

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

Unfallverhütung an Pressen

Pressensicherheit

Bearbeitet von

Dipl.-Ing. Jörg Rohland

Dipl.-Ing. (FH) Frank Semmler

Dipl.-Ing. Peter Blau

3. Auflage bearbeitet von

Dipl.-Ing. Martin Schulte

Dr.-Ing. Egon Volkmar

Begründet von

Horst Liedtke

Rudolf Meinicke

Dr.-Ing. Egon Volkmar

4., völlig neu bearbeitete Auflage

ERICH SCHMIDT VERLAG

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [http:// dnb.d-nb.de](http://dnb.d-nb.de) abrufbar.

Weitere Informationen zu diesem Titel finden Sie im Internet unter
ESV.info/978 3 503 16624 4

Bearbeitungsumfänge (Kapitel)

Dipl.-Ing. Jörg Rohland:

Vorwort, 1, 2, 4, 5.2–5.11, 6, 8.2.2, 8.4, 8.5, 8.6, 9, 9.1, 9.2, 9.6, 9.7, 11, 12, 13, Literaturverzeichnis

Dipl.-Ing.(FH) Frank Semmler:

7, 10

Dipl.-Ing. Peter Blau:

3, 5.1

Dr.-Ing. Egon Volkmar:

8.1, 8.2.1, 8.3, 9.3, 9.4, 9.5 (Übernahme aus 3. Auflage)

1. Auflage 1993
2. Auflage 2003
3. Auflage 2008
4. Auflage 2016

Gedrucktes Werk: ISBN 978 3 503 16624 4

eBook: ISBN 978 3 503 16625 1

Alle Rechte vorbehalten

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2016

www.ESV.info

Satz: multitext, Berlin

Druck und buchbinderische Verarbeitung:

Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann, Berlin

Vorwort

Pressen sind Maschinen mit besonderen Gefährdungen. Die Berufsgenossenschaften bewerten jährlich zahlreiche Pressenunfälle. Unfälle an Pressen führen häufiger als im Durchschnitt aller betrieblichen Arbeitsunfälle zu einer Körperschädigung mit rentenberechtigtem Ausmaß. Die Anzahl der Pressenunfälle ist in Deutschland von etwa 13000 Unfällen/a Anfang der 90iger Jahre auf etwa 2000 Unfälle/a in den Jahren 2010 bis 2012 gesunken. Die Einführung wesentlicher Sicherheitsnormen, Gesetze und Vorschriften seit den 90er Jahren zeigt eine langfristig positive Wirkung. Trotzdem bleibt die weitere Reduzierung eine ständige Aufgabe für alle Arbeitgeber bzw. Unternehmer, die Pressen zur Produktion bereitstellen.

Für das Bereitstellen auf dem Markt und das Betreiben von Pressen der Kaltbearbeitung von Metallen ist eine Vielzahl von europäischen und nationalen Sicherheitsnormen, -vorschriften, berufsgenossenschaftlichen Regelungen und Gesetzen einzuhalten. Auf die beim Bau neuer Pressen bzw. bei einer Modernisierung von Pressen anzuwendenden Sicherheitsregeln und -normen wie die geltende Maschinenrichtlinie, die Sicherheitsnormen für Pressen, Richtlinien der Berufsgenossenschaften bzw. der DGUV, das Produktsicherheitsgesetz und weitere einzubeziehende Sicherheitsnormen bzw. -richtlinien wird verwiesen. Für den Umgang mit Altmaschinen und Gebrauchtmaschinen werden die Anforderungen aus der aktuellen Betriebssicherheitsverordnung von 2015 abgeleitet. Auf ältere Verfügungen, Regelungen und Gesetze wird eingegangen.

Die bestehenden Gefährdungen beim Umgang mit Pressen werden benannt und Lösungen zur Reduzierung des Sicherheitsrisikos dargestellt. Es wird versucht die Komplexität umfassend darzustellen von sicherheitsrelevanten Baugruppen, verschiedenen Pressenarten und -ausführungen, Werkzeugen, Steuerungen, Automatisierungstechnik, Betreiben von Pressen, Sicherheitsprüfungen und bis hin zu weiteren Gefährdungen.

Dieses Buch ersetzt im konkreten Fall nicht die gründliche Auswertung europäischer und nationaler Regelungen. Die Angaben über Richtlinien, Gesetze, Normen, Vorschriften, DGUV Informationen und DGUV Regeln entbinden den Leser nicht davon, sich über die jeweils gültigen Fassungen oder Neuerscheinungen zu informieren. Es führt Umsetzungsbeispiele an und versucht die bekannten Pressentypen auch neuerer Entwicklung sicherheitstechnisch zu beleuchten. Insbesondere die Frage „Was ist sicherheitstechnisch

noch zulässig oder nicht?“, kann nicht allgemein beantwortet werden. In solchen Passagen des Buchs, wo dieser Frage nachgegangen wird, aber vom sachkundigen Leser eine andere Auffassung vertreten wird, ist anzumerken, dass hier eben nur die Meinung der Autoren dargestellt wird.

Das Buch kann ein Leitfaden zur Lösung konkreter sicherheitstechnischer Projekte sein, dient zur umfassenden Information und enthält auch praktisches Grundwissen für Sicherheitsingenieure, Sicherheitsfachkräfte, Konstrukteure, Projektleiter, Elektroingenieure, Technologen, Projektanten und Meister der Metallindustrie sowie für Studenten. Das gilt auch für Serviceunternehmen zur Pressenprüfung und Pressennachrüstung sowie für staatliche Aufsichtspersonen, berufsgenossenschaftliche Präventionsdienste, Dozenten und Lehrer in der Ausbildung. Es dient auch zur Information für Führungskräfte und Unternehmer. Von besonderer Bedeutung sind auch die umfangreichen Literaturangaben.

Für die gewährte Beratung durch die Autoren der 3. Auflage, die Berufsgenossenschaft Holz und Metall, Außenstelle Chemnitz, sowie die freundliche Unterstützung durch Firmen gemäß Angaben bei Abbildungen bedanken sich die Autoren der 4. Auflage.

Im März 2016

Die Verfasser der 4. Auflage

Die Autoren

Autoren der 4. Auflage

Herr Dipl.-Ing. Jörg Rohland, Chemnitz, war nach dem Studium bis 1983 Entwicklungsingenieur für Verfahren und Maschinen der Umformtechnik. Von 1983 bis 2007 übte er verschiedene Leitungs- und Managementfunktionen in den Bereichen Konstruktion, Bereichsleitung, Geschäftsführung, Technische Leitung sowie Vertrieb in mehreren Maschinenbauunternehmen für Pressen und Schweißanlagen für Fahrzeugkarosserien aus. Seit 2008 ist er freiberuflich als Technischer Berater in den Bereichen Umformtechnik, Pressen und Schweißanlagen tätig.

Herr Dipl.-Ing. Peter Blau, Erfurt, studierte an der TU Dresden Maschinenbau. Von 1977 bis 1993 war er in der Pressenentwicklung und bis 1999 als Leiter Entwicklung Automatisierungstechnik bei einem namhaften Pressenhersteller tätig. 1999 wechselte er zum Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik in Chemnitz.

In den Jahren 2000 bis 2001 arbeitete er als Leiter der Abteilung Umformanlagen. Ab 2002 übernahm er dort die Leitung der Hauptabteilung Werkzeugmaschinen-Konstruktion.

Seit 2006 ist er Hauptabteilungsleiter für Werkzeugmaschinen und Automatisierungstechnik

Herr Dipl.-Ing. (FH) Frank Semmler, Grünhainichen, ist gelernter Industriemechaniker mit anschließendem Maschinenbau-Studium. Seit 1999 ist er Projekt-Ing. in der Service-Leitung eines Maschinen-Service Unternehmens. Er ist Sachkundiger für die Prüfung von Pressen und Scheren der Metallbearbeitung und zertifizierter Maschinen-Sicherheits-Experte.

Autoren der 3. Auflage

Herr Dr.-Ing. Egon Volkmar hat bis 1990 Aufgaben in der Grundlagenforschung Entwicklung, Inbetriebnahme und Erprobung von Pressen bearbeitet. Bis 2003 war er Technischer Aufsichtsbeamter der Süddeutschen Metall-Berufsgenossenschaft. Er arbeitet jetzt als freier Sachverständiger für Pressen der metallverarbeitenden Industrie und ist bei der Nachrüstung von Pressen beratend tätig. Als Dozent für Pressenseminare unterstützt er Fortbildungsprogramme der Metall-Berufsgenossenschaften, der Industrie und von Prüforganisationen.

Die Autoren

Herr Dipl.-Ing. Martin Schulte ist Prüfer der Prüf- und Zertifizierungsstelle des Fachausschusses „Maschinenbau, Hebezeuge, Hütten- und Walzwerksanlagen“ in Düsseldorf, Obmann des Arbeitskreises „Pressen“ im Fachausschuss „Maschinenbau, Hebezeuge, Hütten- und Walzwerksanlagen“ in Düsseldorf und berufsgenossenschaftlicher Mitarbeiter im Technischen Komitee 143 „Maschinen für die Kaltbearbeitung von Metall; Sicherheit“, Arbeitsgruppe 1 „Mechanische und hydraulische Pressen, Gesenkbiegepressen, Tafelscheren“ von CEN (Europäisches Komitee für Normung).

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
Die Autoren	7
1. Einleitung	15
2. Sicherheit an Pressen	21
3. Pressenbezogene Schutz-Einzelmaßnahmen	27
3.1 Gestaltung von Schutzmaßnahmen	27
3.1.1 Feste Verkleidungen und Abdeckungen.....	27
3.1.2 Bewegliche Verkleidungen und Verdeckungen.....	27
3.1.3 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen	28
3.1.4 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen in Form von Laserscannern (diffuse Reflexion nutzende aktive opto-elektronische Schutzeinrichtungen) als Hinter- trittschutz.....	31
3.1.5 Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, die mit der Oberwange von Gesenkbiegepressen mitlaufen.....	32
3.1.6 Zweihandschaltungen.....	33
3.1.7 Weiträumige Abschirmung des Gefahrenbereichs	35
3.1.8 Schutzzäune	36
3.1.9 Zugangssicherungen.....	38
3.1.10 Hubbegrenzung.....	38
3.1.11 Schutzmaßnahmen im Pressenumfeld	38
3.1.12 Schutzmaßnahmen bei Pressenaufstiegen	39
3.1.13 Schutzmaßnahmen in Pressengruben.....	39
3.1.14 Schwungradbremsen/Stillstandsüberwachung von Schwungrädern	42
3.1.15 Farbgestaltung.....	42
3.2 Überlastsicherungen.....	43
3.2.1 Mechanische Überlastsicherungen	43
3.2.2 Hydraulische Überlastsicherungen	45
3.2.3 Kraftmesssysteme	47
3.3 Sicherheitsfunktionen und -baugruppen an Pressen.....	48
3.3.1 Reduzierte Geschwindigkeit/Schrittbetrieb mit Hub- begrenzung	48
3.3.2 Kraftschlüsselige Kupplungen und Bremsen	49

3.3.3	Bremsvorgänge	52
3.3.4	Analyse von Bremsvorgängen und Nachlaufzeiten.....	53
3.3.5	Kombinierte Kupplungs- und Bremskombination	56
3.3.6	Getrennte Kupplungen und Bremsen	59
3.3.6.1	Kupplungen und Bremsen mit Reibscheiben.....	59
3.3.6.2	Sonstige getrennte Kupplungen und Bremsen.....	66
3.3.7	Zusatzbremsen.....	72
3.3.8	Formschlüssige Kupplungen	75
3.3.9	Hydraulische Kupplungen und Bremsen	78
3.3.10	Auswerfer	79
3.3.11	Sicherheitssysteme gegen Fallen des Stößels	80
3.3.12	Zieheinrichtungen.....	82
3.3.13	Mechanisches Nockenschaltwerk.....	84
4.	Pressensteuerungen	87
4.1	Steuerungen und Sicherheit.....	91
4.2	Elektrische Steuerungen.....	93
4.2.1	Hauptschalter/Not-Aus/Not-Halt.....	93
4.2.2	Betriebsartenwahl	95
4.2.3	Bedienung, Bedieneranzahl.....	96
4.2.4	Gestaltung elektrotechnischer Schaltausrüstungen.....	99
4.2.4.1	Hardware	99
4.2.4.2	Software	101
4.2.4.3	Testung, Abnahmen	102
4.2.5	Konventionelle Schaltungstechnik.....	102
4.2.6	Elektronische Steuerungen	104
4.2.6.1	Sicherheitsschaltgeräte	104
4.2.6.2	Programmierbare elektronische Steuerungen für Pressen	106
4.2.6.3	Sicher reduzierte Geschwindigkeit/Schrittbetrieb mit Hubbegrenzung	114
4.2.6.4	Programmierbare elektronische Steuerungen für periphere Technik	115
4.3	Hydraulische Steuerungen.....	116
4.3.1	Hydraulische Steuerungen mit Schaltventilen	117
4.3.2	Hydraulische Steuerungen mit Regelventilen	117
4.4	Elektrohydraulische Servoantriebe.....	121
4.5	Elektrische Servoantriebe	124
4.6	Pneumatische Steuerungen	126
4.7	Gesteuerte Sicherheitsbaugruppen.....	126

4.7.1	Pressensicherheitsventile zum Steuern von Kupplung und Bremse	126
4.7.2	Nockenschaltwerke	130
4.7.2.1	Rotatorische Nockenschaltwerke	130
4.7.3	Sicherheitsanzeigen	134
4.7.4	Sicherheitsbaugruppen für Pressenzylinder	134
4.8	Sicherheitsbauteile	134
5.	Pressen	137
5.1	Mechanische Exzenter- und Kurbelpressen	138
5.1.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeugwechsel	142
5.1.2	Sicherheitskonzept für Einzelhub	143
5.1.3	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb	143
5.1.4	Mechanische Altpressen	143
5.2	Pressenautomaten	146
5.2.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeugwechsel	148
5.2.2	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb	149
5.3	Mechanische Großpressen	149
5.3.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeugwechsel	152
5.3.2	Sicherheitskonzept für Einzelhubbetrieb	153
5.3.3	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb	153
5.4	Mechanische/Hydraulische Pressen zur Kaltmassivumformung	153
5.4.1	Stehende Maschinen	154
5.4.1.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeugwechsel	156
5.4.1.2	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb	156
5.4.2	Liegende Maschinen	156
5.4.2.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeugwechsel	158
5.4.2.2	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb	158
5.4.3	Mehrstufenstauchautomaten	158
5.4.3.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeugwechsel	160
5.4.3.2	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb	160
5.5	Pressenlinien mit Einzelpressen	161
5.5.1	Sicherheitskonzept für Umrüsten, Probetrieb, Werkzeugwechsel	163

5.5.2	Sicherheitskonzept für Linienbetrieb.....	163
5.6	Hydraulische Pressen	164
5.6.1	Hydraulische Ein- und Zweiständerpressen.....	170
5.6.1.1	Sicherheitskonzept für Einrichtbetrieb, Werkzeug- wechsel	171
5.6.1.2	Sicherheitskonzept für Einzelhub.....	172
5.6.1.3	Sicherheitskonzept für Automatikbetrieb.....	172
5.6.1.4	Ausführung sichere Hydraulik.....	173
5.6.1.5	Gleichlaufsysteme und Sicherheit	173
5.6.1.6	Sichere reduzierte Geschwindigkeit/Schrittbetrieb mit Hubbegrenzung	176
5.6.1.7	Zusatzfunktionen	177
5.6.2	Richtpressen.....	178
5.6.3	Hydraulische Krafteinheiten	179
5.6.4	Hydraulische Altpressen	179
5.7	Gesenkbiegepressen (Abkantpressen)	183
5.8	Hydraulisch angetriebene Schneidstationen für gepresste und verschweißte Blechformteile	193
5.9	Mechanische Servopressen	193
5.10	Spindelpressen.....	198
5.11	Pneumatische Pressen	206
6.	Pressenautomatisierung	209
6.1	Bandvorschubgeräte	209
6.2	Bandanlagen.....	211
6.3	Platinenlader	213
6.4	Transfervorschübe.....	216
6.5	Teilehandling zwischen Pressen	217
6.6	Teileabführung/Stapelanlagen.....	218
6.7	Drahtzuführanlagen	221
6.8	Massivteilstzuführungen.....	223
7.	Einrichten und sicheres Betreiben.....	225
7.1	Einrichten von Pressen.....	227
7.1.1	C-Gestell Pressen und kleine Doppelständerpressen.....	227
7.1.2	Großpressen.....	229
7.2	Nachlaufzeitermittlung.....	232
7.3	Durchführung von Messungen.....	234
7.4	Greifgeschwindigkeit	237
7.5	Mindest-Sicherheitsabstand	238
7.6	Betreiben von mechanischen Pressen	240

7.6.1	Nachlaufzeit und Hubzahl	240
7.6.2	Werkzeugobergewicht/Ausbalancierung.	241
7.6.3	Steuerdruck für Kupplung und Bremse	242
7.6.4	Überschneidung von Kupplung und Bremse.	243
7.6.5	Maximale Stößelgeschwindigkeit.	243
7.6.6	Nockenschaltwerke.	244
7.6.7	Betriebswärme/Verluste.	246
7.6.8	Werkzeugobergewicht	247
7.6.9	Sicherheitslichtschranken	247
7.6.10	Pressen mit hohen Hubzahlen	247
7.7	Betreiben von hydraulischen Pressen	248
7.7.1	Maximale Geschwindigkeit/Nachlaufweg.	248
7.7.2	Befreiung von Personen	249
7.7.3	Sichere Schleichganggeschwindigkeit	250
7.7.4	Hochhalteeinrichtung	250
7.7.5	Betriebswärme/Leckagen.	251
7.7.6	Werkzeugobergewicht	252
7.7.7	Sicherheitslichtschranken	252
7.8	Betreiben von Pressen der Massivumformung.	253
7.9	Betreiben der Pressenautomatisierung	253
7.9.1	Bandvorschubgeräte	253
7.9.2	Bandanlagen	254
7.9.3	Platinenlader	255
7.9.4	Transfervorschübe	256
7.9.5	Teilehandling.	257
7.9.6	Teileabführung/Stapelanlagen.	257
7.9.7	Massivteilzuführungen.	258
8.	Pressenwerkzeuge	259
8.1	Sichere Pressenwerkzeuge	259
8.2	Werkzeugbefestigung	260
8.2.1	Manuelles Spannen.	260
8.2.2	Automatisches Spannen.	262
8.3	Werkzeuglage und Kraftverteilung.	267
8.4	Werkzeugwechsel	268
8.5	Werkzeugtransport außerhalb der Presse	272
9.	Gefährdungen durch Lärm, Schwingungen sowie andere Einwirkungen und Stoffe	275
9.1	Lärmursachen	276
9.2	Maßnahmen zur Lärminderung	278

Inhaltsverzeichnis

9.3	Körperschallisolierung	281
9.4	Partieller Schutz und Vollschutz	281
9.5	Luftschalldämpfung	283
9.6	Schwingungsschutzmaßnahmen.	285
9.7	Gefährdungen durch andere Einwirkungen und Stoffe.	287
10.	Betriebsprüfungen	289
10.1	Betriebsanleitungen	289
10.2	Betriebsanweisungen	292
10.3	Handhabung von CE-Konformitätserklärungen	297
10.4	Handhabung Betriebssicherheitsverordnung	298
10.5	Sicherheitsprüfungen	299
11.	Sicherheitsnormen	303
11.1	Europäische Richtlinien	304
11.2	Europäische und nationale Normen.	305
11.3	Nationale Gesetze, Regelungen, Verordnungen	305
11.4	Unfallverhütungsvorschriften, BG-Regeln, DGUV Regeln	306
11.5	Fachbeiträge, Fachbücher.	307
12.	Altmaschinen, Gebrauchsmaschinen	309
12.1	Nachrüstung, Modernisierung von Altmaschinen.	309
12.2	Gebrauchsmaschinen	317
12.3	Bisherige Regelungen	320
13.	Ein Pressenunfall – was nun?	323
	Verzeichnis der Abbildungen	327
	Literaturverzeichnis.	335
	Stichwortverzeichnis	357