klapplager zurückfahren“.



**Abb. 39**  
Beispiel  
Drei-Walzen-  
Biegemaschine



**Abb. 40** Beispielschritte zur Erstellung eines Zylinders mit einer  
4-Walzen-Rundbiegemaschine

Um das Zuführen von Blechtafeln zu vereinfachen, sollte die Zuführseite der Walzen-Rundbiegemaschine mit einer Rollenbahn ausgestattet sein, wobei die Rollen frei drehbar oder auch motorisch angetrieben sein können. Die Rollenbahn muss die Anforderungen der DIN EN 619 einhalten, um Gefährdungen für Bedienpersonen zu minimieren.



**Abb. 41** Beispiel einer Drei-Walzen-Biegemaschine mit Rollenbahn auf der Zuführseite, zentraler Hochhalteeinrichtung und abgesenkter seitlicher Stütze

Um die Gefährdung des seitlichen Abknickens eines instabilen Biegeteils, zum Beispiel wegen eines großen Biegeradius, aber kleiner Blechdicke, während des Biegevorgangs zu vermeiden, sollte das Zubehörteil „seitliche Stütze“ vorhanden sein und genutzt werden. Um die Gefahr des Einknickens eines Biegeteils infolge des Eigengewichts zu verhindern, ist die Nutzung des Zubehörteils „Hochhalteeinrichtung“ zu empfehlen (vgl. Abbildung 41).

Zur Entnahme des Biegeteils ist die Unterwalze abzusenken und mit der Tippschaltung das Klapplager zu öffnen und die Oberwalze anzuheben. Danach kann das Biegeteil aus der Maschine entnommen werden. Bei größeren oder schweren Biegeteilen wird das nur mit der Unterstützung durch einen Kran möglich sein. Werden regelmäßig schwere Biegeteile auf der Walzenrundbiegemaschine gebogen, sollte die Maschine mit dem Zubehörteil „Ausschieber“ ausgestattet sein.

Wird die Walzen-Rundbiegemaschine von einem fahrbarem Bedienpult aus gesteuert, muss sichergestellt werden, dass die Bedienperson das Bedienpult nur dann bedienen kann, wenn es sich nicht in an der Rundbiegemaschinen vorhandenen Gefahrenbereichen befindet.

Walzen-Rundbiegemaschinen, die über eine Steuerung automatisch nach dem Betätigen einer Starteinrichtung das Biegeteil erzeugen, müssen mit einem allseitigen Zugangsschutz ausgestattet sein, zum Beispiel mit Lichtschranken.

## 7.2 Schwenkbiegen

Beim Schwenkbiegen wird das Blech zwischen die Oberwange und die Unterwange gespannt. Anschließend wird das hervorstehende Blechteil mit einer drehenden Bewegung der Biegewange gebogen. Dieses Fertigungsverfahren wird von Schwenkbiegemaschinen und Langabkantmaschinen verwendet.

Bei der Schwenkbiegemaschine (Abbildung 42) sind die Oberwange (auch als Spannwanne bezeichnet), die Unterwange und die Biegewange nur an den beiden seitlichen Ständern befestigt und haben meist einen Auflagetisch an der rückwärtigen Seite der Maschine. In den seitlichen Ständern ist die gesamte Antriebsmechanik geschützt eingebaut. Damit während eines Biegevorgangs zwischen den seitlichen Ständern und der Biegewange Quetsch- und Scherstellen vermieden werden, sind am Maschinenständer Abweisbleche anzubringen, die den gesamten Schwenkradius der Biegewange abdecken.

Langabkantmaschinen (Abbildung 43) sind typischerweise in C-Ständerbauweise mit mehreren Ständern im Abstand von etwa einem Meter gebaut. Da die C-Ständer nur nach vorne geöffnet sind, weisen Langabkantmaschinen nur eine begrenzte Tiefe für den Auflagetisch zur Aufnahme von Blechtafeln auf. Die in jedem C-Ständer verbauten Antriebselemente und Scherengelenke sind abzusichern, dass Quetsch- und Scherstellen vermieden werden. Zudem besitzen die meisten Langabkantmaschinen eine kraftbetätigte Schneideinrichtung, mit der ein eingespanntes Blech auf das gewünschte Abmaß geschnitten werden kann.



Abb. 42 Beispiel Schwenkbiegemaschine



Abb. 43: Beispiel Langabkantmaschine mit roter Not-Halt-Schaltstange

### **Not-Halt-Einrichtungen**

Sowohl Schwenkbiegemaschinen als auch Langabkantmaschinen benötigen leicht erreichbare Not-Halt-Einrichtungen, mit denen gefahrbringende Bewegungen stillgesetzt werden können. Bis zu einer Maschinenbreite von 2,50 m kann es ausreichend sein, neben den Bedienelementen in Form von mindestens einem 2-pedaligen Sicherheitsfußschalter zum Starten und Stoppen der Maschinenbewegungen (Tabelle 1) eine weitere, am Maschinengehäuse angebrachte, leicht erreichbare Not-Halt-Einrichtung zu haben.

Bei Langabkantmaschinen hat sich die Schaltstange (gemäß DIN EN ISO 13856-2) als eine über die gesamte Maschinenbreite im Fußbereich angebrachte und leicht mit dem Fuß zu bestätigende Not-Halt-Einrichtung bewährt. Die Betätigung der Schaltstange muss die gleiche Wirkung haben, wie die Betätigung des Fußpedals „Pedal ganz durchgedrückt“ oder „Stellung 2“ in Tabelle 1.

**Tabelle 1** Schutzmaßnahme Zwischenstopp:  
Beispiel Betriebsweise mit 2-pedaligem Fußschalter

Linkes Pedal (Oberwange)	Stellung	Rechtes Pedal (Biegewange)
Aus, Oberwange steht in Ausgangsstellung	Stellung 0, Pedal unbetätigt	Aus, Biegewange steht in Ausgangsstellung (Ruheposition)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schließen der Oberwange in Tippschaltung,<sup>1</sup></li> <li>Selbsttätiger Halt der Oberwange am Zwischenstopp bei 15 mm oberhalb der maximal zulässigen Blechdicke.</li> <li>Nach Loslassen und erneutem Betätigen schließt Oberwange im Tippbetrieb mit max. 10 mm/s.<sup>2</sup></li> </ul>	Stellung 1, Pedal gegen Druckpunkt	Biegewangenzyklus: Start, wenn Spannposition erreicht
Oberwange fährt für die Dauer der Betätigung mit max. Geschwindigkeit auf.	Stellung 2, Pedal ganz durchgedrückt	Oberwange <u>nicht</u> in Spannposition: Oberwange fährt mit maximaler Geschwindigkeit auf eine Öffnungshöhe von mindestens 80 mm.  Oberwange in Spannposition: Biegewange Stopp, Oberwange Stopp.

<sup>1</sup> Bei Loslassen des Pedals, bevor der Zwischenstopp erreicht ist, bleibt die Oberwange in der aktuellen Position stehen.

<sup>2</sup> Bei Loslassen des Pedals bleibt die Oberwange in der aktuellen Position stehen.

## 7.2.1 Spannvorgang

Das Unfallgeschehen bei Arbeiten an Schwenkbiegemaschinen oder Langabkantmaschinen zeigt, dass der Spannvorgang die wesentliche Gefährdung für die Bedienperson darstellt. Damit es beim Spannvorgang und gleichzeitigem Halten eines Blechteils mit den Fingern zu keiner Gefährdung der Bedienperson kommt, wird die Schutzmaßnahme „Zwischenstopp bei 15 mm“ verwendet. Diese Schutzmaßnahme dient dazu, dass eine Bedienperson vor dem endgültigen Spannen ihre Finger aus dem Gefahrenbereich zwischen sich schließender Oberwange und Unterwange entfernen kann.

Die Schließbewegung der Oberwange zum Spannen des eingelegten Blechteils muss automatisch bei 15 mm oberhalb der maximal zulässigen Blechdicke der Maschine stoppen. Erst nach Loslassen und erneuter Betätigung des Fußschalters (linkes Pedal gemäß Tabelle1) darf die Oberwange mit einer maximalen Schließgeschwindigkeit von 10 mm/s in die gewünschte Spannposition fahren. Bei Maschinen mit Exzenterantrieb kann notfalls auch die durchschnittliche Schließgeschwindigkeit ab dem Zwischenstopp angesetzt werden.

Auf die Schutzmaßnahme „Zwischenstopp bei 15 mm“ für den Spannvorgang kann verzichtet werden, wenn oberhalb der Unterwange bei etwa 15 mm ein Laserstrahl oder unterhalb der Oberwange eine mitfahrbare Absicherung mit Laserstrahl vorhanden ist. Sobald der Laserstrahl beim Spannvorgang unterbrochen wird, muss die Schließbewegung der Oberwange stoppen. Bei dieser Schutzmaßnahme „Absicherung durch Laserstrahlen“ sind nicht nur die Finger der Bedienpersonen, sondern alle Körperteile geschützt, mit denen der Laserstrahl unterbrochen werden kann. Diese Schutzmaßnahme „Absicherung durch Laserstrahlen“ kann beim Spannen von unebenen oder gewelltem Blech Probleme bereiten, da die heutigen Laserstrahlen nicht zwischen Menschen oder Material unterscheiden können.

### 7.2.2 Mehrpersonenbedienung

Bei Mehrpersonenbedienung an der Schwenkbiegemaschine oder Langabkantmaschine ist für jede zusätzliche Biegehilfskraft je ein Fußschalter als Zustimmschalter notwendig. Die Anzahl der erforderlichen Zustimmschalter ist unter anderem von der Arbeitslänge der Maschine abhängig. Es ist zum Beispiel sinnvoll, ab einer Arbeitslänge von 8 m zwei Zustimmschalter (Bedienperson plus zwei Biegehilfskräfte) vorzusehen. Damit ist dann auch ein Wahlschalter mit der Stellung Dreipersonenbedienung zusätzlich zu der üblichen Zweipersonenbedienung und Einpersonenbedienung notwendig.

Es ist ausreichend, wenn je Biegehilfskraft ein 1-pedaliger Fußschalter mit den drei Schaltstellungen:

0 – Aus: unbetätigt

1 – Zustimmung: betätigt in Mittelstellung

2 – Stopp: betätigt in unterster Position (Not-Halt)

analog zu Abbildung 37 bereitgestellt wird. Unabhängig davon, auf welcher Stellung der Wahlschalter für die Anzahl der Bedienpersonen steht, sollten die für die Biegehilfskräfte gedachten Fußschalter als Stopp-Schalter (Stellung 2 – Stopp – betätigt in unterster Position (Not-Halt)) wirksam bleiben oder alternativ bei der Wahlschalterstellung auf Einpersonenbedienung die abgeschalteten Fußschalter einer Nutzung entzogen werden.

Falls die Maschine für Mehrpersonenbedienung ausgelegt ist, muss der Maschinenherstellbetrieb am Bedienpult die entsprechenden Wahlschalter mit Auswahl von Einpersonenbedienung, Zweipersonenbedienung und bei Bedarf der Bedienung durch weitere Personen bereitstellen. Für den Wechsel von Einpersonenbedienung auf Mehrpersonenbedienung und umgekehrt muss ein in jeder Stellung abschließbarer Wahlschalter vorhanden sein. Der abschließbare Wahlschalter kann auch durch eine sichere und zuverlässige Softwarelösung ersetzt werden.

Bei Mehrpersonenbedienung darf die gefahrbringende Bewegung, besonders das Schließen der Oberwange oder das Verfahren der Schneideinrichtung, erst inganggesetzt werden, wenn die Befehlseinrichtungen gleichzeitig betätigt werden. Bei Freigabe einer der Stellteile muss der jeweilige Steuerbefehl aufgehoben werden.

### 7.2.3 Schneideinrichtung (Langabkantmaschinen)

Das Ingangsetzen der Schneideinrichtung darf erst möglich sein, wenn die Oberwange in der untersten Stellung (Spannposition) ist und sich alle Biegewangen in Ausgangsstellung oder Ruheposition befinden.

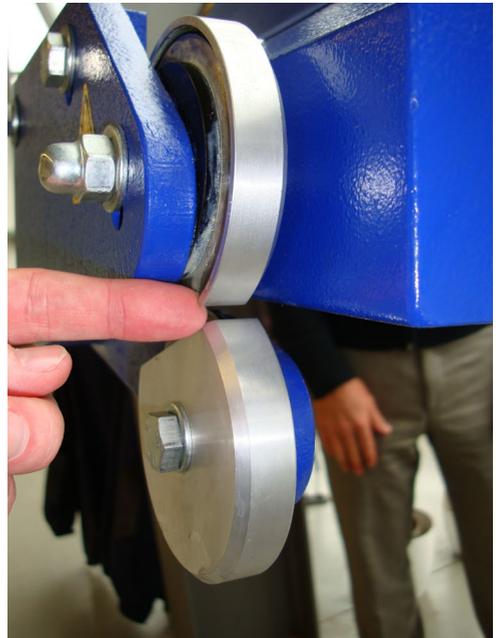
Die Bewegung der Schneideinrichtung kann einerseits im Tippbetrieb oder andererseits über Startauslösung in Verbindung mit nichttrennenden Schutzeinrichtungen erfolgen (z. B. Laserstrahlen und Ausschaltbügel).

Beim Tippbetrieb muss während der gesamten Dauer der Vorwärts-/Rückwärtsbewegung der Schneideinrichtung die Bedienperson den Starttaster und die Biegehilfskräfte müssen ihre Zustimmungsschalter betätigen. Wird der Starttaster oder ein Zustimmungsschalter losgelassen, muss die Schneideinrichtung nach geringem Nachlaufweg stehen bleiben.

Unter geringem Nachlaufweg der Schneideinrichtung wird eine maximale Nachlaufwegstrecke von 60 mm im Leerlauf verstanden, das heißt ohne Material. Dieser Wert ist auch nach Alterungserscheinungen einzuhalten, so dass bei neuen Maschinen der Nachlaufweg bereits geringer sein muss. Größere Nachlaufwege als 60 mm sind nicht akzeptabel und bedingen eine Reduzierung der maximalen Schneidgeschwindigkeit.

Bei der Startauslösung in Verbindung mit nicht trennenden Schutzeinrichtungen soll der Nachlaufweg nach DIN EN ISO 13855 so klein sein, dass ein Körperteil zwischen der Schneideinrichtung und dem Werkstück oder feststehenden Teilen der Umgebung nicht verletzt werden kann.

Die Einlaufstellen der Rollenmesser müssen in geeigneter Weise gegen Hineingreifen gesichert sein (Abbildung 44). Die Öffnungsweite der Schneideinrichtung ist auf ein Maximalmaß von sechs Millimeter bei einem minimalen Sicherheitsabstand von 10 mm zur Schneide zu begrenzen, um Verletzungen an der Fingerspitze zu verhindern (vgl. Tabelle 4 der DIN EN ISO 13857).



**Abb. 44**  
Beispiel einer fingersicheren  
Schneideinrichtung

### 7.2.4 Automatische Maschinen

Alle Maschinen, die automatisch eine Biegefolge abarbeiten können, müssen mit einem allseitigen Zugangsschutz ausgerüstet sein und sollten nur von einer Seite aus bedient werden können.

Als Zugangsschutz für die Bedienseite wird ein ausreichender Mindestabstand in Kombination mit nicht trennenden Schutzeinrichtungen, bestehend aus mindestens einer Lichtschranke mit drei Einzelstrahlen gemäß Tabelle E.1 der DIN EN ISO 13855 angesehen.

Infolge der Einsehbarkeit des Arbeitsraums vor der Maschine ist ein Quittiertaster (Hand- oder Fußausführung) ausreichend, um die Aktivierung der nicht trennenden Schutzeinrichtung vorzunehmen, wenn keine Personen im Arbeitsraum sind. Der Quittiertaster muss außerhalb des Arbeitsraums angeordnet sein und darf von innerhalb des Arbeitsraums nicht erreichbar sein. Falls der Quittiertaster von innerhalb des Arbeitsraums erreichbar ist, muss ein Hintertretschutz in Form von horizontal verbauten Lichtvorhängen oder vergleichbaren technischen Schutzmaßnahmen verwendet werden. Zudem muss die funktionale Steuerung ein Hängenbleiben des Quittiertasters erkennen, zum Beispiel über eine Flankenauswertung.

Die übrigen Maschinenseiten sind mit einem geeigneten Zugangsschutz zu versehen, der aus feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 13857 oder aus nicht trennenden Schutzeinrichtungen mit mindestens gleichwertigen Sicherheitsniveau besteht.

Das Ingangsetzen oder Starten der Biegefolge darf erst nach aktiviertem Zugangsschutz für die Bedienseite möglich sein.

Bei Maschinen, deren Arbeitslänge größer als vier Meter ist, empfiehlt es sich, einen Hintertretschutz in Form von horizontal verbauten Lichtvorhängen oder vergleichbaren technischen Schutzmaßnahmen einzubauen. Auf diese Weise wird die Bedienperson der Maschine entlastet und muss nicht ständig prüfen, ob ihre Biegehilfskräfte den Schutzbereich verlassen haben, bevor sie den Biegeprozess startet. Zugleich wird auch verhindert, dass durch aufkommende Routine infolge von tagtäglich gleicher Arbeitsweise eine Unachtsamkeit zu einem Unfall führen könnte.

## 7.3 Gesenkbiegen

Das Gesenkbiegen von Blechen erfolgt mit speziellen Pressen, die meist mit hydraulischen, seltener mit servo-elektrischen Hauptantrieben ausgestattet sind. Sehr selten sind in der betrieblichen Praxis noch „Veteranen“ mit Schwungradantrieb anzutreffen.

Hydraulische Gesenkbiegepressen für den europäischen Markt werden heute nach der DIN EN 12622 gebaut; in der Vor-CE-Ära mussten in Deutschland in Verkehr gebrachte Gesenkbiegepressen der VBG 7n5.1 (Schwungradantrieb) oder der VBG 7n5.2 (Hydraulikantrieb) in Verbindung mit der ZH 1/387 entsprechen.

Die Hauptgefährdungen beim Arbeiten an Gesenkbiegepressen sind:

- Mechanische Gefährdungen durch die Pressbalken-Abwärtsbewegungen und auch durch die Aufwärtsbewegung
- Bestehendes Verletzungsrisiko durch Werkstückbewegungen bei handbeschickten Gesenkbiegepressen wegen erforderlichen Haltens/Führens der Werkstücke während des Biegevorgangs (erforderliches sachgerechtes Halten des Werkstücks, bei Bedarf Anwendung von Einrichtungen zum Führen des Werkstücks, z. B. Biegehilfen)
- Bestehendes Verletzungsrisiko durch automatisch fahrende Hinteranschläge bei handbeschickten CNC-Gesenkbiegepressen (bei CNC-Gesenkbiegepressen mit CE-Kennzeichnung „Einbremsen“ der Hinteranschlagbewegungen beim Anfahren der Sollposition, Ausrüstung mit speziellen Hinteranschlägen)
- Bestehendes Risiko der Überlastung der Oberwerkzeugklemmung (Werkzeuge strikt nach Angaben des Pressen-Herstellbetriebs verwenden, Belastbarkeit der Oberwerkzeugklemmung beachten!)

An handbeschickten Gesenkbiegepressen sind aufgrund meist gegebener funktionaler (Un-) Sicherheit beziehungsweise der beim Bau am Markt verfügbaren Sicherheitssysteme nachstehende Schutzmaßnahmen für die Bedienpersonen normalerweise gebräuchlich oder angesagt.

### 7.3.1 Bau noch nach UVV, Baujahr vor dem Jahr 1987 – ohne „CE“

- Tippschalter (ein – an Altmaschinen normalerweise zweistufiger – Fußschalter pro Bedienperson) und langsame Zustell- und Biegeschwindigkeit  $\leq 10$  mm/s.

### 7.3.2 Bau noch nach UVV, Baujahr 1987 und neuer – ohne „CE“

Zu den Möglichkeiten aus Abschnitt 7.3.1 kommen hinzu:

- vertikale Lichtvorhänge/berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen
- horizontale Lichtvorhänge/distanzierende berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen
- Kombinationsschaltungen in der Variante Lichtvorhang-Fuß (ein Fußschalter pro Bedienperson)
- Zweihandschaltungen (eine pro Bedienperson)
- Kombinationsschaltungen in der Variante Zweihand-Fuß (eine pro Bedienperson)

**Das Arbeiten in der Betriebsart „Fuß – schnell ab“ (die Fußauslösung schneller, langhubiger Bewegungen ohne berührungslos wirksame Schutzeinrichtungen (BWS)) ist ÄUSSERST UNFALLTRÄCHTIG.**

### 7.3.3 Bau nach DIN EN-Normen – mit „CE“

- mitfahrende berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (zum Beispiel kamerabasierte Systeme) plus ein dreistufigen Fußschalter pro Bedienperson
- automatisch wechselnde Schutzmaßnahmen („Lichtvorhang – Fuß – Kombinationsschaltungen“ in der Variante „ungefährliche Schließgeschwindigkeit“ mit dreistufigem Fußschalter, einer pro Bedienperson)
- Tippschalter (ein dreistufiger Fußschalter pro Bedienperson) und langsame Zustell- und Biegeschwindigkeit  $\leq 10$  mm/s.

## 7.4 Blechbearbeitung auf „Produktionspressen“ (mechanische/hydraulische Pressen)

Unter „mechanischen Pressen“ werden in den Sicherheitsvorschriften für Pressen der Metallbearbeitung Exzenter- und verwandte Pressen (zum Beispiel Kurbel-, Kurbelzieh-, Kniehebelpräge-, Kniehebelziehpressen) und Spindelpressen zusammengefasst. In der Variante als mechanische Servopressen (das heißt mit elektrischem Servoantrieb als Hauptantrieb) gibt es normalerweise keine Schaltkupplung und kein Schwungrad.

Hydraulische Pressen sind Pressmaschinen, die nach dem hydrostatischen Prinzip arbeiten.

Beim Bau mechanischer/hydraulischer Pressen der Metall-Kaltbearbeitung für den europäischen Markt werden heute die DIN EN ISO 16092-1 in Verbindung mit DIN EN ISO 16092-2 und DIN EN ISO 16092-3 angewendet, in der Vor-CE-Ära wurden Exzenter- und verwandte/hydraulische Pressen der Metall-Kaltbearbeitung für den deutschen Markt nach den Unfallverhütungsvorschriften VBG 7n5.1 und VBG 7n5.2 und „ZH1-Schriften“ gebaut.

Die Hauptgefährdungen beim Arbeiten an mechanischen/hydraulischen Pressen sind:

- mechanische Gefährdungen durch die Stößel-Abwärts- und auch durch die Aufwärtsbewegung;  
    ⇨ Bestehendes Unfallrisiko (Lebensgefahr!) an größeren Pressen, bei denen mit BWS gesteuert wird (nicht mehr zulässig)
- gegebenenfalls mechanische Gefährdungen durch Nebenbewegungen;
- gegebenenfalls mechanische Gefährdungen im Pressenumfeld, zum Beispiel an Einzelmaschinen von Bandanlagen;
- zusätzliche mechanische Gefährdungen je nach Einsatzgebiet, z. B. Splittergefahr.

#### 7.4.1 Spezielle Gefährdungen bei Exzenter- und verwandten Pressen

- bestehendes Bruchrisiko der Exzenterwelle im Bereich des Exzenters von Exzenterpressen mit freiliegendem Exzenter (erforderlicher Fangbügel)
- bestehendes Risiko durch Auslaufen des Schwungrads konventioneller Excenter- und verwandter Pressen (erforderliche Verkleidung der Antriebsriemen-Auflaufstelle)

#### 7.4.2 Spezielle Gefährdungen bei Reibspindelpressen:

- bestehendes Bruchrisiko des Spindelkopfs von Reibspindelpressen (erforderlicher Fangkorb, notwendige Stößel-Fangeinrichtung)

#### 7.4.3 Spezielle Gefährdungen bei hydraulischen Pressen:

- bestehendes Absinkrisiko des Stößels infolge Eigengewichts bei abgeschalteter Steuerung (erforderliches Sichern des Stößels bei Arbeiten am eingebauten Werkzeug; im Fall von Einarbeitungs-/Tuschierpressen Notwendigkeit wirksamer, selbsttätig wirkender Stößelverriegelungen über den gesamten Hub)
- unter Umständen bestehendes Stößelrückfall-Risiko bei Druckausfall während des Hochlaufs (erforderliche steuerungstechnische Maßnahmen, Wirksamkeitskontrolle durch Druckausfalltest im Rahmen der wiederkehrenden Prüfungen)

#### 7.4.4 Praxisübliche Schutzmaßnahmen

Wegen oft bestehender funktionaler Gegebenheiten und der seinerzeit am Markt verfügbaren Sicherheitssysteme für die Bedienperson sind nachstehende Bedienperson-Schutzmaßnahmen praxisüblich und zulässig.

### 7.4.4.1 *Bau noch nach UVV, Baujahr < 1975 (Exzenter- und verwandte Pressen) oder Baujahr < 1987 (hydraulische Pressen) – ohne „CE“*

- sichere Werkzeuge
- feststehende trennende Schutzeinrichtungen/ feste Abschirmungen
- „Schutzschirme“ (bewegliche Abschirmungen)
- hydraulische Pressen: Tippschalter (einer pro Bedienperson) und langsame Schließgeschwindigkeit  $\leq 10$  mm/s

### 7.4.4.2 *Bau noch nach UVV, Baujahr $\geq 1975$ (Exzenter- und verwandte Pressen) oder Baujahr $\geq 1987$ (hydraulische Pressen) – ohne „CE“*

Alternativ zu den Schutzmaßnahmen nach Kapitel 7.4.4.1 folgende:

- verriegelte trennende Schutzeinrichtungen/bewegliche Verdeckungen (ohne die Funktionsweise bzw. ohne alle Überwachungen eines Schutzschirms/einer beweglichen Abschirmung)
- Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen als aktive opto-elektronische Schutzeinrichtungen/Lichtvorhänge, an größeren Pressen in Verbindung mit einer Steuereinrichtung pro Bedienperson
- Zweiseitige Schaltungen (eine pro Bedienperson)

### 7.4.4.3 *Bau nach DIN EN-Normen – mit „CE“*

Besonderheiten gegenüber den Schutzmaßnahmen nach Abschnitten 7.4.4.1 und 7.4.4.2:

- Zweiseitige Schaltungen nur an hydraulischen Pressen, Baujahre älter als November 2011 und mechanischen Pressen, Baujahre älter als September 2021
- „Schutzschirme“ (bewegliche Abschirmungen) sind in der Normenreihe DIN EN ISO 16092 nicht erwähnt.

# 8 Vermeidung von Schnittverletzungen

Um die Gefahren von Schnittverletzungen nach dem Trennen eines Blechs zu verringern, sollte eine entstehende scharfe Kante mit gratfreien Trennverfahren oder durch den zusätzlichen Arbeitsschritt „Entgraten“ entfernt werden.

Wenn die vorrangigen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichen, um Schnittverletzungen sicher zu verhindern, sollten geeignete Schutzhandschuhe getragen werden.

## 8.1 Entgraten

Zum Entgraten können Handwerkszeuge benutzt werden, die in einem Arbeitsgang beidseitig entgraten (Abbildung 45). Durch ein gabelförmiges Werkzeug und einen Handgriff mit Schnittschutz wird das Werkzeug sicher auf der Blechkante geführt und Verletzungsgefahren werden verringert.

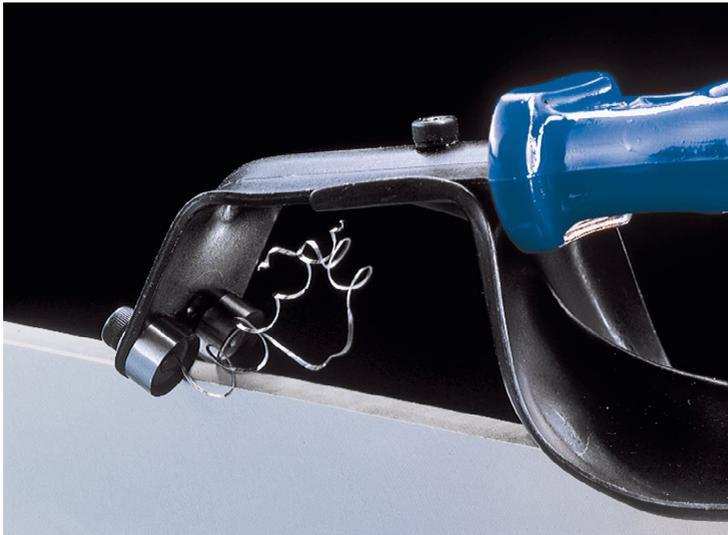


Abb. 45 Blechentgrater mit zwei Schneidscheiben



**Abb. 46** Entgratmaschine mit rotierenden Bürsten zur Entfernung von scharfen Kanten an Außen- und Innenkonturen

Für handliche Blechteile könnten auch stationäre Bandschleifmaschinen zum Entgraten genutzt werden.

Entgratarbeiten lassen sich auch mit Entgratmaschinen (Abbildung 46) durchführen. In einem Schutzgehäuse, das nur die für die Bearbeitung nötige Öffnung enthält, befinden sich Drahtbürsten, die beide Blechkanten (Innen- und Außenkonturen gleichzeitig entgraten).

## 8.2 Schutzhandschuhe

Welcher Schutzhandschuh oder zusätzlich nutzbarer Unterarmschutz als geeignet zu betrachten ist, hängt von den Gefährdungen am Arbeitsplatz ab und muss vom Unternehmer oder von der Unternehmerin bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung für die im Unternehmen anfallenden Tätigkeiten ermittelt werden (§ 5 ArbSchG). Schon innerhalb einer Gefährdungsart, zum Beispiel „mechanische Gefährdungen“, können sich die Anforderungen an den richtigen Schutzhandschuh, der mechanische Verletzungen durch Perforation oder Schnitt verhindert, extrem unterscheiden. Die Leitlinien zur PSA-Verordnung aus dem Jahr 2018 verstehen unter „Perforation“ den Kontakt mit spitzen Gegenständen und unter „Schnitt“ den Kontakt mit scharfen oder gezahnten Kanten.

Da Schutzhandschuhe zu den Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) zählen, müssen sie die Anforderungen der PSA-Verordnung (EU) 2016/425 erfüllen, die seit dem 21. April 2018 verbindlich zu verwenden ist und die bisherige PSA-Richtlinie 89/686/EWG aufgehoben hat. Die PSA-Verordnung kennt die drei Kategorien minimale, mittlere und hohe Risiken.

Schutzhandschuhe, die bei der Blechbe- und -verarbeitung und beim Transport von Blechen getragen werden, müssen den Anforderungen der Kategorie II – „mittlere Risiken“ entsprechen und von einer notifizierten Prüfstelle baumustergeprüft sein. Die Prüfkriterien sind in der DIN EN 388 für die mechanischen Gefährdungen (Abbildung 47) und in DIN EN 407 für die thermischen Gefährdungen (Abbildung 48) angeführt. Zudem müssen diese Schutzhandschuhe mindestens mit dem CE-Zeichen, der Typbezeichnung, den Piktogrammen, der Größenangabe und den Leistungsstufen gekennzeichnet sein.

## Vermeidung von Schnittverletzungen

Die nach den Prüfungskriterien ermittelten Leistungsstufen gemäß Norm EN 388:2016 EN ISO 13997:1999 sind unter dem Piktogramm als Ziffer angegeben.

EN 388



Prüfungskriterien	Leistungsstufen*	3	X	4	3	E	P
Abriebfestigkeit	0-4	3	X	4	3	E	P
Schnittfestigkeit (Coupe-Test)	0-5	3	X	4	3	E	P
Weiterreißfestigkeit	0-4	3	X	4	3	E	P
Durchstichfestigkeit	0-4	3	X	4	3	E	P
Schnittfestigkeit (TDM-Test)	A-F	3	X	4	3	E	P
Schutz vor Stoß (optional)	P	3	X	4	3	E	P

\* Das Schutzniveau steigt mit den Leistungsstufen von 0 bis 5 bzw. von A bis F. „X“ anstelle einer Zahl bedeutet, dass der Schutzhandschuh nicht für die Verwendung vorgesehen ist oder nicht getestet wurde.

**Abb. 47** Auswahl von Handschuhen für mechanische Gefährdungen, gekennzeichnet mit dem Piktogramm „Hammer“

EN 407



Prüfungskriterien	Leistungsstufen*	3	2	1	X	X	X
Brennverhalten	0-4	3	2	1	X	X	X
Kontaktwärme	0-4	3	2	1	X	X	X
Konvektive Hitze	0-4	3	2	1	X	X	X
Strahlungswärme	0-4	3	2	1	X	X	X
Kleine Spritzer geschmolzenen Metalls	0-4	3	2	1	X	X	X
Große Mengen flüssigen Metalls	0-4	3	2	1	X	X	X

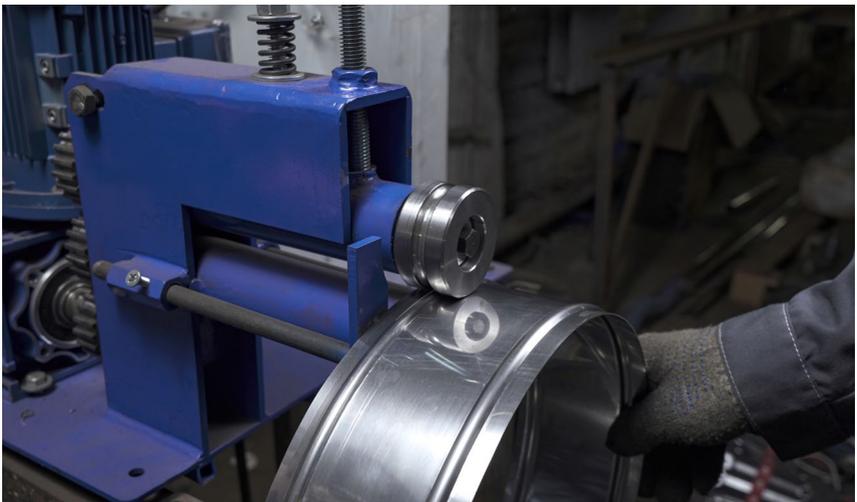
\* Das Schutzniveau steigt mit den Leistungsstufen von 0 bis 4. „X“ anstelle einer Zahl bedeutet, dass der Schutzhandschuh nicht für die Verwendung vorgesehen ist oder nicht getestet wurde.

**Abb. 48** Auswahl von Handschuhen für Thermische Gefährdungen, gekennzeichnet mit dem Piktogramm „Flamme“

Unternehmerinnen und Unternehmer müssen die geeigneten Schutzhandschuhe bereitstellen und die Benutzer und Benutzerinnen unterweisen, besonders zu Ausführung, Einsatzmöglichkeiten, Tragedauer und Pflege der Schutzhandschuhe, aber auch zur Hautpflege der Hände. Zu berücksichtigen ist auch die Wiederverwendung nach erfolgter Reinigung. Dazu müssen auch die Informationen des Herstellbetriebs beachtet werden.

Es empfiehlt sich, ausgegebene Handschuhe mit dem Namen des oder der Beschäftigten zu versehen, damit immer der Schutzhandschuh mit der richtigen Größenangabe und Passgenauigkeit zur Anwendung kommt.

Da von Schutzhandschuhen auch Gefährdungen ausgehen können, besonders, wenn die Gefahr besteht, von rotierenden Maschinenteilen erfasst zu werden, zum Beispiel an offenen Bohr-, Fräs- oder Drehmaschinen, ist das Tragen von Schutzhandschuhen an diesen Maschinen verboten.



**Abb. 49** Beispiel Sicken an einem Blechteil

Um jedoch der Gefahr von Schnittverletzungen beim Tragen oder Halten von Blechen zu minimieren, wie etwa an Sickenmaschinen (Abbildung 49), Tafelscheren, beim Schwenkbiegen oder Walzenbiegen, sind einige Betriebe dazu übergegangen, Schutzhandschuhe „ohne Finger“, „mit gekürzten Fingern“ (Abbildung 50), „5-Fingerhandschuhe mit guter Passform“ oder „Unterarmschoner“ zu verwenden. Dabei ist es sehr wichtig, die für die jeweilige Handgröße passenden Schutzhandschuhe zu tragen, da zu große Schutzhandschuhe trotz guter Passform ein hohes Risiko für das Erfasstwerden darstellen.



Abb. 50 Enganliegende Schutzhandschuhe mit gekürzten Fingern

## 9 Lärm in der Blechbearbeitung

Ergebnisse von Geräuschmessungen in Metallbaubetrieben zeigen (Tabelle 2), dass Lärm besonders von Arbeiten mit dem Handhammer, vom Schleifen mit Winkelschleifmaschinen und vom Trennen von Blechen auf Tafelscheren, Stanz- und Nibbelmaschinen ausgeht.

**Tabelle 2** Beispiele Schallpegel bei der Blechbearbeitung

Typische Schallpegel bei der Blechbearbeitung	
Schallquelle	$L_{ex}$ in dB(A)
Tafelscheren bis 3 mm	83
Tafelscheren bis 8 mm	86
Tafelscheren > 8 mm	90
CNC-Stanz- und Nibbelmaschinen	90
Exzenterpressen, Pressen	90
Hydraulische Pressen	83
Gesenkbiegemaschinen (Abkantpressen)	83
Biegemaschinen	83
Richten, Hämmern, Schmirgeln (Stahlbau)	100
Richten, Schmirgeln (Spenglerei)	90
Wasserstrahlschneidmaschinen	86
Brennschneidanlagen	90
Plasma-Schneidmaschinen	95
Bandspaltmaschinen	90
Bandschleifmaschinen	90
Punktschweißmaschinen	83

Typische Schallpegel bei der Blechbearbeitung	
Schallquelle	$L_{ex}$ in dB(A)
Schweißplätze mit pneumatischen oder elektrischen Handwerkzeugen	95
Schweißplätze ohne pneumatische Handwerkzeuge	86
Poliermaschinen	86
Trennschleifer für Rohre (von Hand)	116
Trennschleifmaschinen	100

Anmerkung: Lärmexpositionspegel: Für eine Tätigkeit, auf ein Arbeitsjahr (2000 Arbeitsstunden) bezogene Gehörbelastung  $L_{EX}$  in dB(A) angegebene Tätigkeit.

Quelle: Suva Schallpegeltabelle Maschinen- und Anlagenbau (Nr. 86242),  
Suva Schallpegeltabelle Stahl- und Metallbau (Nr. 86238)

Nach dem Stand der Technik sind entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung Schutzmaßnahmen gegen Lärmeinwirkungen am Arbeitsplatz festzulegen. Infolge des Minimierungsgebots sind die Gefährdungen nach dem S-T-O-P-Prinzip zu reduzieren und die Reihenfolge der Schutzmaßnahmen muss ausgewählt werden. Erläuterungen zur Ermittlung und Messung des Tages-Lärmexpositionspegels finden Sie in der TRLV Lärm, Teil 2.

**Tabelle 3** Auslösewerte (nach TLRV Lärm)

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

Erreichen oder überschreiten die ermittelten Tages-Lärmexpositionspegel die in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung festgelegten Auslösewerte (Tabelle 3), müssen bestimmte Maßnahmen des Arbeitsschutzes nach Tabelle 4 ausgelöst werden.

„Die Werte des Spitzenschalldruckpegels  $L_{pC,peak}$  sind in der Praxis oft nur bei ganz spezifischen Tätigkeiten kritisch, wie zum Beispiel bei der Blechbearbeitung im Behälterbau. Da diese Spitzenschalldruckpegel meist nicht regelmäßig über den Tag verteilt vorkommen, können sie bei der Gefährdungsbeurteilung versehentlich unberücksichtigt bleiben“. [Zitat aus: DGUV Information 209-023 „Lärm am Arbeitsplatz“ Abschnitt 4.2.1, November 2021].

**Tabelle 4** Übersicht der Maßnahmen, die bei Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte durchgeführt werden müssen.

Geltungsbereich der Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung												
⇐ Unterer Auslösewert					⇒ Oberer Auslösewert							
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	$L_{Ex,8h}$ in dB(A)
135	136				137	138	139	140	141	142	143	$L_{pC,peak}$ in dB(C)
Information der Beschäftigten												
Information und Unterweisung												
Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung												
Gehörschutz												
Bereitstellung von Gehörschutz												
Benutzung von Gehörschutz												
Arbeitsmedizinische Vorsorge												
Angebotsvorsorge					Pflichtvorsorge							
Weitere Maßnahmen												
Lärmbereichskennzeichnung, ggf abgrenzen Lärmminderungsprogramm												
Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik mit dem Ziel, Lärm soweit wie möglich zu verringern												

Bereits die Wahl eines lärmarmen Arbeitsverfahrens als Ersatz für geräuschintensive Arbeitsweisen führen in der Praxis zur Verringerung der Lärmexposition (Tabelle 5). Durch die Substitution der früher gern verwendeten Stahlhämmer, zum Beispiel zum Richten von Blechen und Blechkonstruktionen mit einem gezielten Schlag mit einem Gummi-, Kunststoff- oder rückschlagfreien Hammer konnte der Schallpegel gesenkt werden.

**Tabelle 5** Beispiele für alternative „lärmarme“ Arbeitsverfahren, Auszug aus der TRLV Lärm, Teil 3, Tabelle 1

lärmarmes Arbeitsprinzip	geräuschintensives Arbeitsprinzip
Ablegen	Abwerfen
Bohren	Stanzen
Elektroantrieb	Verbrennungsmotor
Kleben	Nieten
Laserschneiden	Trennen mechanisch
Sägen	Trennschleifen
Taumelnieten	Schlagnieten

Bei Tafelscheren wird der Lärm durch den Schneidvorgang und den herabfallenden Blechabschnitt verursacht. Lärminderung lässt sich durch eine Rutsche schaffen, die mit Entdröhnungsmittel belegt oder aus Verbundblech aufgebaut ist. Noch besser haben sich Rollenbahnen oder Fördereinrichtungen bewährt, die höhenverstellbar hinter der Schere angeordnet sind.

An Stanz- und Nibbelmaschinen können die Werkzeuge so gestaltet werden, dass der Schnittschlag auf einen längeren Weg verteilt wird. Mit einem Schräg- oder Stufenschliff kann die Schallentstehung deutlich verringert werden; die Standzeit der Werkzeuge erhöht sich und die Maschinen werden geringer beansprucht.

Häufig wird in Betrieben versucht, durch Schallschutzschirme, die um Lärmquellen gestellt werden, eine Lärminderung zu erreichen. Messungen haben ergeben, dass die Minderung 5 bis 8 dB(A) betragen kann. Je geringer die Entfernung des Schallschutzschirms von der Schallquelle ist, umso größer ist der Erfolg.

Lärmintensive Bearbeitungsvorgänge können auch in Räume verlagert werden, deren Wände und Decken schallabsorbierend ausgeführt wurden. Sie vermeiden Reflexionen und verringern den störenden Nachhall. Die Wirkung raumakustischer Maßnahmen ist aber begrenzt, da der direkte Schall am Arbeitsplatz nicht beeinflusst wird.

# 10 Gefährdungsermittlung und Unterweisung

Betreiber und Betreiberinnen oder Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber müssen entsprechend den Regelungen der BetrSichV vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen ableiten und umsetzen. Dabei ist der Stand der Technik zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung des Stands der Technik kann die Bekanntmachung zur Betriebssicherheit BekBS 1114 „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“ herangezogen werden.

Die Maßnahmen zum Arbeitsschutz beim Betrieb von Maschinen oder technischen Arbeitsmitteln umfassen neben den technischen Maßnahmen, denen grundsätzlich Vorrang gebührt, auch nichttechnische Maßnahmen. Diese nichttechnischen Maßnahmen betreffen auch das Verhalten der Nutzer und Nutzerinnen. Dazu zählen zum Beispiel:

- Aushängen einer Betriebsanweisung an der Maschine oder am Arbeitsplatz
- Bedienung nur durch unterwiesene, beauftragte Personen
- Überprüfung der Schutzeinrichtungen vor Arbeitsbeginn auf Wirksamkeit
- Unterweisung der Nutzer und Nutzerinnen in regelmäßigen (mindestens jährlichen) Abständen, um sie mit den Gefahren vertraut zu machen

Die Betriebsanweisungen bedürfen der Schriftform und sollten nur für eine Maschine oder ein Arbeitsverfahren erstellt werden und deren spezifische Gefahren und Schutzmaßnahmen ansprechen. Es hat sich bewährt, eine einheitliche farbliche Gestaltung zu verwenden. So sind üblicherweise die Betriebsanweisungen für die Bedienung von Maschinen oder für Arbeitsverfahren „blau“ (Abbildungen 23, 29) für Gefahrstoffe „rot“ und zur Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen „grün“ gestaltet.

Mit konstruktiven Maßnahmen allein lässt sich Sicherheit bei der Blechbearbeitung nur in begrenztem Maße erreichen. Die Unterweisung ist daher von besonderer Bedeutung. Betriebsanweisungen sind die Grundlage für Unterweisungen. Sie sollten nicht nur für die Bearbeitung, sondern auch für die Handhabung, den Transport und die Lagerung von Blechen erstellt werden.

Ziel einer Unterweisung ist es, die Beschäftigten persönlich in den Arbeitsschutz einzubinden und die sicherheits- und gesundheitsgerechten Zustände und Verhaltensweisen zu erhalten oder zu erweitern. Durchgeführte Unterweisungen sollten schriftlich festgehalten werden (Abbildung 51).

**Bestätigung der Unterweisung nach § 4 der Unfallverhütungsvorschrift  
„Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1)**

Unternehmen: \_\_\_\_\_  
(Name und Anschrift des Unternehmens)

Betriebsteil, Arbeitsbereich:  
\_\_\_\_\_

Durchgeführt von: \_\_\_\_\_

Durchgeführt am: \_\_\_\_\_

Unterweisungsinhalte (insbesondere Gefahrquellen, Maßnahmen zur Arbeitssicherheit  
und zum Gesundheitsschutz, Erste Hilfe):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Name und Unterschrift der Teilnehmenden:**

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich an der Unterweisung teilgenommen und  
den Inhalt verstanden habe.

Name, Vorname, Unterschrift

Name, Vorname, Unterschrift

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Bemerkungen

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Abb.51** Beispiel eines Formulars für die Dokumentation einer durchgeführten Unterweisung

# 11 Literaturverzeichnis

## Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

### *Bezugsquelle:*

*Buchhandel und Internet: z. B. [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)*

- 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 Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. ProdSV)
- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OStrV)
- Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (TROS-Laserstrahlung), Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Laserstrahlung“ (Juli 2018)
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Zur Prüfung befähigte Personen“, TRBS 1203 (März 2019)
- Bekanntmachungen zur Betriebssicherheit >Anpassungen an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln< (BekBS 1114), Ausgabe März 2015

## Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

### **Bezugsquelle:**

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger  
oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

### **DGUV Vorschriften**

- DGUV Vorschriften 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“

(Zurückgezogene ehemalige Unfallverhütungsvorschriften

- Unfallverhütungsvorschriften VBG 7n5.1 „Exzenter- und verwandte Pressen“ und VBG 5 „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“
- Unfallverhütungsvorschriften VBG 7n5.2 „Hydraulische Pressen“ und VBG 5 „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“)

### **DGUV Regeln**

- DGUV Regel 100-500 bzw. 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“
- DGUV Regel 109-607 „Branche Metallbau“
- DGUV Regel 112-995 „Benutzung von Schutzhandschuhen“

### **DGUV Informationen**

- DGUV Information 202-037 „Metall – ein Handbuch für Lehrkräfte“
- DGUV Information 203-039 „Handlungshilfe für die Gefährdungsbeurteilung beim Betrieb von offenen Laser-Einrichtungen zur Materialbearbeitung mit Handführung oder Handpositionierung (HLG)“
- DGUV Information 208-018 „Stetigförderer“
- DGUV Information 209-002 „Schleifen“
- DGUV Information 209-011 „Gasschweißen“
- DGUV Information 209-013 „Anschläger“
- DGUV Information 209-023 „Lärm am Arbeitsplatz“

- DGUV Information 209-061 „Gebrauch von Hebebändern und Rundschnitten aus Chemiefasern“
- DGUV Information 209-030 „Pressenprüfung“
- DGUV Information 211-005 „Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes“
- DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen
- DGUV Information 211-041 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung

### **Fachbereich Aktuell (Informationsblätter) des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV**

- Kurzinformation FBHM-011 „Tafelscheren der Metallbearbeitung“
- DGUV-Information FBHM-033 „Schwenkbiegemaschinen und Langabkantmaschinen“
- DGUV-Information FBHM-084 „Nebenbewegungen an Pressen – Sicherheitsgerechte Ausführung von gebrauchten Pressen der Metallbearbeitung“
- Fachbereich AKTUELL FBHM-110 „Handbeschickte Pressen der Metallkaltbearbeitung – Checklisten für die sicherheitstechnische Beurteilung“

### **Europäische Richtlinien und Normen**

#### ***Bezugsquelle:***

*Beuth-Verlag GmbH,*

*Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, [www.beuth.de](http://www.beuth.de)*

- VERORDNUNG (EU) 2016/425 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates (PSA-Verordnung)
- DIN EN 388:2019-03 „Schutzhandschuhe gegen mechanische Risiken“
- DIN EN 407:2020-06 „Schutzhandschuhe und andere Handschutzausrüstung gegen thermische Risiken (Hitze und/oder Feuer)“

- DIN EN 619:2019-06 „Stetigförderer und Systeme – Sicherheits- und EMV-Anforderungen an mechanische Fördereinrichtungen für Stückgut“
- DIN EN 818:2008-12 „Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke – Sicherheit“, Teile 1 bis 7
- DIN EN 60825-1:2015-07 „Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen“
- DIN EN 12622:2014-02 „Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Hydraulische Gesenkbiegepressen“
- DIN EN 13155:2022-03 „Krane – Sicherheit – Lose Lastaufnahmemittel“
- DIN EN 1677:2009-03 „Einzelteile für Anschlagmittel – Sicherheit“, Teile 1 und 2
- DIN EN ISO 13855:2010-10 „Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen“
- DIN EN ISO 13856-2:2013-08 „Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen“
- DIN EN ISO 13856-3:2013-12 „Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 3: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltpuffern, Schaltflächen, Schaltleinen und ähnlichen Einrichtungen“
- DIN EN ISO 13857:2020-04 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“
- DIN EN ISO 16092-1:2019-08 „Werkzeugmaschinen Sicherheit – Pressen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen“
- DIN EN ISO 16092-2:2021-04 „Werkzeugmaschinen Sicherheit – Pressen – Teil 2 – Sicherheitsanforderungen für mechanische Pressen“
- DIN EN ISO 16092-3:2019-08 „Werkzeugmaschinen Sicherheit – Pressen – Teil 3: Sicherheitsanforderungen für hydraulische Pressen“.

## Weitere Praxishilfen der Berufsgenossenschaft Holz und Metall

**Arbeitsschutz Kompakt:** [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 1815

- Arbeitsschutz Kompakt Nr. 010 „Handhebelscheren“
- Arbeitsschutz kompakt Nr. 024 „Arbeiten mit Laserschneid- und -schweißanlagen“
- Arbeitsschutz kompakt Nr. 026 „Brennschneidanlage“
- Arbeitsschutz Kompakt Nr. 058 „Arbeiten an Drei-Walzen-Biegemaschinen“
- Arbeitsschutz Kompakt Nr. 088 „Schutzhandschuhe für Tätigkeiten mit mechanischen/thermischen Gefährdungen“

**Gefährdungsbeurteilungen:** [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 213

- Gefährdungsbeurteilung Handhebelschere
- Gefährdungsbeurteilung Schlagschere
- Gefährdungsbeurteilung Rundschere
- Gefährdungsbeurteilung Kombinierte Schere
- Gefährdungsbeurteilung Nibbelmaschine
- Gefährdungsbeurteilung Schwenkbiegemaschine
- Gefährdungsbeurteilung Tafelschere

**Checklisten:** [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 219

- Checkliste Blechbearbeitung
- Checkliste Unterweisung und Betriebsanweisung

**Unterweisungshilfen:** [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 404, 616  
BG-5.3.10 Unterweisung Lärmbereiche

**Fachthemen:** [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 3779  
Künstliche optische Strahlung

**Schutzhandschuhe:** [www.bghm.de](http://www.bghm.de), Webcode 450

## Weitere Informationen

- DGUV Test: [www.dguv.de](http://www.dguv.de) › Webcode: d12065
- SUVA „Checkliste Tafelschere“: [www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- SUVA Checkliste Rundbiegemaschine: [www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- SUVA Checkliste Handschutz in der Metallbranche SUVA:  
[www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- SUVA Verzeichnis der Schallpegeltabellen :  
<https://www.suva.ch/de-CH/material/Dokumentationen/verzeichnis-der-schallpegeltabellen>
- SUVA Den Gehörschutz richtig tragen: [www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- AUVA-Merkblatt M705 Schutzhandschuhe: [www.auva.at](http://www.auva.at)  
„Schutzhandschuhe“
- BG Bau Baustein Arbeitsmittel B267 „Handbetriebene Scheren und Stanzen“: [www.bgbau.de](http://www.bgbau.de) | BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
- BG Bau Baustein Arbeitsmittel B272 Schwenkbiegemaschinen/Langabkantmaschinen: [www.bgbau.de](http://www.bgbau.de) | BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
- Stahl-Informations-Zentrum im Stahl-Zentrum Merkblatt 114 „Verpackung, Lagerung und Transport von unbeschichtetem und beschichtetem Band und Blech“ Düsseldorf 2010
- Information der BGN zu Gehörschutz: [https://medien.bgn.de/index.php?catalog=UKG\\_gehoerschutz](https://medien.bgn.de/index.php?catalog=UKG_gehoerschutz)

## Bildnachweis

Titel: © simone\_n/stock.adobe.com  
Abb. 1, 3: © RegisG/stock.adobe.com  
Abb. 2: © Hans Schröder Maschinenbau GmbH  
Abb. 4–5, 12: © Dolezych GmbH & Co. KG  
Abb. 6: © Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH  
Abb. 7, 14-16, 23, 26, 28–33, 35, 37–40, 44, 51: © BGHM  
Abb. 8, 10: © Dr. Frank Rothe;  
Abb. 9: © Mulderphoto/stock.adobe.com  
Abb. 11: © Hywema  
Abb. 13: © Yaroslav/stock.adobe.com  
Abb. 17–18: © KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG  
Abb. 19: © Hiko/stock.adobe.com  
Abb. 20: © jovannig/stock.adobe.com  
Abb. 21–22: © NWS  
Abb. 24: © Irina/stock.adobe.com  
Abb. 25: © Ludmila/stock.adobe.com  
Abb. 27: © BG Bau  
Abb. 34: © tiero/stock.adobe.com  
Abb. 36: © Förderbänder Stoll GmbH  
Abb. 41: © Faccin GmbH  
Abb. 42: © Schechtl Maschinenbau GmbH  
Abb. 43: © Biegemaster I Sperr & Lechner GmbH & Co  
Abb. 45: © Hoffmann SE, 2022  
Abb. 46: © Itsanan/stock.adobe.com  
Abb. 47: © DGUV nach DIN EN 388  
Abb. 48: © DGUV nach DIN EN 407  
Abb. 49: © Chris Tefme/ stock.adobe.com  
Abb. 50: © SUVA







**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)

Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)