

Fachbereich AKTUELL

FBHM-089, Entwurf 02/2021

Schmiedepressen/Schmiedehämmer Schutz vor Bewegungen im Werkzeugeinbauraum

Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation

Stand: 05.02.2021

Diese „Fachbereich AKTUELL“ behandelt den Schutz vor Gefahren durch Bewegungen im Werkzeugeinbauraum von gebrauchten Schmiedepressen/Schmiedehämmern. Sie konkretisiert die einschlägigen Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [1].



Bild 1: Vorderansicht einer Schmiedepresse

Diese „Fachbereich AKTUELL“ versteht sich als Lösungssammlung. Sie differenziert nach Bedienseite und anderen Seiten sowie nach Schutz von Einricht- und Bedienpersonen an handbestückten und an automatisch arbeitenden Schmiedepressen/Schmiedehämmern. Bei den Lösungen für handbestückte Schmiedepressen/Schmiedehämmer unterscheidet sie danach, ob ein Halten der Werkzeuge oder ein Ablegen des Hilfsmittels, zum Beispiel einer Zange, auf dem Maschinentisch während der Bearbeitung erforderlich ist oder nicht.

Inhalt

1	Allgemeine Empfehlungen zur sicherheitsgerechten Ausführung	1
2	Schutz vor Bewegungen im Werkzeugeinbauraum	2
3	Steuerung	6
4	Gefahrstellen außerhalb des Werkzeugeinbauraums	7
5	Betrieb und Prüfungen	7
6	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen	10

Ehemalige arbeitsmittelspezifische Unfallverhütungsvorschriften enthielten die Aussage, dass Verletzungen bei Warmumformungsarbeiten nicht zu erwarten sind. Das stimmt aus heutiger Sicht nicht.

Welche Schutzmaßnahmen für eine spezielle Maschine in Frage kommen, wird man in der Regel durch Einzelfallbetrachtung feststellen müssen – möglicherweise im Rahmen eines Orts-termins mit Aufsichtspersonen der Unfallversicherungsträger und/oder der Aufsichtsbehörde.

Erläuterungen zu Begriffen sind als Glossar auf Seite 12 dieser Schrift aufgeführt.

1 Allgemeine Empfehlungen zur sicherheitsgerechten Ausführung

Die ausgewählte Kombination von technischen Schutzmaßnahmen schützt alle exponierten

Mechanische Gefährdungen	Gefahrbringende Bewegungen im Werkzeugbereich bis zu einer Höhe von 2,50 m	Schutzmaßnahmen: Bezug auf Abschnitte in dieser Fachbereich AKTUELL	Bezug auf Abschnitte der DIN EN ISO 12100:2011
Quetschen Schneiden oder Abschneiden Stoß (Kopf, obere Gliedmaßen) Scheren	Stößel-/ Bärbewegungen	2.2 2.3 2.4	6.2 6.3 6.4
Quetschen, Schneiden oder Abschneiden Stoß (obere Gliedmaßen) Scheren	Nebenbewegungen der Schmiedepresse und des Schmiedehammers selbst (zum Beispiel eines Ausstoßers im Tisch)	2.2 2.3 2.4	6.2 6.3 6.4
Quetschen Schneiden oder Abschneiden Einziehen oder Fangen Erfassen Stoß (obere Gliedmaßen) Scheren	Bewegungen der Automation (zum Beispiel von Industrierobotern, Feedern, Transfers)	2.4	6.2 6.3 6.4
Quetschen Schneiden oder Abschneiden Einziehen oder Fangen Erfassen Stoß (obere Gliedmaßen) Scheren	Bewegungen durch im Werkzeugeinbauraum abgelegte Hilfswerkzeuge	2.2 2.3 2.4	6.2 6.3 6.4

Tabelle 1: Signifikante mechanische Gefährdungen im Werkzeugeinbauraum und Verweis auf entsprechende Abschnitte dieser Schrift und der DIN EN ISO 12100 [2]

Personen (vor mechanischen und nicht mechanischen Gefährdungen), das heißt die Personen, die beim Betätigen, Einrichten, Instandhalten, Reinigen und bei der Inspektion Zugang zum Gefahrenbereich haben können.

Der Gefahrenbereich von Maschinen im Pressen-/Hammerumfeld, wie Portal- oder Gelenkarmroboter, ist abgesichert.

Personen werden vor Bewegungen des Materialtransports, zum Beispiel eines Transfers, geschützt.

Der Zugang zum Werkzeugeinbauraum ist auch von den Nicht-Bedienseiten aus gesichert.

Bei Mehrpersonenbedienung sind für jede Bedienperson technische Schutzmaßnahmen ergriffen.

Einrichtungen zum Erkennen von Personen, die sich zwischen Hauptabsicherungen, zum Beispiel bedienseitigen Lichtgittern, und Gefahrenbereich aufhalten, sind nicht zwingend erforderlich. (Ordnungsgemäße Einzelquittierungen reichen aus.)

Beim Einrichten einer Schmiedepresse/eines Schmiedehammers durch mehrere Einrichter oder Einrichterrinnen sind für jede Person Schutzmaß-

nahmen getroffen. Beim Schutz der Einrichtersonen kann auch der gegebene Blickkontakt zwischen verschiedenen Einrichterrinnen und Einrichtern in die Sicherheitsbetrachtung einbezogen werden (in Verbindung mit Festlegungen zur Berechtigung für die Hub-/Schlagauslösung in der spezifischen Arbeits-/Betriebsanweisung für das Einrichten).

2 Schutz vor Bewegungen im Werkzeugeinbauraum

Signifikante mechanische Gefährdungen im Werkzeugeinbauraum und Verweise auf entsprechende Abschnitte dieser Schrift und der DIN EN ISO 12100 sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Andere Gefährdungen bedürfen einer eigenen Beurteilung.

2.1 Absicherung der Nicht-Bedienseiten

Zur Absicherung des Zugangs zum Werkzeugraum von Schmiedepressen/Schmiedehämmern von den Nicht-Bedienseiten aus (mindestens von der Rückseite bei Bedienung von der Vorderseite), unabhängig von Stößel-/Bär-Schließgeschwindigkeit und Betriebsart, gibt es folgende Lösungen.

- Schutzzäune

(Das Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; beim Öffnen einer Zugangstür wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

- Festverschraubte Schutzbleche oder Schutzgitter (Das Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert.)
- Türen mit einer Verriegelungseinrichtung nach DIN EN ISO 13849-1 PL c [3] (Das Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; beim Öffnen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Lichtgitter (nach DIN EN 61496-2 [4]) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Kamerasysteme (nach DIN IEC/TS 61496-4-2 [5]) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Mehrstrahl-Lichtschranken (nach DIN EN 61496-2) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Laserscanner (nach DIN EN IEC 61496-3 [6]) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Kombination zweier Standard- (zum Beispiel „Outdoor“-) Laserscanner (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Nicht opto-elektronische (zum Beispiel auf Radartechnologie basierende) berührungslos wirkende PL d-Überwachungssysteme, deren Sicherheit durch die Prüfbescheinigung einer benannten Stelle bestätigt wird (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- PL d-Schaltmatten/Schaltplatten (nach DIN EN ISO 13856 [7]) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

Die Auflösung von Lichtgittern zur Absicherung der Nicht- Bedienseiten beträgt maximal 30 mm.

2.2 Schutz des Einrichters/der Einrichterin

Zum Schutz des Einrichters/der Einrichterin können folgende Maßnahmen umgesetzt werden:

- Kraftbetätigte Türen mit einer Verriegelungseinrichtung nach DIN EN ISO 13849-1 PL d (Kategorie 3) (Das Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; beim Öffnen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ II-Zweihandschaltungen (nach DIN EN ISO 13851 [8]), gegebenenfalls mit Grob-Handstern (Die Hände sind ortsgebunden; beim Loslassen eines Stellteils wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Ortsbindende Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung

(Der Standort oder Aufenthaltsort des Einrichters oder der Einrichterin ist so weit entfernt, dass das Erreichen der nächstgelegenen Gefahrstelle mit der nicht ortsgebundenen Hand unmöglich ist; beim Loslassen eines Stellteils wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

- Dreistufige Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung in Verbindung mit (über den gesamten Schließhub) begrenzter Geschwindigkeit ≤ 10 mm/s (Personen können sich der Gefährdung rechtzeitig entziehen; bei Loslassen oder Durchdrücken/-treten der Befehlseinrichtung wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Verwendung einer Schrittschaltung (Die erzeugte Bewegung wird auf eine ungefährliche Länge ≤ 6 mm begrenzt.)

Nur bei Friktions-Spindelpressen mit manuell betätigtem Einrückgestänge:

- Handhebel in Verbindung mit selbstrückstellendem Sperrhebel (Die Hände sind ortsgebunden; bei Loslassen eines Hebels wird der Hub gestoppt oder umgesteuert.)
- Absenken des Stößels unter Eigengewicht mit Handhebel bei abgeschaltetem Hauptantrieb (Eine Hand ist ortsgebunden; bei Loslassen des Hebels wird die Bewegung gestoppt.)

Nur bei Drehkeilkupplungspressen:

- Durchdrehen der Exzenterwelle von Hand bei abgeschaltetem Hauptantrieb
- Betätigen der Stößelverstellung bei abgeschaltetem Hauptantrieb

Beim Mehrpersonen-Einrichten sollte mindestens auf jeder Zugangsseite eine Einricht-Zweihandschaltung oder eine (gegebenenfalls dreistufige) Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung ortsbindend oder in Verbindung mit (über den gesamten Schließhub) begrenzter Geschwindigkeit angewendet werden.

Bei mehreren Einricht-Zweihandschaltungen oder Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung (mit Rückstellkontrolle) sollten die Steuerbefehle UND-verknüpft sein.

2.3 Schutz der Bedienperson/en

Dieses Kapitel befasst sich mit Maßnahmen zum Schutz der Bedienperson/en im Fall der Handbestückung in Bezug darauf, ob ein Halten der Werkzeuge oder ein Ablegen des Hilfsmittels, zum Beispiel einer Zange, auf dem Maschinentisch während der Bearbeitung erforderlich ist oder nicht.

2.3.1 Handbestückung mit Halten des Werkstücks während der Bearbeitung

Wenn die Werkstücke bei der Bearbeitung gehalten werden müssen (mit geeignetem Hilfsmittel, zum Beispiel einer Zange) oder das Hilfsmittel, zum Beispiel die Zange, aus ergonomischen Gründen während der Maschinenbewegungen auf dem Maschinentisch abgelegt werden muss, kann der Schutz der Bedienerperson/en durch folgende Maßnahmen gewährleistet werden (einzeln oder sinnvoll kombiniert):

- Untergreifbare kraftbetätigte Türen (zum Ablegen des Hilfsmittels, zum Beispiel einer Zange) mit einer Verriegelungseinrichtung nach DIN EN ISO 13849-1 PL d (Kategorie 3) und „Gate-Start“ (Das versehentliche Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; bei nicht geschlossener Tür wird der Anlauf verhindert.)
- Typ 4-Lichtgitter mit „Floating Blanking“ (nach DIN EN 61496-2) (Die Zange(n) wird (werden) unsichtbar gemacht; die Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Personenschutz-Transpondersysteme, deren Sicherheit durch die Prüfbescheinigung einer benannten Stelle bestätigt wird (Die Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Überdeckte Fußschalter
 - mit überwachter Sperrwippe oder
 - überdeckte Fußschalter ohne Sperrwippe in Verbindung mit Annahmehereitschaftseinrichtung (Eine Hub-/Schlagauslösung durch unbeabsichtigtes Betätigen wird verhindert. Bei Nicht-Betätigen wird der Anlauf verhindert. [Fußschalter + Annahmehereitschaftseinrichtung], Die Steuerung wird x Sekunden nach der letzten Hub-/Schlagauslösung automatisch „passiviert“ [Annahmehereitschaftseinrichtung])
- Detektion von Schmiedewerkstücken im Werkzeug-einbauraum, als sekundäre Schutzmaßnahme (Die Zeiten, in denen die Steuerung Fahrbefehle annimmt, werden minimiert; wenn kein Werkstück eingelegt ist, wird der Anlauf verhindert.)
- Eigene Annahmehereitschaftseinrichtung in Verbindung mit Stellteil zum Stillsetzen im Notfall und mit Meldeleuchte(n) (Gegenseitige Gefährdung wird vermieden; wenn die Annahmehereitschaftseinrichtung nicht betätigt wird, wird der Anlauf verhindert, die Steuerung wird x Sekunden nach der letzten Hub-/Schlagauslösung automatisch „passiviert“; bei Not-Befehls-gabe wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

- Eigene Ausschalt-einrichtung in Verbindung mit Meldeleuchte(n) (Gegenseitige Gefährdung wird vermieden; wenn die Ausschalt-einrichtung betätigt wird, wird der Anlauf verhindert, die Steuerung wird für x Sekunden „passiviert“.)

Nur bei Friktions-Spindelpressen mit manuell betätigtem Einrückgestänge:

- Handhebel (Beim Loslassen des Handhebels wird der Hub gestoppt oder umgesteuert.)

Nur bei Schmiedehämmern:

- Ortsbindende Handhebel (Der Standort/Aufenthalt-sort der Bedienerperson ist so weit entfernt, dass die nächstgelegene Gefahrstelle mit der nicht ortsgebundenen Hand nicht erreicht werden kann; beim Loslassen des Handhebels wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

Um bei Mehrpersonenbedienung gegenseitige Gefährdung auszuschließen müssen für jede Bedienerperson technische Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Als Steuerbefehl ist ein Impuls ausreichend; bei mehreren Steuereinrichtungen sollten die Steuerbefehle UND-verknüpft und es sollte eine Rückstellkontrolle für jede Steuereinrichtung vorgesehen sein.

Mit dem Lichtgitter-Taktbetrieb von Schmiedepressen/Schmiedehämmern wurden bei der DGUV bisher noch keine Erfahrungen gesammelt. Das Steuern mit Lichtgitter wird daher von der DGUV bei solchen Maschinen „Stand heute“ nicht propagiert.

Die Auflösung von Lichtgittern mit „Floating Blanking“ zum Schutz der Bedienerperson/en beträgt 14 mm.

Bei Luftschmiedehämmern mit Trittstange und pneumomechanischer Steuerung und bei Drehkeilkupplungspressen mit Fußpedal und mechanischer Steuerung ist das Anwenden mittelbarer Sicherheitstechnik schwierig, weil die Schutzeinrichtungen nicht mit der Maschinensteuerung verriegelt werden können. In diesen Fällen hilft normalerweise nur eine Beschränkung der Anzahl der Bedienerpersonen.

2.3.2 Handbestückung ohne Halten des Werkstücks während der Bearbeitung

Wenn die Werkstücke bei der Bearbeitung nicht gehalten werden müssen und das Hilfsmittel, zum Beispiel eine Zange, während der Maschinenbewegungen nicht auf dem Maschinentisch

abgelegt werden muss, kann der Schutz der Bedienperson/en durch folgende Maßnahmen gewährleistet werden (einzeln oder sinnvoll kombiniert):

- Kraftbetätigte Türen mit Stellungsüberwachung einer Verriegelungseinrichtung nach DIN EN ISO 13849-1 PL d (Kategorie 3) und „Gate-Start“ (Das Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; bei nicht geschlossener Tür wird der Anlauf verhindert.)
- Typ 2-Lichtgitter (nach DIN EN 61496-2) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Typ 2-Kamerasysteme (nach DIN IEC/ TS 61496-4-2) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Typ 2-Laserscanner (nach DIN EN IEC 61496-3) (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Kombination zweier Standard- (zum Beispiel „Outdoor“-) Laserscanner (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Nicht opto-elektronische (zum Beispiel auf Radartechnologie basierende) berührungslos wirkende PL d-Überwachungssysteme, deren Sicherheit durch die Prüfbescheinigung einer benannten Stelle bestätigt wird (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Typ II-Zweihandschaltungen (nach DIN EN ISO 13851), gegebenenfalls mit Grob-Handtastern (Die Hände sind ortsgebunden, beim Nicht-Betätigen wird der Anlauf verhindert.)
- Personenschutz-Transpondersysteme, deren Sicherheit durch die Prüfbescheinigung einer benannten Stelle bestätigt wird (Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird der Anlauf verhindert.)
- Überdeckte Fußschalter
 - mit überwachter Sperrwippe oder
 - überdeckte Fußschalter ohne Sperrwippe in Verbindung mit Annahmehereitschaftseinrichtung (Eine Hub-/ Schlagauslösung durch unbeabsichtigtes Betätigen wird verhindert; beim Nicht-Betätigen wird der Anlauf verhindert; [Fußschalter + Annahmehereitschaftseinrichtung], die Steuerung wird x Sekunden nach der letzten Hub-/ Schlagauslösung automatisch „passiviert“ [Annahmehereitschaftseinrichtung]).
- Detektion von Schmiedewerkstücken im Werkzeug-einbauraum, als sekundäre Schutzmaßnahme (Die Zeiten, in denen die Steuerung Fahrbefehle annimmt, werden minimiert; wenn kein Werkstück eingelegt ist, wird der Anlauf verhindert.)
- Eigene Annahmehereitschaftseinrichtung in Verbindung mit Stellteil zum Stillsetzen im Notfall und mit Meldeleuchte(n) (Gegenseitige Gefährdung wird vermieden; beim Nicht-Betätigen der Annahmehereitschaftseinrichtung wird der Anlauf verhindert; die Steuerung wird x Sekunden nach der letzten Hub-/Schlag-auslösung automatisch „passiviert“, bei Not-Befehlseingabe wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Eigene Ausschalteneinrichtung in Verbindung mit Meldeleuchte(n) (Gegenseitige Gefährdung wird vermieden; wenn die Ausschalteneinrichtung betätigt wird, wird der Anlauf verhindert, die Steuerung wird für x Sekunden „passiviert“)
- Sitzbelegterkennung (oder äquivalente Maßnahme) am Manipulator/Gabelstapler in Verbindung mit Stellteil zum Stillsetzen im Notfall (Der Standort/Aufenthaltsort der Person, die den Manipulator/Gabelstapler führt, ist geschützt; bei Not-Befehlseingabe wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Hub-/ Schlagauslösung vom Leitstand aus (Der Standort/ Aufenthaltsort der Bedienperson ist geschützt, bei Nicht-Befehlseingabe wird der Anlauf verhindert.)

Nur bei Friktions-Spindelpressen mit manuell betätigtem Einrückgestänge:

- Handhebel in Verbindung mit selbstrückstellendem Sperrhebel (Die Hände sind ortsgebunden; bei Loslassen eines Hebels wird der Hub gestoppt oder umgesteuert.)

Um bei Mehrpersonenbedienung gegenseitige Gefährdung auszuschließen, müssen für jede Bedienperson technische Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Als Steuerbefehl ist ein Impuls ausreichend; bei mehreren Steuereinrichtungen müssen die Steuerbefehle UND-verknüpft und es muss eine Rückstellkontrolle für jede Steuereinrichtung vorgesehen sein.

Damit die Anlagenführerin oder der Anlagenführer bei Hub-/Schlagauslösung vom Leitstand aus den Gefahrenbereich betretende Personen bemerken kann, muss die Einsehbarkeit des Gefahrenbereichs gegeben sein.

Mit dem Lichtgitter-Taktbetrieb von Schmiedepressen/Schmiedehämmern wurden bei der DGUV bisher noch keine Erfahrungen gesammelt. Das Steuern mit Lichtgitter wird daher von der DGUV bei solchen Maschinen „Stand heute“ nicht propagiert.

Die Auflösung von Typ 2-Lichtgittern zum Schutz der Bedienperson/en beträgt maximal 30 mm.

Bei Luftschmiedehämmern mit Trittstange und pneumomechanischer Steuerung und bei Drehkeilkupplungspressen mit Fußpedal und mechanischer Steuerung ist das Anwenden mittelbarer Sicherheitstechnik schwierig, weil die Schutzeinrichtungen nicht mit der Maschinensteuerung verriegelt werden können. In diesen Fällen hilft normalerweise nur eine Beschränkung der Anzahl der Bedienpersonen.

2.4 Schutz beim Automatikbetrieb/ automatischen Arbeiten

Die Absicherung des Werkzeugeinbauraums von der/den Bedienseiten aus sollte beim Automatikbetrieb/automatischen Arbeiten vorzugsweise durch folgende Maßnahmen umgesetzt werden:

- Schutzzäune
(Das Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; beim Öffnen einer Zugangstür wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Türen mit einer Verriegelungseinrichtung nach DIN EN ISO 13849-1 PL d (Kategorie 3), gegebenenfalls untergreifbar zum Entfernen nicht korrekt eingelegerter Werkstücke mit Hilfswerkzeugen
(Ein versehentliches Erreichen der Gefahrstellen wird verhindert; beim Öffnen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

Wenn das nicht möglich ist, können bei Automatikbetrieb/automatischen Arbeiten folgende bedienseitige Schutzmaßnahmen umgesetzt werden:

- Typ 2-Lichtgitter (nach DIN EN 61496-2).
(Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; bei Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Kerasysteme (nach DIN IEC/TS 61496-4-2)
(Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; bei Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Mehrstrahl-Lichtschranken (nach DIN EN 61496-2)
(Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; bei Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Typ 2-Laserscanner (nach DIN EN IEC 61496-3)
(Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; bei Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- Nicht opto-elektronische (zum Beispiel auf Radartechnologie basierende) berührungslos wirkende PL d-Überwachungssysteme, deren Sicherheit durch die Prüfbescheinigung einer benannten Stelle bestätigt wird
(Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; beim Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)
- PL d-Schaltplatten/Schaltmatten nach DIN EN ISO 13856

(Eine Annäherung an die Gefahrstellen wird erkannt; bei Ansprechen wird ein Stoppbefehl ausgelöst.)

Die Auflösung von Lichtgittern zum Schutz beim Automatikbetrieb beträgt maximal 30 mm.

3 Steuerung

Die Bauteile der Steuerung sind so ausgewählt, eingebaut und miteinander verknüpft, dass sie den zu erwartenden Betriebsbedingungen standhalten.

Fremdeinflüsse (unter anderem Schwingungen, Fremdkörper, Fremdfelder, Umgebungstemperatur, Netzstörungen, Einwirkungen auf Anschlussleitungen) beeinträchtigen die Sicherheit der Steuerung nicht.

Wahlschalter sind so beschaffen, dass

- a. die eingestellte Betriebsart, Betätigungsart und Art der Schutzmaßnahme zwangsweise und deutlich erkennbar angezeigt wird,
- b. nur die jeweils eingestellte Betriebsart, Betätigungsart und Art der Schutzmaßnahme wirksam ist,
- c. sie nur in der gewählten Stellung wirksam sind,
- d. sie gegen unbefugtes Betätigen gesichert werden können,
- e. eine Anlaufsperr sicherstellt, dass durch das Umstellen eine gefahrbringende Bewegung nicht eingeleitet und ein bereits gegebener Steuerbefehl aufgehoben wird.

Andere Betriebsarten-Auswahlsysteme als "konventionelle" Wahlschalter gewährleisten dieselbe Sicherheit auf andere Weise.

Schmiedepressen, die nach ihrer Bauart das Arbeiten im Einzelhub zulassen, sind mit Einrichtungen ausgerüstet, die sicherstellen, dass bei Einstellung auf Einzelhub – auch bei Dauerbetätigung oder bei erneuter Betätigung der Stellteile – jeweils nur ein Hub ausgeführt werden kann und am Ende des Hubs der Steuerbefehl aufgehoben wird.

Schmiedepressen/Schmiedehämmer sind mit mindestens einer Schaltsperre oder äquivalenten Einrichtung ausgerüstet, mit der das Einleiten einer gefahrbringenden Bewegung verhindert werden kann.

Eine gefahrbringende Bewegung lässt sich nicht unter Umgehen des Sicherheitssystems für die Bedienperson einleiten.

Wenn eine begonnene gefahrbringende Bewegung unterbrochen wurde, kann sie nur

erneut eingeleitet werden, wenn das Sicherheitssystem für die Bedienperson wirksam ist.

Eine Wiederanlaufsperrung wird gesetzt bei:

- Öffnen/Ansprechen einer hintertretbaren Schutzeinrichtung
- Ansprechen einer nicht-bedienseitigen BWS zur Werkzeugeinbauraum-Absicherung (auch wenn kein Hintertreten möglich ist)

Der einer BWS/Zugangstür zugehörige Quittier-taster ist auf derselben Maschinenseite wie die BWS neben der Zugangstür angebaut.

Doppelventile an Schmiedepressen werden mindestens statisch überwacht. Bei Verwendung von je einem Doppelventil zum Steuern der getrennten Kupplung und Bremse von mechanischen Schmiedepressen werden Doppelventile dynamisch überwacht.

Ein Kurzschluss zwischen beliebigen Anschlüssen eines Doppelventils (zum Beispiel von Spule zu Spule oder von einer Spule zur Überwachungseinrichtung) wird selbsttätig festgestellt und verursacht weder Durchlauf noch einen Fehlanlauf.

Leitungsverbindungen in hydraulischen Hebeleitungen sind nicht als Schneidringverschraubungen, Klemmringverschraubungen oder Ähnliches ausgeführt.

Ringraumabsicherungsventile von hydraulischen Vertikalachsen sind mindestens auf einen Druck eingestellt, der 10 % über dem Betriebsdruck der Maschine liegt. Die Einstellung ist verplombt.

Der freie Querschnitt von Messanschlüssen in hydraulischen Hebeleitungen ist so bemessen, dass bei Abriss des Messanschlusses die Schließgeschwindigkeit von 10 mm/s nicht überschritten wird.

Annahmefähigkeitseinrichtungen sind so beschaffen, dass

- durch Betätigen ihres Stellteils/ihrer Stellteile eine zeitlich befristete Annahmefähigkeit hergestellt wird, in der gefahrbringende Bewegungen ausgelöst werden können,
- die hergestellte Annahmefähigkeit erhalten bleibt, solange das Stellteil/die Stellteile in der Auslösestellung gehalten wird/werden und
- nach Loslassen des Stellteils/der Stellteile die Annahmefähigkeit für die Dauer der eingestellten Zeit erhalten bleibt.

Die Zeit der Annahmefähigkeit ist entsprechend der Arbeitsweise einstellbar. Ein unbefugtes Verändern der eingestellten Zeit ist nicht möglich.

Annahmefähigkeitseinrichtungen sind in der Betriebsart „Einzelhub“ (Schmiedepressen) beziehungsweise „Programm“ (Schmiedehämmer) wirksam.

Bauteil der Steuerung	PL
Startfreigabe bei verriegelter bedienseitiger Schutzeinrichtung (Sensorik + Signalverarbeitung)	Wie PL der bedienseitigen Schutzeinrichtung oder der Verriegelungseinrichtung
Einzelhubsicherung/OT-Stopp bei Relevanz in Zusammenhang mit Durchwerfen (Sensorik + Signalverarbeitung)	PL c
Tippschaltung bei ungeschützt verlegter Anschlussleitung (Sensorik + Signalverarbeitung)	PL d
Quittiereinrichtung (Sensorik + Signalverarbeitung)	PL d
Annahmefähigkeitseinrichtung (Sensorik + Signalverarbeitung)	PL d
Alle anderen Sicherheitsfunktionen/sicherheit relevanten Subsysteme	PL c

Tabelle 2: Erforderliche Performance Levels (PL)

Bei mehreren Annahmefähigkeitseinrichtungen müssen zum Herstellen der Annahmefähigkeit alle Annahmefähigkeits-Stellteile innerhalb einer durch Gefährdungsbeurteilung festzulegenden Zeit betätigt werden.

4 Gefahrstellen außerhalb des Werkzeugeinbauraums

Das Erreichen von Gefahrstellen (ohne Verwendung von Hilfsmitteln wie zum Beispiel Anlegeleitern)

- im Maschinenkeller und
- auf dem Maschinenkopfstück und
- an der Zu- und Abführstrecke zur Maschine im Bereich von Stellteilen und
- im Pressen-/ Hammerumfeld

während Bewegungen sollte verhindert sein.

5 Betrieb und Prüfungen

Beim Betrieb und Auf-sicherem-Stand-Halten von Schmiedepressen/Schmiedehämmern haben sich folgende Maßnahmen bewährt:

5.1 Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche werden an Schmiedepressen/Schmiedehämmern nicht beschäftigt. Ausnahmen werden nur für Jugendliche über 16 Jahre gemacht, wenn

- es zur Erreichung ihres Ausbildungsziels erforderlich ist und
- ihr Schutz durch eine aufsichtführende Person gewährleistet ist.

Mit der Bedienung, Wartung und dem Einrichten von Schmiedepressen/Schmiedehämmern werden nur Personen über 18 Jahren beschäftigt, die ausreichend unterwiesen wurden und von denen zu erwarten ist, dass sie ihre Aufgaben zuverlässig erfüllen.

5.2 Betriebsanweisungen

Für das Betreiben von Schmiedepressen/Schmiedehämmern muss eine Betriebsanweisung in verständlicher Form und Sprache erstellt werden. Sie muss Angaben über folgende Punkte enthalten:

- das Inbetriebnehmen
- das Betreiben und Warten
- den Einbau der Schmiedewerkzeuge
- das Benutzen der Schmiedehilfswerkzeuge
- das Verwenden von Hilfswerkzeugen und Einrichtungen
- das Einstellen der vorhandenen Annahmefähigkeit
- das Bearbeiten nicht erwärmter Werkstücke
- das Vorgehen beim Lösen festsitzender Werkstücke
- das Verhalten bei Störungen an Schmiedepressen/Schmiedehämmern und beim Rüsten und Arbeiten an eingebauten Werkzeugen und
- die Durchführung von Prüfungen (siehe DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“ [11]).

5.3 Einbau der Schmiedewerkzeuge, Abstandhalter

- Schmiedewerkzeuge werden sicher befestigt.
- Befestigungskeile werden frei von Grat gehalten.
- Befestigungskeile für die Werkzeuge ragen nur soweit über die Vorderkante des Schmiedewerkzeugs heraus, dass sie beim Schmieden keine Stoßstellen bilden.

- Beim Vorwärmen der Werkzeuge werden nur die zur Verfügung gestellten Abstandhalter verwendet.

5.4 Einstellen der Annahmefähigkeit

Die vorhandene Annahmefähigkeitseinrichtung an Schmiedepressen/Schmiedehämmern mit Fußschaltern wird entsprechend der Arbeitsweise auf die möglichst kurze Zeit eingestellt, nicht jedoch auf mehr als 20 Sekunden.

5.5 Benutzen von Schmiedehilfswerkzeugen

- Schadhafte Schmiedehilfswerkzeuge werden nicht benutzt.
- Schmiedehilfswerkzeuge werden nur in vorgewärmtem Zustand verwendet.
- Schmiedehilfswerkzeuge mit Werkzeugstiel werden beim Gebrauch nicht vor den Körper gehalten.

5.6 Verwenden von Hilfswerkzeugen und Einrichtungen bei nicht automatisch arbeitenden Schmiedepressen/Schmiedehämmern

Bei der Handbestückung von Schmiedepressen/Schmiedehämmern werden nur Hilfswerkzeuge verwendet.

Schmiedewerkstücke werden nicht mit Hilfswerkzeugen durchgeworfen, es sei denn

- zur Fußauslösung wird ein Fußschalter mit überwachter Sperrwippe angewendet und eine Einzelhubsicherung ist aktiv (bei Schmiedepressen, im Fall von Exzentrerschmiedepressen mit Reibungskupplung) oder eine äquivalente steuerungstechnische Maßnahme wurde getroffen (bei Schmiedehämmern) und
- bedienseitig ist ein vertikales Lichtgitter wirksam (als Anlaufverhinderung) und es ist eine Einzelhubsicherung aktiv (bei Schmiedepressen) oder es wurde eine äquivalente steuerungstechnische Maßnahme getroffen (bei Schmiedehämmern).

Das Durchwerfen von Schmiedewerkstücken mit Hilfswerkzeugen kann durch Verwenden von Einrichtungen wie Transportbänder oder Rutschen vermieden werden. Wenn es beim Durchwerfen mit Hilfswerkzeugen zu Unfällen kam, waren zertrümmerte Hände und Unterarme (manchmal beidseitig) die Verletzungsfolgen.

5.7 Bearbeiten nicht erwärmter Werkstücke mit Schmiedepressen/Schmiedehämmern

- Bei der Kaltbearbeitung auf Schmiedepressen/Schmiedehämmern, die vom Hersteller für solche Arbeiten sicherheitstechnisch ausgerüstet wurden, werden die Herstellerhinweise eingehalten.
- Nicht erwärmte Werkstücke werden nicht mit Hilfswerkzeugen eingelegt.

5.8 Lösen festsitzender Werkstücke

Festsitzende Werkstücke werden nur gelöst, wenn

- der Steuerhebel als Befehlseinrichtung an Schmiedepressen/Schmiedehämmern mit mechanischer sowie pneumo- oder hydro-mechanischer Steuerung in der Aus-Stellung gegen Betätigten gesichert oder
- die Steuerung durch die vorhandene Ausschalteneinrichtung abgeschaltet ist und
- Hilfswerkzeuge verwendet werden.

Ist ein Lösen festsitzender Werkstücke auf vorstehend beschriebene Weise nicht möglich, werden festsitzende Werkstücke durch Hübe/Schläge des Hammerbären unter Verwendung von Distanzstücken nur gelöst, wenn zuvor durch besondere Maßnahmen sichergestellt wurde, dass keine Gefährdungen durch wegfliegende Distanzstücke oder deren Splitter möglich sind. Dazu liegt eine schriftliche Anweisung der aufsichtführenden Person vor.

5.9 Lärm

- Schmiedepressen/Schmiedehämmer werden nach den fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik betrieben.
- Arbeitsverfahren werden nach den fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik so gestaltet oder ausgewählt und angewendet, dass eine Lärmgefährdung von Personen soweit wie möglich verringert wird.
- Arbeitsräume sind so gestaltet, dass die Schallausbreitung nach den fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik vermindert wird, wenn eine Lärmgefährdung von Personen besteht oder zu erwarten ist.

- Lärmbereiche an Schmiedepressen/Schmiedehämmern wurden fachkundig festgestellt und gekennzeichnet und der Zugang zu Lärmbereichen ist gegebenenfalls beschränkt.
- Personen, die im Lärmbereich beschäftigt werden, stehen geeignete Gehörschutzmittel zur Verfügung und sie wurden entsprechend unterwiesen.

5.10 Gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe

Personen sind keinen Gefährdungen durch Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe ausgesetzt.

5.11 Störungen an Schmiedepressen/Schmiedehämmern, Rüsten, Arbeiten an eingebauten Werkzeugen

- Auffälligkeiten an Schmiedepressen/Schmiedehämmern sowie an der Werkzeugbefestigung werden der aufsichtführenden Person gemeldet.
- Beim Beheben von Störungen, beim Rüsten sowie bei Arbeiten an eingebauten Werkzeugen werden
 - die Handhebel von Schmiedepressen oder die Steuerhebel von Schmiedehämmern mit mechanischer sowie pneumo- oder hydro-mechanischer Steuerung gegen unbeabsichtigtes Betätigen gesichert,
 - die vorhandene Ausschalteneinrichtung und der Wahlschalter von Schmiedepressen oder Schmiedehämmern mit elektrischer Steuerung, in „Aus“-Stellung gebracht und
 - an Schmiedepressen die vorhandene mechanische Hochhalteinrichtung oder an Schmiedehämmern die Hammerbärsicherung benutzt.

Zusätzlich ist der Gefahrenbereich von Maschinen im Pressen-/Hammerumfeld abgesichert.

- Wenn der Gefahrenbereich von Maschinen im Pressen-/Hammerumfeld oder des Materialtransports beim Beheben von Störungen und beim Rüsten sowie bei Arbeiten an eingebauten Werkzeugen an Schmiedepressen/Schmiedehämmern nicht durch die vorhandenen Schutzeinrichtungen abgesichert sein kann, wurden ersatzweise technische Schutzmaßnahmen getroffen.

5.12 Rüsten von Schmiedepressen

Beim Rüsten von Schmiedepressen werden dieselben organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen getroffen wie beim Einrichten von Kalt-Pressen der Metallbearbeitung (siehe DGUV Information 209-008 „Presseneinrichter“ [10]).

5.13 Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme

- a. CE-gekennzeichnete Schmiedepressen/Schmiedehämmer werden vor der ersten Inbetriebnahme durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ordnungsgemäße Installation, Funktion und Aufstellung geprüft.
- b. Bei der Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme werden die Hinweise der Hersteller, besonders in Bezug auf Montage, Installation und Aufstellung berücksichtigt.
- c. Schutzeinrichtungen zur Sicherung von Gefahrenbereichen an automatisch arbeitenden Schmiedepressen/Schmiedehämmern werden vor der ersten Inbetriebnahme durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ihre Wirksamkeit geprüft.

5.14 Wiederkehrende Prüfungen und Prüfungen nach wesentlichen Änderungen und Instandhaltungen

Schmiedepressen/ Schmiedehämmer werden

- a. je nach Beanspruchung und betrieblichen Verhältnissen, mindestens jedoch einmal jährlich und
- b. nach wesentlichen Änderungen oder Instandhaltungen durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ihren sicheren Zustand geprüft. Dabei werden Funktionsprüfung, Sichtprüfung und gegebenenfalls eine Fehlersimulation durchgeführt.

5.15 Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Sicherheitsüberprüfungen werden aufgezeichnet und mindestens bis zur nächsten Sicherheitsüberprüfung aufbewahrt.

6 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese „Fachbereich AKTUELL“ beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zusammengeführten Erfahrungswissen sowie Erkenntnissen aus dem Unfallgeschehen auf dem Gebiet der Schmiedepressen und Schmiedehämmer.

Sie soll insbesondere die Betreiber von Schmiedepressen und Schmiedehämmern unterstützen und die einschlägigen Bestimmungen der Betriebssicherheitsverordnung konkretisieren.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese „Fachbereich AKTUELL“ unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriften einzusehen.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ befindet sich in der Entwurfsfassung und ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als DGUV-Information FB HM-089 Ausgabe 05/2017. Kommentare zu dieser Fassung sind bis 31. März 2021 unter Verwendung der Kennung „FBHM-089, Entwurf 02/2020“ oder des Titels, erbeten an die Kommentaradresse auf Seite 11.

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

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [11].

Literatur:

- [1] Verordnung über die Sicherheit und die Gesundheit bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 03. Februar 2015, (Bundesgesetzblatt I S. 49), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 7 der Verordnung vom 18. Oktober 2017 (BGBl. I S. 3584).
- [2] DIN EN ISO 12100:2010-11 Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung, Beuth-Verlag, Berlin.
- [3] DIN EN ISO 13849-1:2016-06 Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Beuth-Verlag, Berlin.
- [4] DIN EN 61496-2:2014-06 Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven optoelektronischen Prinzip arbeiten, Beuth Verlag, Berlin
- [5] DIN IEC/TS 61496-4-2:2015-06 Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen - Teil 4-2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, die bildverarbeitende Schutzeinrichtung (VBPD) verwenden – Zusätzliche Anforderungen bei Verwendung von Testmusterverfahren, Beuth-Verlag, Berlin
- [6] DIN EN IEC 61496-3:2019-10 Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR), Beuth Verlag, Berlin
- [7] DIN EN ISO 13856-1:2013 Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltplatten und Schaltmatten, Beuth Verlag, Berlin
- [8] DIN EN ISO 13851:2019-11 Sicherheit von Maschinen – Zweihandschaltungen – Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze, Beuth-Verlag, Berlin
- [9] DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“, Ausgabe Dezember 2012/ Nachdruck Februar 2019
- [6] DIN EN 61496-1:2014-05 Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen, Beuth-Verlag, Berlin
- [10] DGUV Information 209-008 „Presseneinrichter“, Ausgabe Oktober 2013
- [11] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>

Bildnachweis:

Die in dieser „Fachbereich AKTUELL“ gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bild 1: Johann Hay GmbH & Co. KG,
Waldböckelheimer Str. 35
55595 Bockenaau

Tabellennachweis:

Tabelle 1: Signifikante mechanische Gefährdungen im Werkzeugeinbauraum und Verweis auf entsprechende Abschnitte dieser Schrift und der DIN EN ISO 12100

Tabelle 2: Erforderliche Performance Levels (PL)

Kommentaradresse:

Fachbereich Holz und Metall
SG Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation
c/o Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz

Email: fb-holzundmetall@bghm.de

Glossar

Begriff	Beschreibung
Schmiedepressen	Maschinen für die Warmbearbeitung von Metall zum Zwecke der formgebenden Bearbeitung von Werkstoffen, bei denen die Werkzeugbewegung als geradlinige Schließbewegung und die Bearbeitung durch die Werkzeugschließbewegung erfolgt.
Schmiedehämmer	Umformmaschinen, bei denen die zu schmiedenden Teile (Werkstücke) durch die schlagartig umgesetzte Energie des Hammerbären umgeformt werden. Für die Umformung wird der Hammerbär beschleunigt und gibt beim Auftreffen die in ihm gespeicherte Bewegungsenergie ab, ohne dass ihm während und nach Ablauf des Schlagvorgangs eine weitere Energie zur Umformung zugeführt wird.
gebraucht	In Verkehr gebrachte und in Produktionsbetrieb genommene Schmiedepressen und Schmiedehämmer
automatisch arbeitend	Schmiedepressen und Schmiedehämmer, an denen die Werkstücke mit maschinell angetriebenen und steuerungstechnisch mit dem Schmiedehammer verbundenen Einlege- und/oder Entnahmeeinrichtungen zugeführt und/oder entnommen werden und an denen während des Betriebes keine Tätigkeiten im Gefahrenbereich durch Personen erforderlich sind.
teilautomatisiert	Schmiedepressen und Schmiedehämmer, an denen die Werkstücke mit maschinell angetriebenen und steuerungstechnisch mit dem Schmiedehammer verbundenen Einlege- und/oder Entnahmeeinrichtungen zugeführt und/oder entnommen werden und an denen während des Betriebes Tätigkeiten im Gefahrenbereich durch Personen erforderlich sind.

Begriff	Beschreibung
mit Handbestückung	Schmiedepressen und Schmiedehämmer, bei denen die Werkstücke von Hand mit geeigneten Hilfsmitteln, zum Beispiel Zangen, gehalten, eingelegt und entnommen werden.
Hilfswerkzeuge	Zum Beispiel Zangen, Hebeleisen (Knippstangen)
Schmiedehilfswerkzeuge	Zum Beispiel Haumesser, Aufsetzisen, Dorne, Maßklötze
Annahmefähigkeit	Eine in bestimmten Grenzen einstellbare Zeitspanne, in der Hübe/Schläge ausgelöst werden können.