



BG RCI

Berufsgenossenschaft
Rohstoffe und chemische Industrie

T 009



Sichere Technik

Sicheres Betreiben von Spritzgießmaschinen

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Diese Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmerinnen oder Unternehmer nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin oder der Unternehmer“ verwendet wird.

Ausgabe 4/2026

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg
Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

Inhalt

Seite

1	Einleitung	5
2	Rechtliche Grundlagen	7
2.1	Unternehmerverantwortung	7
2.2	Beschaffung von Spritzgießmaschinen, -werkzeugen und Peripheriegeräten	7
2.2.1	Anforderungen an neue Spritzgießmaschinen	8
2.2.2	Anforderungen an gebrauchte Spritzgießmaschinen	10
2.2.3	Anforderungen an Spritzgießwerkzeuge	11
2.3	Stand der Technik	12
2.4	Änderungen an Spritzgießmaschinen	12
3	Allgemeine Hinweise zum Betreiben einer Spritzgießmaschine	14
3.1	Arten von Schutzeinrichtungen für Spritzgießmaschinen	15
3.2	Zyklus einer Spritzgießmaschine	31
3.3	Betriebsarten einer Spritzgießmaschine	32
4	Gefährdungskatalog – Übergreifende Maßnahmen	35
4.1	Grundlegende organisatorische Faktoren	36
4.1.1	Arbeitsplatzbezogene Unterweisung	36
4.1.2	Arbeitsplatzbezogene Betriebsanweisung	37
4.1.3	Koordinieren von Arbeiten	37
4.1.4	Gefährliche Arbeiten	38
4.1.5	Benutzen persönlicher Schutzausrüstungen	38
4.1.6	Erste-Hilfe-Systeme	40
4.1.7	Alarm- und Rettungsmaßnahmen	40
4.1.8	Hygiene	40
4.1.9	Arbeitsschutzorganisation	40
4.1.10	Allgemeine Kommunikation	40
4.1.11	Prüfpflichten von Arbeitsmitteln	40
4.1.12	Beschäftigungsbeschränkungen	41
4.2	Gefährdung durch Arbeitsplatzgestaltung	41
4.2.1	Arbeitsräume	41
4.2.2	Verkehrswege	42
4.2.3	Sturz auf der Ebene, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken, Fehltreten	42
4.2.4	Absturz	43
4.2.5	Behälter, Silos und enge Räume	44
4.2.6	Arbeiten am Wasser	44
4.3	Gefährdung durch ergonomische Faktoren	44
4.3.1	Schwere körperliche Arbeit	44
4.3.2	Einseitig belastende körperliche Arbeit	46
4.3.3	Beleuchtung	46
4.3.4	Klima	46
4.3.5	Informationsaufnahme	46
4.3.6	Wahrnehmungsumfang	46
4.3.7	Erschwerte Handhabbarkeit von Arbeitsmitteln	46
4.3.8	Steharbeitsplätze	46
4.3.9	Bildschirmarbeitsplätze	46
4.4	Mechanische Gefährdungen	47
4.4.1	Ungeschützte bewegte Maschinenteile	47
4.4.2	Teile mit gefährlichen Oberflächen	47

4.4.3	Transportmittel	48
4.4.4	Unkontrolliert bewegte Teile	49
4.5	Elektrische Gefährdung	49
4.5.1	Grundsätze.....	49
4.5.2	Gefährliche Körperdurchströmung.....	49
4.5.3	Lichtbögen.....	50
4.6	Gefährdung durch Stoffe.....	50
4.6.1	Gesundheitsschädigende Wirkung von Gasen, Dämpfen, Aerosolen, Stäuben, flüssigen und festen Stoffen ...	53
4.6.2	Hautbelastung	54
4.7	Gefährdung durch Brände/Explosionen.....	54
4.7.1	Brandgefahr durch Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase.....	54
4.7.2	Gefahr durch explosionsfähige Atmosphäre.....	54
4.7.3	Thermische Explosionen (durchgehende Reaktionen).....	55
4.7.4	Physikalische Explosionen (z. B. durch heiße Metallschmelzen und Wasser).....	55
4.7.5	Explosivstoffe (Sprengstoffe)	55
4.7.6	Sonstige explosionsgefährliche Stoffe (z. B. Peroxide)	55
4.8	Biologische Gefährdung.....	55
4.9	Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkung.....	56
4.9.1	Lärm	56
4.9.2	Ultraschall	57
4.9.3	Ganzkörperschwingung	58
4.9.4	Hand-Arm-Schwingung.....	58
4.9.5	Nicht ionisierende Strahlung	58
4.9.6	Ionisierende Strahlung	58
4.9.7	Elektromagnetische Felder	58
4.9.8	Kontakt mit heißen und kalten Medien; Kältearbeit – Hitzearbeit.....	58
4.9.9	Elektrostatik.....	59
4.9.10	Überdruck.....	59
4.10	Gefährdung durch psychische Belastung	59
4.11	Sonstige Gefährdungs- und Belastungsfaktoren	61
5	Gefährdungskatalog – Einzelgefährdungen und Einzeltätigkeiten	62
5.1	Gefährdungen in einzelnen Maschinenbereichen	63
5.1.1	Schließereinheit der Spritzgießmaschine	63
5.1.2	Plastifiziereinheit der Spritzgießmaschine	66
5.1.3	Hydrauliksysteme.....	68
5.1.4	Einsatz von Magnetspannsystemen	69
5.1.5	Durch Peripheriegeräte erweiterte Maschinenbereiche	70
5.1.6	Maschinen mit Ganzkörperzugang	71
5.2	Einzeltätigkeiten	72
5.2.1	Bedienen	72
5.2.2	Einrichten	76
5.2.3	Instandhalten von Spritzgießmaschinen.....	77
5.3	Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI)	82
5.4	Safety, Security und Fernwartung.....	83
Anhänge:		
Anhang 1: Sicherheitsprüfung bei Spritzgießmaschinen.....		84
Anhang 2: Muster-Betriebsanweisungen		86
Anhang 3: Kurzprüfung vor Arbeitsbeginn.....		88
Anhang 4: Kurz-Audit für Führungskräfte zum sicheren Arbeiten an Spritzgießmaschinen		89
Anhang 5: Checkliste für Sicherheitsbeauftragte		91
Anhang 6: Literaturverzeichnis		94
Anhang 7: Bildnachweis		98

1 Einleitung

Mit Spritzgießmaschinen lassen sich Spritzgießteile aus Kunststoff in großer Serie zu sehr geringen Stückkosten herstellen. Daraus erklärt sich der große Erfolg dieses Verfahrens. Durch stetige Weiterentwicklung von Materialien und Spritzgießtechnik wurden in den letzten Jahren immer neue Anwendungsmöglichkeiten für Spritzgießteile erschlossen. Spritzgießmaschinen werden nach wie vor als Einzelmaschinen betrieben. Jedoch erfolgt der Einsatz von Spritzgießmaschinen überwiegend in automatisch arbeitenden Anlagen mit pneumatischem Materialtransport sowie unter Verwendung von Peripheriegeräten wie Zuführautomaten, Dosiereinrichtungen, Entnahmegeräten, Handlinggeräten, Robotern, Montageautomaten, etc. Diese Anlagen sind als Gesamtmaschine zu betrachten und in der Gefährdungsbeurteilung entsprechend zu bewerten.

Spritzgießmaschinen fallen unter den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG¹, in der die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für das Inverkehrbringen von Maschinen festgelegt sind. Mit Wirkung zum 20. Januar 2027 ersetzt die neue Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 die bisherige Maschinenrichtlinie (2006/42/EG). Für Spritzgießmaschinen liegt mit der DIN EN ISO 20430² eine harmonisierte Norm vor, die die Anforderungen der Maschinenrichtlinie konkretisiert. Die DIN EN ISO 20430 richtet sich mit umfassenden Vorgaben im Wesentlichen an Konstrukteure und Hersteller. Für Auswahl und Betrieb von Spritzgießmaschinen stellt die Betriebssicherheitsverordnung eine wesentliche Rechtsgrundlage dar. In der Praxis werden gebrauchte Maschinen oder Maschinen, die im Unternehmen bereits betrieben wurden, gelegentlich als Bestandsmaschinen oder „Altmaschinen“ bezeichnet.

Dies bedeutet aber nicht, dass es für bereits in Betrieb befindliche Maschinen und Einrichtungen einen Bestandschutz beziehungsweise keinen Handlungsbedarf gibt. Der Unternehmer muss dafür Sorge tragen, dass die Sicherheit der Arbeitsmittel an Spritzgießmaschinen während der gesamten Verwendungsdauer nach dem Stand der Technik gegeben ist. Der Unternehmer muss in regelmäßigen Abständen prüfen, ob sich der Stand der Technik geändert hat. Daraus ergibt sich, ob zusätzliche oder neue Schutzmaßnahmen umzusetzen sind. Dies kann zum Beispiel im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erfolgen. Weitere Details zum Thema „Stand der Technik“ können dem Abschnitt 2.3 dieser Schrift entnommen werden.

In dieser Schrift sind für den Betreiber die wichtigsten Forderungen und Hinweise für die Auswahl und das sichere Betreiben von Spritzgießmaschinen zusammengefasst. „Betreiber“ im Sinne dieser Schrift sind die für den sicheren Betrieb verantwortlichen Personen, wie „der Unternehmer“, „der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin“ oder von diesen beauftragte Personen.

Sofern technische Lösungen beschrieben werden, zeigen diese beispielhaft, wie die Anforderungen der unterschiedlichen Vorschriften in der Praxis umgesetzt werden können. Dies schließt andere Lösungen, welche die gleiche Sicherheit auf andere Weise sicherstellen, nicht aus.

Weiterführende Informationen für Spritzgießbetriebe bietet die DGUV Regel 113-606 „Kunststoffindustrie, Teil 1: Branche Spritzgießen“

Die Schrift behandelt nur Gefährdungen sowie dazugehörige technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen, die im unmittelbaren Umgang mit Spritzgießmaschinen auftreten. Zu allgemeinen Anforderungen an Arbeitsplätze und Arbeitsumfeld (z. B. Anforderungen an Arbeitsstätten, Transportmittel, elektrische Betriebsmittel) wird auf die einschlägigen Vorschriften verwiesen. Wichtige Hinweise hierzu gibt das Merkblatt A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“³ der BG RCI. In den Abschnitten 4 und 5 dieser Schrift werden ausführlich Gefährdungen und mögliche Schutzmaßnahmen beschrieben. Anknüpfungspunkte sind dabei immer die in den Betrieben üblicherweise vorliegenden Kenntnisse und Erfahrungen.

Bestimmte Anwendungsfälle, wie beispielsweise der Anbau von Peripheriegeräten oder der Eingriff in die Steuerung müssen gegebenenfalls als wesentliche Veränderung der Spritzgießmaschine betrachtet werden. Bei einer wesentlich veränderten Maschine wird der Betreiber zum Hersteller mit sämtlichen aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG abzuleitenden Pflichten (siehe auch Abschnitt 2.4 dieser Schrift).

1 Siehe Anhang 6 Nr. 3

2 Siehe Anhang 6 Nr. 86

3 Siehe Anhang 6 Nr. 68

Die Schrift richtet sich in erster Linie an Verantwortliche in Unternehmen, die Spritzgießmaschinen betreiben, wie auch an Fachkräfte für Arbeitssicherheit sowie an Personen, die Maschinen planen, beschaffen, umrüsten, einrichten, instandhalten oder bedienen.

Sie ist auch als Hilfe gedacht für:

- das Erstellen von Betriebsanweisungen (siehe Abschnitt 4.1.2 und Anhang 2 dieser Schrift),
- die Durchführung von Unterweisungen (siehe Abschnitte 4.1.1 und 4.1.3 dieser Schrift),
- die Durchführung innerbetrieblicher Sicherheitsprüfungen (siehe Abschnitt 4.1.11, Anhang 1 und Anhang 3 dieser Schrift).

Maschinenspezifische Begriffsdefinitionen können dem Abschnitt 3 des Merkblatts T 008 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ der BG RCI entnommen werden.

Spezielle Fragen zum Thema Spritzgießmaschinen können an die BG RCI unter praevention-kunststoff@bgrci.de gerichtet werden.



Abbildung 1: Horizontal schließende Spritzgießmaschine (ohne Werkzeug, alle Schutzeinrichtungen sind geschlossen)

2 Rechtliche Grundlagen

2.1 Unternehmerverantwortung⁴

Das Arbeitsschutzgesetz verpflichtet im § 5 den Unternehmer für Beschäftigte, die mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln und auf dieser Grundlage Schutzmaßnahmen festzulegen, die die von der Tätigkeit ausgehenden Gefährdungen auf ein vertretbares Maß (Risiko) reduzieren (siehe Abschnitt 4 und 5 dieser Schrift). Konkret bedeutet das, dass ausschließlich der Unternehmer für den sicheren Betrieb einer Spritzgießmaschine verantwortlich ist.⁵ Diese Verantwortung umfasst auch Maßnahmen wie den Anbau von Handlinggeräten (siehe auch Abschnitte 2.4 und 5.2.3.2 zum Anbau neuer Peripheriegeräte und Abschnitt 5.1.5 zum ständigen oder regelmäßigen Anbau von Peripheriegeräten). Zu den Schutzmaßnahmen, die der Unternehmer auf Basis der Gefährdungsbeurteilung treffen muss, können auch Maßnahmen wie die Installation einer Absaugung bei zu hohen Gefahrstoffkonzentrationen oder das Zur-Verfügung-Stellen von persönlicher Schutzausrüstung gehören.

2.2 Beschaffung von Spritzgießmaschinen, -werkzeugen und Peripheriegeräten

Der Beschaffungsprozess ist der Übergang zwischen dem Bereitstellen von Produkten auf dem Markt durch den Hersteller und deren Verwendung im Betrieb. Vor dem Start des Beschaffungsprozesses ist es wichtig die eigene Rolle (Hersteller, Betreiber, Händler, Einführer) und die daraus resultierenden Verpflichtungen zu kennen. Bei der Beschaffung von Maschinen von außerhalb des EWR ist zu berücksichtigen, dass der Betreiber, sofern er Einführer und Inverkehrbringer der Maschine ist, die Herstellerpflichten übernehmen muss. Weitere Erläuterungen zu den Themen „Beschaffung von Maschinen, Herstellerpflichten und Betreiberpflichten“ bietet das Merkblatt T 008-0 „Maschinen – Herstellung, Beschaffung und Zur-Verfügung-Stellen“ der BG RCI.

Der Betreiber ist dafür verantwortlich, dass die zur Verfügung gestellten Maschinen den geltenden Rechtsvorschriften entsprechen und sicher verwendet werden können. Bei der Beschaffung von Maschinen sind zu berücksichtigen

- die vorgesehenen Einsatzbedingungen für die Verwendung zum Beispiel Automatikbetrieb, Einrichten, Montage/ Demontage, Instandhaltung,
- mögliche Gefährdungen, die von der Spritzgießmaschine selbst sowie von Peripheriegeräten ausgehen zum Beispiel Quetsch- und Scherstellen, Verbrennungen, Gefahrstoffe, Lärm,
- die Arbeitsumgebung, zum Beispiel erforderliche Arbeits- und Abstellflächen, Verkehrswege,
- vorgesehene Rohstoffe, Vorprodukte, Produkte, Spritzgießwerkzeuge, Handwerkzeuge etc.,
- geplante Zuführung von Rohstoffen (Granulat, Masterbatch), Hilfsstoffen (Kühlwasser), Energien etc.,
- geplante Entnahme der Produkte, zum Beispiel händisch, Handlinggerät, Förderband, Roboter,
- vorgesehene Betriebsabläufe, zum Beispiel manuell, teilautomatisiert, automatisiert, kollaborierend und
- die jeweilige Arbeitsorganisation.

Um bei der Auswahl der richtigen Spritzgießmaschine selbst sowie von Peripheriegeräten alle Anforderungen zu berücksichtigen, ist mit der Gefährdungsbeurteilung vor der Beschaffung zu beginnen. Werden einzelne Aspekte im Rahmen der Beschaffung nicht berücksichtigt, müssen häufig nachträglich Schutzmaßnahmen getroffen werden. Dies ist meist mit einem erhöhten Aufwand und Kosten verbunden und erzielt selten die gleiche Schutzwirkung. Häufig werden die Anforderungen der Instandhaltung unzureichend berücksichtigt. Die Empfehlung zur Betriebssicherheitsverordnung EmpfBS 1113⁶ erläutert die Vorgehensweise und gibt Hinweise zur Beschaffung von Maschinen.

Bei der Gestaltung des Kaufvertrages ist zu berücksichtigen, dass nur im Kaufvertrag genannte Beschaffenheitsanforderungen der Spritzgießmaschine selbst sowie von Peripheriegeräten zivilrechtlich auf Erfüllung einklagbar sind. Zu den Beschaffenheitsanforderungen zählen neben den produktionstechnischen Anforderungen auch formale Punkte wie zum Beispiel die Lieferung von Betriebsanleitungen, Schaltplänen, Montageanleitungen und Wartungsplänen. Daher kommt

⁴ Umfassende allgemeine Ausführungen zur Unternehmerverantwortung können dem Merkblatt A 006 „Verantwortung im Arbeitsschutz“ entnommen werden.

⁵ Siehe § 2 DGVV Vorschrift 1 und § 3 ArbSchG, Anhang 6 Nr. 58 und 5

⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 10

dem Lastenheft als Bestandteil des Kaufvertrages besondere Bedeutung zu. Ein häufiger Irrtum ist, dass sich allein aus einem Verstoß gegen das Produktsicherheitsgesetz Ansprüche für den Käufer ergeben. Das Nicht-Erfüllen von Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes durch den Verkäufer oder Hersteller führt zwar zu einer Ordnungswidrigkeit, aber nicht automatisch zu einem Anspruch des Käufers auf Erfüllung. Wichtige Inhalte des Kaufvertrages sind im Abschnitt 7 des Merkblattes T 008-0 enthalten.

Im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens muss vom Inverkehrbringer der Spritzgießmaschine die Risikobeurteilung nach Maschinenrichtlinie durchgeführt werden. Inhalte dieser Risikobeurteilung können dem Betreiber gegebenenfalls bei der Erstellung der erforderlichen Gefährdungsbeurteilung hilfreich sein.

Es gibt keinen Rechtsanspruch darauf, die Risikobeurteilung vom Hersteller einzufordern. Dies kann jedoch im Rahmen des Kaufvertrages vereinbart werden.

2.2.1 Anforderungen an neue Spritzgießmaschinen

Für eine neue Spritzgießmaschine, die ab 1.1.1995 in Betrieb genommen wurde, gilt die Maschinenrichtlinie⁷, die durch das Produktsicherheitsgesetz (früher Geräte- und Produktsicherheitsgesetz) und die Maschinenverordnung⁸ in deutsches Recht umgesetzt wurde. Danach müssen mit einer neuen Spritzgießmaschine mindestens mitgeliefert werden:

- die Kennzeichnung nach Anhang I der Maschinenrichtlinie,
- die EG-Konformitätserklärung nach Anhang II der Maschinenrichtlinie,
- eine Betriebsanleitung nach Anhang I der Maschinenrichtlinie inklusive der Schaltpläne und
- die CE-Kennzeichnung.

In der Maschinenrichtlinie und besonders in deren Anhang I ist eine Reihe von Schutzziele aufgeführt. Diese werden als erfüllt angesehen, wenn eine Spritzgießmaschine nach der jeweils geltenden Fassung der Norm DIN EN ISO 20430⁹ hergestellt wurde.¹⁰

Bis zum 19.01.2027 gilt die „alte“ Maschinenrichtlinie. Hier werden im Anhang IV besonders gefährliche Maschinen genannt. Spritzgießmaschinen fallen in der Regel unter den Anhang IV der Maschinenrichtlinie. Der Hersteller muss für diese Maschinen ein Konformitätsbewertungsverfahren nach Art. 12 der Maschinenrichtlinie durchführen. Mit Wirkung zum 20.01.2027 tritt die Maschinenverordnung (EU) 2023/1230¹¹ in Kraft, wodurch sich diverse formale, aber nur wenige praktische Themen verändern. Vertiefende Details zu diesem Thema liefert mit Inkrafttreten der Maschinenverordnung das Merkblatt T008-0 der BG RCI. Spritzgießmaschinen fallen dann in der Regel unter den „Anhang I, TEIL B, Nr. 10.“ der Maschinenverordnung (EU) 2023/1230. Der Inverkehrbringer hat demzufolge ein Konformitätsbewertungsverfahren für Maschinen und dazugehörige Produkte im Sinne des Artikels 25 der Maschinenverordnung durchzuführen.

Bei der Durchführung des Konformitätsbewertungsverfahrens ist es gegebenenfalls erforderlich, eine notifizierte Prüfstelle hinzuzuziehen. Darauf kann verzichtet werden, wenn

- die Maschine nach der harmonisierten Norm DIN EN ISO 20430 gebaut ist (eine Prüfpflicht ergibt sich nur dann, wenn die Spritzgießmaschine in wesentlichen sicherheitsrelevanten Merkmalen von den Anforderungen der DIN EN ISO 20430 abweicht) und der Hersteller das Konformitätsbewertungsverfahren nach Anhang VIII der Maschinenrichtlinie mit interner Fertigungskontrolle durchführt oder
- das in Anhang X der Maschinenrichtlinie beschriebene Verfahren der umfassenden Qualitätssicherung anwendet oder
- die Betriebsart Halbautomatik (zyklisches Einlegen und/oder Entnehmen von Spritzgießteilen) steuerungsbedingt nicht möglich ist (die Spritzgießmaschine fällt in diesem Fall nicht unter Anhang IV der Maschinenrichtlinie).

⁷ Welche Maschinenrichtlinie gilt, hängt vom Zeitpunkt ab, zu dem die Maschine ab dem 1.1.1995 erstmals in Verkehr gebracht wurde. Bei Maschinen, die bis zum 28.12.2009 in Verkehr gebracht wurden gilt die 98/37/EG. Ab dem 29.12.2009 gilt die 2006/42/EG und ab 20.1.2027 die Maschinenverordnung (EU) 2023/1230, siehe Anhang 6 Nr. 2, 3 und 4

⁸ Siehe Anhang 6 Nr. 20 und 21

⁹ Siehe Anhang 6 Nr. 86

¹⁰ Bei der DIN EN ISO 20430 handelt es sich um eine sogenannte Typ-C-Norm. Die Einhaltung einer Typ-C-Norm löst die sogenannte Vermutungswirkung aus. Das bedeutet, dass bei Einhaltung der Norm unterstellt wird, dass die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten sind.

¹¹ Siehe Anhang 6 Nr. 4

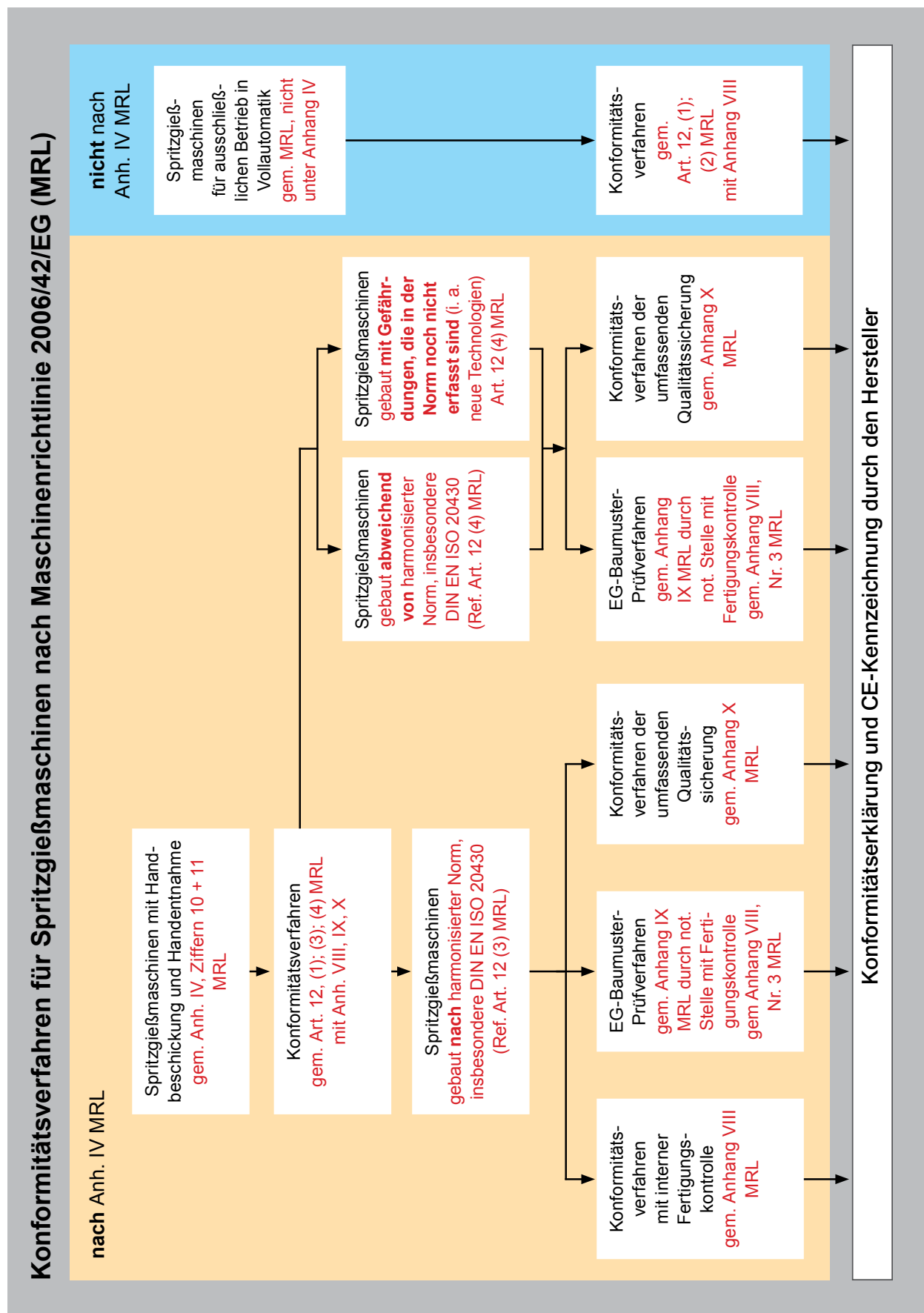


Abbildung 2: Konformitätsbewertungsverfahren

Bei Anlieferung und Erstinbetriebnahme von Spritzgießmaschinen sollte die im Anhang 1 dieser Schrift enthaltene Checkliste beachtet werden. Es wird empfohlen, auch die im Mediacenter der BG RCI zur Verfügung gestellte Checkliste des Merkblattes T 008-1 „Checklisten Maschinen, Prüfung vor Erstinbetriebnahme“¹² in ihren einschlägigen Abschnitten zu beachten. Außerdem wird bei der Erstinbetriebnahme eine gemeinsame Abnahme der aufgestellten und betriebsbereiten Spritzgießmaschine mit dem Hersteller anhand der Checklisten empfohlen.

2.2.2 Anforderungen an gebrauchte Spritzgießmaschinen

Arbeitsmittel (Spritzgießmaschinen und ihre Peripheriegeräte) müssen gemäß § 5 Abs. 1 Betriebssicherheitsverordnung¹³ unabhängig ihres Alters bei ihrer Verwendung sicher sein. Vor Inbetriebnahme – zweckmäßigerweise vor dem Kauf – ist vom Betreiber zu prüfen, ob diese Forderung erfüllt ist. Folgende Fälle sind dabei zu unterscheiden.

Fall 1: Die Spritzgießmaschine war im europäischen Wirtschaftsraum schon in Betrieb

Es sind die Beschaffenheitsanforderungen der Betriebssicherheitsverordnung zu erfüllen.

Diese gelten bei einer horizontal schließenden Spritzgießmaschine mit beweglichen verriegelten trennenden Schutz-einrichtungen – ein sehr häufiger Fall – als erfüllt, wenn die Maschine die zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme gültige Norm DIN EN 201 oder die DIN EN ISO 20430¹⁴ einhält und darüber hinaus die folgenden Eigenschaften aufweist:

- Schlauchleitungen, die Armaturen mit Rohrstutzen und Schneidring besitzen, dürfen nicht mehr verwendet werden; noch vorhandene sind sofort auszutauschen.
- Verwendung von Flansch- oder Dichtkegel-Armaturen (DKO-Armaturen).
- Es muss eine Abdeckung oberhalb der Plastifiziereinheit des Einspritzaggregats, die ein unmittelbares Berühren der heißen Plastifizierbänder verhindert, vorhanden sein. Anforderungen an die Oberflächentemperatur der Abdeckung bestehen nicht.
- Hydraulikeinrichtungen in Arbeitsbereichen, in denen sich Beschäftigte aufhalten, müssen so gestaltet sein, dass die Personen gegen herausspritzendes Öl beziehungsweise gegen umherfliegende oder peitschende Schlauchleitungen oder wegfliegende Schlauchleitungsteile geschützt ist (siehe Abbildung 3 und Abschnitt 5.1.3).

Der Käufer oder die Käuferin sollte sich von dem Verkäufer oder der Verkäuferin die Mängelfreiheit und die Einhaltung der Anforderungen des Standes der Technik schriftlich bestätigen lassen. Anhaltspunkte zur Prüfung des Standes der Technik bilden die Normen DIN EN 201 und DIN EN ISO 20430.



Abbildung 3: Normgerecht eingebundener Schlauch

¹² Siehe Anhang 6 Nr. 77

¹³ Siehe Anhang 6 Nr. 6

¹⁴ Siehe Anhang 6 Nr. 86

Fall 2: Die Spritzgießmaschine war im europäischen Wirtschaftsraum schon in Betrieb – es wurden oder werden aber „wesentliche Veränderungen“ vorgenommen

Diese Spritzgießmaschine ist als Neumaschine zu betrachten. Für das Inverkehrbringen und Verwenden muss sie daher den Vorschriften für neue Maschinen entsprechen (siehe Abschnitt 2.2.1 dieser Schrift).

Wann die Veränderungen an einer Spritzgießmaschine als wesentlich anzusehen sind, kann anhand des Merkblatts T 008-0 der BG RCI eingeschätzt werden.¹⁵

Aus der dortigen Darstellung ergibt sich, dass eine Veränderung, die ausschließlich dazu dient, die Sicherheit der Spritzgießmaschine zu erhöhen, nicht als wesentliche Veränderung anzusehen ist. Auch das sogenannte Aufarbeiten einer Spritzgießmaschine, wenn damit lediglich gemeint ist, die Maschine durch Reparatur, Instandhaltung, optische Maßnahmen (z. B. einen neuen Anstrich) wieder in den Urzustand zu versetzen, erfüllt diese Anforderungen nicht, da diese Änderungen die Sicherheit der Maschine nicht beeinflussen.

Nimmt der **Verkäufer oder die Verkäuferin** wesentliche Veränderungen vor, sind alle Vorschriften, die sich an den Hersteller einer neuen Spritzgießmaschine richten, zu erfüllen.

Fall 3: Die Spritzgießmaschine war außerhalb des europäischen Wirtschaftsraumes schon in Betrieb – sie wird eingeführt

Diese Spritzgießmaschine wird innerhalb des europäischen Wirtschaftsraumes erstmalig in Verkehr gebracht. Es gelten daher die Bestimmungen für neue Maschinen (siehe Abschnitt 2.2.1 dieser Schrift). Dies ist in aller Regel mit einem hohen Aufwand verbunden, weil das vollständige Verfahren nach Art. 5 der Maschinenrichtlinie durchlaufen werden muss.

2.2.3 Anforderungen an Spritzgießwerkzeuge

Da jedes Produkt, das in Deutschland auf dem Markt bereitgestellt wird, unter das Produktsicherheitsgesetz fällt, ergibt sich für den Hersteller von Spritzgießwerkzeugen die Verpflichtung, dass das Produkt sicher sein muss.

Dies bedeutet auch für „einfache“ Spritzgießwerkzeuge, dass diese nach dem Stand der Technik sicher sein müssen. Zusätzlich schließt das auch Begleitdokumente ein, wenn sie zum sicheren Gebrauch/zur sicheren Verwendung des Produkts erforderlich sind.

Für den Betreiber sind die Angaben in den Begleitdokumenten des Produktes wichtige Informationen für die zu erstellenden Gefährdungsbeurteilungen und den sicheren Gebrauch.

Bei dem Verkauf, Kauf und Einsatz von Spritzgießwerkzeugen ergeben sich sehr häufig Fragenstellungen bzgl. der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, die von den Akteuren, Hersteller und Betreiber, beantwortet werden müssen. Dabei steht an erster Stelle die Frage, ob diese Erzeugnisse vom Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG¹⁶ erfasst werden und unter anderem eine CE-Kennzeichnung und EG-Konformitätserklärung erforderlich ist.

Die Beschreibungen/Ausführungen in der Schrift Fachbereich AKTUELL FBHM-068¹⁷, des DGUV Fachbereichs Holz und Metall, thematisieren, mit Bezug zu den Werkzeugen und Formen, die Begriffe „Maschinen“, „auswechselbare Ausrüstungen“ und „unvollständige Maschinen“ der Maschinenrichtlinie. Daher können sie für die Unterstützung bei der Beurteilung

¹⁵ Siehe auch Abschnitt 6.1 des Merkblatts T 008-0, siehe Anhang 6 Nr. 76

¹⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 3

¹⁷ Siehe Anhang 6 Nr. 55

hilfreich sein. Wobei jedoch zu beachten ist, dass es sich hierbei um Einzelfallentscheidungen handelt, weshalb auch keine Definitionen für „einfache“ und „komplexe“ Spritzgießwerkzeuge existieren.

Die Begründungen mit Bezug zu „einfachen“ Spritzgießwerkzeugen führen dazu, dass diese nicht von der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG erfasst werden, das heißt nicht unter die Begriffe „Maschinen“, „auswechselbare Ausrüstungen“ und „unvollständige Maschinen“ fallen.

Bei „komplexen“ Spritzgießwerkzeugen, die beispielhaft mit eigenen Antrieben etc. ausgeführt werden, kann hingegen die Bewertung dazu führen, dass es sich um eine auswechselbare Ausrüstung gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG handelt. Zusätzlich zeigen die Begründungen im Fachbereich AKTUELL auf, dass auch diese Produkte nicht unter die Begriffe „Maschinen“ beziehungsweise „unvollständige Maschinen“ fallen.

2.3 Stand der Technik

Maschinen sind Arbeitsmittel im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung. Im Bereich der Kunststofffertigung werden Maschinen und Peripheriegeräte verwendet, die oftmals über viele Jahre im Einsatz sind. In der Praxis werden diese Maschinen als „Altmaschinen“ oder „Bestandsmaschinen“ bezeichnet.

Es ist festzuhalten, dass es keinen Bestandsschutz für Maschinen gibt, da nach § 3 Abs. 7 der Betriebssicherheitsverordnung gefordert wird, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung regelmäßig zu überprüfen, ob der „Stand der Technik“ bei den jeweiligen Maschinen berücksichtigt ist.

Der Stand der Technik entwickelt sich ständig weiter. Es stellt sich hierbei die Frage, in welchem Umfang eine Nachrüstung von Maschinen vorzunehmen ist. Wichtige Hinweise hierzu gibt die Empfehlung zur Betriebssicherheit EmpfBS 1114 „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“¹⁸.

Maschinen dürfen erst verwendet werden, nachdem der Unternehmer

- eine Gefährdungsbeurteilung (§ 3 BetrSichV) durchgeführt hat,
- die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und
- festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.

Die in dieser Schrift dargestellten grundlegenden Sicherheitskonzepte und Schutzprinzipien müssen deshalb auch weitgehend auf ältere Maschinen übertragen werden.

Eine vollständige Nachrüstung auf den Stand der Technik ist jedoch nicht in jedem Fall notwendig.

Die Grenze für eine Nachrüstung ist erreicht, wenn der damit verbundene Aufwand nicht mehr verhältnismäßig ist. Dieser Sachverhalt liegt vor, wenn mit einem hohen Aufwand nur ein kleiner Sicherheitsgewinn verbunden ist.

Orientierung geben können die Checklisten zum Merkblatt T 008 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“¹⁹. Aufgrund der Komplexität des Themas ist häufig die Unterstützung durch Fachleute erforderlich.

2.4 Änderungen an Spritzgießmaschinen

Unter Änderungen an Spritzgießmaschinen kann sowohl der Umbau der Maschine selbst als auch der Anbau von Peripheriegeräten verstanden werden.

Durch die Erweiterung von Spritzgießmaschinen mit zusätzlichen Maschinen, zum Beispiel mit Entnahmegeräten oder Montageeinrichtungen, können folgende Fragen auftreten:

¹⁸ Siehe Anhang 6 Nr. 11

¹⁹ Siehe Anhang 6 Nr. 75

- Ist eine Gesamtheit von Maschinen²⁰ entstanden?
- Liegt eine wesentliche Veränderung²¹ vor?
- Ist für die entstehende Gesamtheit von Maschinen eine Konformitätserklärung erforderlich?

Gemäß den Anforderungen der Maschinenrichtlinie liegt eine Gesamtheit von Maschinen vor, wenn ein produktionstechnischer und gleichzeitig ein sicherheitstechnischer Zusammenhang gegeben ist. Es muss daher geklärt werden, ob die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- Die Maschinen beziehungsweise unvollständigen Maschinen müssen als Gesamtheit angeordnet sein, zusammenwirken und betätigt werden, das heißt eine Einheit bilden und auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtet sein, zum Beispiel die Herstellung eines Produktes.
- Die Maschinen müssen über eine gemeinsame (sicherheitsrelevante) Steuerung verfügen, die die Sicherheit der Gesamtheit von Maschinen gewährleistet.
- Es müssen gemeinsame Schutzeinrichtungen vorhanden sein, zum Beispiel eine bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung, die auf alle Maschinen der Gesamtheit wirkt (Hinweis: Ein gemeinsamer Not-Halt, als einzige sicherheitstechnische Verbindung zwischen den Maschinen, ist hierfür nicht ausreichend).

Eine Hilfestellung und zusätzliche Erklärung zur Beurteilung, ob es sich um eine Gesamtheit von Maschinen handelt, bietet das Interpretationspapier zum Thema „Gesamtheit von Maschinen“ (Bek. d. BMAS v. 5.5.2011, IIIb5-39607-3)²² mit einem Ablaufschemas, das die Entscheidungsschritte darstellt.

Zur Bewertung, ob eine wesentliche Veränderung vorliegt, kann das Merkblatt T 008-0²³ der BG RCI verwendet werden. Es enthält auch ein Diagramm, das die Bewertungskriterien zusammenfasst;

Zusätzliche Informationen gibt das BMAS in seinem Interpretationspapier zum wesentlichen Verändern von Maschinen (siehe Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 10 vom 9. April 2015 Seiten 184 ff).

Falls eine wesentliche Veränderung vorliegt, ist für die dann „neue“ Maschine eine Konformitätserklärung zu erstellen. Dies gilt auch für die Gesamtheit von Maschinen.

Nimmt der Betreiber selbst wesentliche Veränderungen vor, so wird er damit zum Hersteller und hat alle Vorschriften zu erfüllen, die an den Hersteller einer neuen Spritzgießmaschine gerichtet sind. Dies gilt auch, wenn die Spritzgießmaschine nur im eigenen Hause verwendet wird.²⁴ Man spricht hier auch von Eigenbau.

Es ist empfehlenswert, den Hersteller der Einbaumaschine oder den Hersteller der Spritzgießmaschine vertraglich zu verpflichten, den Einbau vorzunehmen und falls eine wesentliche Veränderung vorliegt, die Konformität zu erklären.

²⁰ Abschnitt 4.1.1 des Merkblatts T 008-0, siehe Anhang 6 Nr. 76

²¹ Dieses Thema behandelt Merkblatt T 008-0, siehe Anhang 6 Nr. 76

²² Das Interpretationspapier ist auf der Homepage der BAuA www.baua.de unter dem Suchbegriff „Gesamtheit von Maschinen“ verfügbar.

²³ Siehe Anhang 6 Nr. 76

²⁴ Abschnitt 6 des Merkblatts T 008-0, siehe Anhang 6 Nr. 76

3 Allgemeine Hinweise zum Betreiben einer Spritzgießmaschine

Die Anforderungen für das Betreiben sind für alle Spritzgießmaschinen gleich und finden sich insbesondere in den folgenden Vorschriften und Regeln²⁵:

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- Betriebssicherheitsverordnung

Spritzgießmaschinen dürfen nur eingerichtet werden, wenn die Schutzeinrichtungen wirksam sind. Von dieser Forderung darf nur unter besonderen Voraussetzungen abgewichen werden, die im Abschnitt 4.2.3.2 zu Sonderbetriebsarten der DIN EN ISO 20430 beschrieben werden.²⁶

Hersteller beziehungsweise Lieferanten einer Spritzgießmaschine müssen eine in deutscher Sprache abgefasste Betriebsanleitung beziehungsweise ein Betriebshandbuch mitgeben.²⁷ Darin sind unter anderem enthalten:

- Alle Hinweise für eine bestimmungsgemäße und sichere Verwendung.
- Die für Inbetriebnahme, Wartung, Inspektion, Überprüfung der Funktionsfähigkeit und Reparatur der Maschine notwendigen Pläne und Schemata.

Vom Hersteller muss auf jeder Spritzgießmaschine mindestens folgende Kennzeichnung angebracht sein²⁸:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten
- Bezeichnung der Maschine
- CE-Kennzeichnung
- Baureihen- oder Typbezeichnung
- Gegebenenfalls Seriennummer
- Baujahr
- Größenangabe (Schließkraft in kN und das rechnerische Hubvolumen in cm³ bezogen auf einen Spritzdruck von 100 MPa)
- Zugriffs- oder Zugangsstellen
- Warnhinweise auf heißen Teilen wie Temperierschläuchen und ihren Verbindungen, Werkzeugen, Heizelementen und Düsen

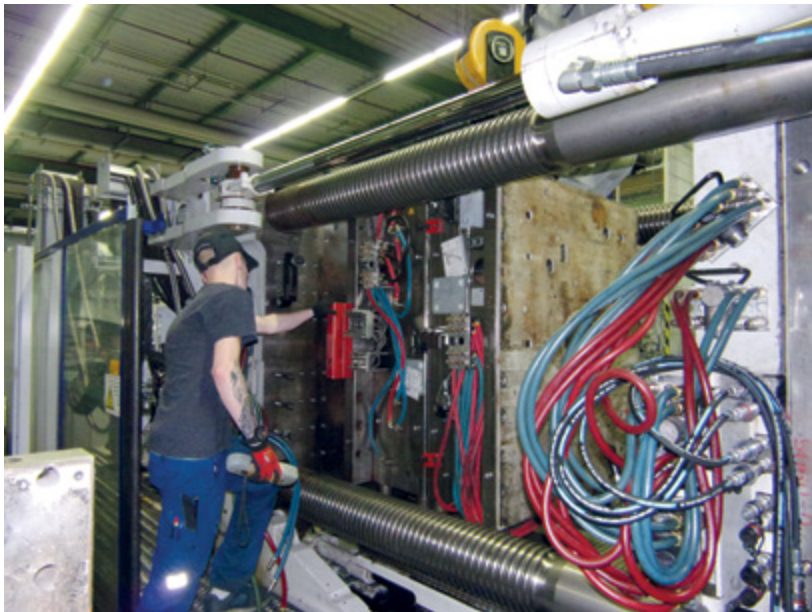


Abbildung 4: Spritzgießmaschine

²⁵ Siehe Anhang 6 Nr. 58, 6 und 29

²⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 86

²⁷ Anhang 1 Nr. 1.7.4 der Maschinenrichtlinie, siehe Anhang 6 Nr. 3

²⁸ Abschnitt 6.3 DIN EN ISO 20430, siehe Anhang 6 Nr. 86

3.1 Arten von Schutzeinrichtungen für Spritzgießmaschinen

Der Zugriff oder Zugang zu den Gefahrenbereichen der Spritzgießmaschine ist nach der einschlägigen Norm DIN EN ISO 20430 üblicherweise verhindert durch die Einhaltung der erforderlichen Sicherheitsabstände zu den Gefahrenbereichen gemäß DIN EN ISO 13855²⁹ (für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – BWS³⁰; üblicherweise als Lichtvorhang) und DIN EN ISO 13857³¹ (für trennende Schutzeinrichtungen). Die erforderlichen Sicherheitsabstände für trennende Schutzeinrichtungen zeigt die folgende Tabelle:

Höhe des Gefährdungsbereiches* <i>a</i>	Höhe der schützenden Konstruktion* <i>b</i>								
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500
	Waagerechter Sicherheitsabstand zum Gefährdungsbereich <i>c</i>								
2 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 400	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2 200	600	600	500	500	400	350	250	0	0
2 000	1 100	900	700	600	500	350	0	0	0
1 800	1 100	1 000	900	900	600	0	0	0	0
1 600	1 300	1 000	900	900	500	0	0	0	0
1 400	1 300	1 000	900	800	100	0	0	0	0
1 200	1 400	1 000	900	500	0	0	0	0	0
1 000	1 400	1 000	900	300	0	0	0	0	0
800	1 300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1 200	500	0	0	0	0	0	0	0
400	1 200	300	0	0	0	0	0	0	0
200	1 100	200	0	0	0	0	0	0	0
0	1 100	200	0	0	0	0	0	0	0

* Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1 000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung des Körpers nicht ausreichend einschränken.
** Für Gefährdungsbereiche über 2 500 mm, siehe 4.2.1 der Norm.

Abbildung 5: Hinüberreichen über schützende Konstruktionen – niedriges Risiko nach DIN EN ISO 13857

Da bei Spritzgießmaschinen üblicherweise alle Gefahrstellen nur durch das Öffnen beweglicher verriegelter trennender Schutzeinrichtungen erreicht werden können, fordert die DIN EN ISO 20430 die Einhaltung der Sicherheitsabstände für geringes Risiko nach Tabelle 1 der DIN EN ISO 13857. Der Betreiber der Spritzgießmaschine muss insbesondere beim Wechsel des Werkzeugs oder dem Anbau von Zusatzeinrichtungen vor der Wiederinbetriebnahme prüfen, ob die Sicherheitsabstände eingehalten sind.

Sofern eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung eingesetzt wird, sind die Sicherheitsabstände gemäß Tabelle 1 der DIN EN ISO 13855 gegen Umgreifen zu beachten, die von den oben angegebenen Werten abweichen.³²

Beim Durchgreifen durch das Schutzfeld der BWS ist darüber hinaus sicherzustellen, dass das Stillsetzen der gefahrbringenden Bewegung so schnell erfolgt, dass die Gefahrstelle erst gar nicht erreicht werden kann.

Der Betreiber muss durch regelmäßige Messung der Nachlaufzeit sicherstellen, dass der vorhandene Sicherheitsabstand noch ausreichend ist.

²⁹ Siehe Anhang 6 Nr. 90

³⁰ BWS steht für berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (siehe auch Merkblatt T 008 Anhang 6 Nr. 75).

³¹ Siehe Anhang 6 Nr. 92

³² Weitere Ausführungen siehe Abschnitt 6.3.2 des Merkblatts T 008.

Maße in Millimeter

Höhe des Gefährdungsbereichs a	Höhe der Oberkante des Schutzbereiches der berührungslos wirkenden Schutteinrichtung b											
	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 600
	Zusätzlicher Abstand zum Gefährdungsbereich C_{RO}											
2 600 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2 400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2 200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2 000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1 800	1 100	1 100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1 600	1 150	1 150	1 100	1 000	900	850	750	450	0	0	0	0
1 400	1 200	1 200	1 100	1 000	900	850	650	0	0	0	0	0
1 200	1 200	1 200	1 100	1 000	850	800	0	0	0	0	0	0
1 000	1 200	1 150	1 050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1 150	1 050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1 050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anmerkung: Für weitere Angaben, siehe Anmerkungen in Tabelle 1 der Norm.

* Eine Annäherung an den Gefährdungsbereich durch Hinüberreichen ist unmöglich.

Abbildung 6: Hinüberreichen über das senkrechte Schutzbereich einer berührungslos wirkenden Schutteinrichtung – nach DIN EN ISO 13855

In Spritzgießmaschinen werden überwiegend bewegliche verriegelte trennende Schutteinrichtungen (kein Lochblech) verwendet, da nur diese dafür geeignet sind, ausspritzende Formmasse zurückzuhalten. Sofern das Herausspritzen von Formmasse nicht auftreten kann (z. B. bei Spritzgießmaschinen für Gummi), können auch berührungslos wirkende Schutteinrichtungen zum Einsatz kommen. Zweihandschaltungen sollten nur dann als Schutz- und Steuereinrichtung verwendet werden, wenn andere Schutteinrichtungen nicht möglich sind.

Bezüglich der Verwendung von Schutteinrichtungen werden in der Norm DIN EN ISO 20430 auf der Grundlage einer Risikobeurteilung, mit Bezug zu dem jeweiligen Sicherheitsniveau, drei Schutztypen, Schutztyp I, II und III unterschieden zu denen nachfolgend einige Beispiele vorgestellt werden.

(Bezüglich der Qualifizierung der in den nachfolgenden Abbildungen aufgeführten Bauteile nach DIN EN ISO 13849-1; $PL_r = a$ bis $PL_r = e$; siehe Abschnitt 4.5 des Merkblatts T 008.)

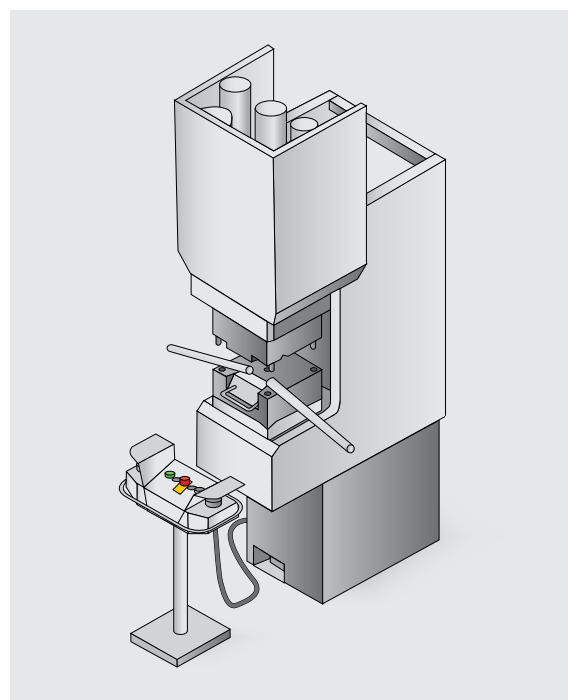


Abbildung 7: Eckenanspritzmaschine, dargestellt ohne Schutteinrichtungen (Eckenanspritzmaschinen werden im Allgemeinen mit Zweihandschaltungen gesteuert.)

1. Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen³³ Schutztyp I gemäß DIN EN ISO 20430, Anhang B

Schutzeinrichtungen des Schutztyps I sind als 1-kanalige Verriegelungen mit einem Positionsschalter und einem Abschalt-element ausgeführt. Dies bedeutet, dass als Abschalt-element für hydraulische Achsen zum Beispiel ein Hydraulikventil oder für elektrische Achsen zum Beispiel ein elektromechanisches Bauteil oder eine Motor-Steuereinheit verwendet wird. Nachfol-gend werden beispielhaft einige Ausführungen in den Abbildungen dargestellt.

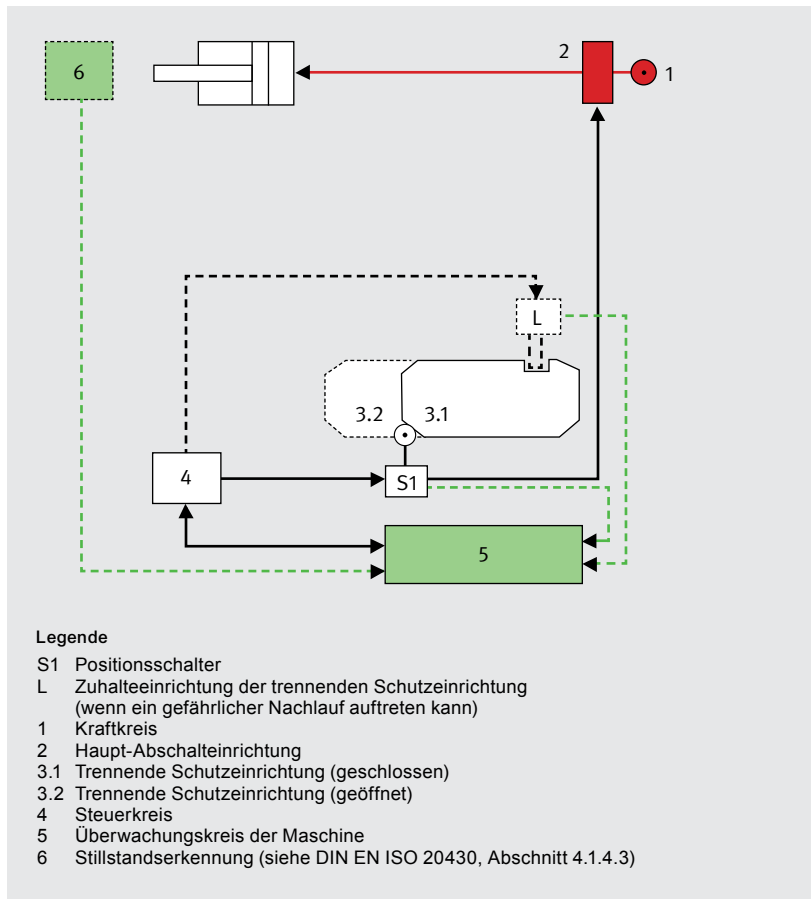


Abbildung 8: Beispiel einer Schutz-einrichtung Schutztyp I, mit einem Positionsschalter und einer hydraulischen Abschalt-einrichtung

³³ Siehe Anhang 6 Nr. 87

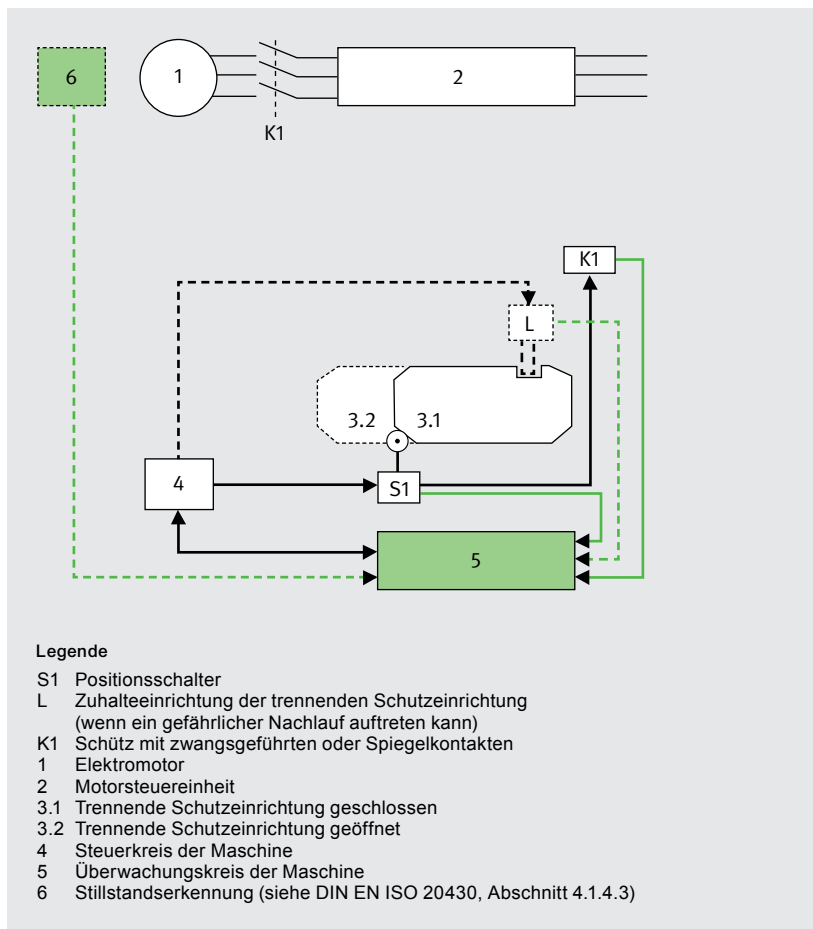


Abbildung 9: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp I, mit einem Positionsschalter und einem elektromechanischen Bauteil als Abschalteinrichtung

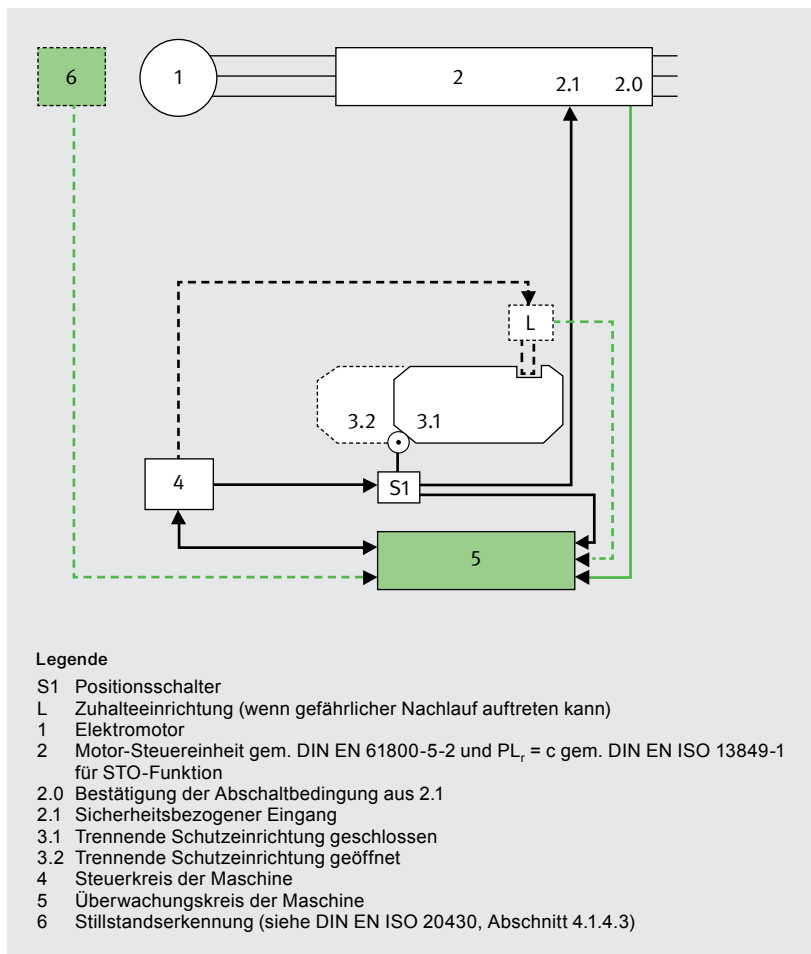


Abbildung 10: Beispiel einer Schutteinrichtung Schutztyp I, mit einem Positionsschalter und einer Motor-Steuereinheit als Abschaltseinrichtung

Bei Schutteinrichtungen des Schutztyps I kann ein Fehler oder das Versagen eines Bauteiles grundsätzlich zum Versagen der Sicherheitsfunktion führen. Bei elektrischen Achsen ist eine Zuhaltung nur dann erforderlich, wenn die Nachlaufzeit größer ist als die Zugriffszeit beim Öffnen der Schutteinrichtung. Aus diesem Grund sind diese Verriegelungen gemäß der in der Norm vorgenommenen Risikobewertung nur für weniger gefährliche Funktionen beziehungsweise Gefahrenbereiche zugelassen wie beispielsweise für

- das Vorfahren der Spritzeinheit,
- das Einspritzen von Formmasse,
- die Bewegung der Plastifizierschnecke.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die typische Ausführung einer beweglichen verriegelten trennenden Schutteinrichtung im Düsenbereich.



Abbildung 11: Typische Ausführung einer beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtung im Düsenbereich

2. Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen Schutztyp II gemäß DIN EN ISO 20430, Anhang C

Eine Schutzeinrichtung des Schutztyps II ist eine 1-kanalige Verriegelung mit zwei überwachten Positionsschaltern und einem Abschaltelement. Dies bedeutet, dass als Abschaltelement für hydraulische Achsen, zum Beispiel ein Hydraulikventil oder für elektrische Achsen, zum Beispiel ein elektromechanisches Bauteil oder eine Motor-Steuereinheit verwendet wird. Nachfolgend werden beispielhaft einige Ausführungen in den Abbildungen dargestellt.

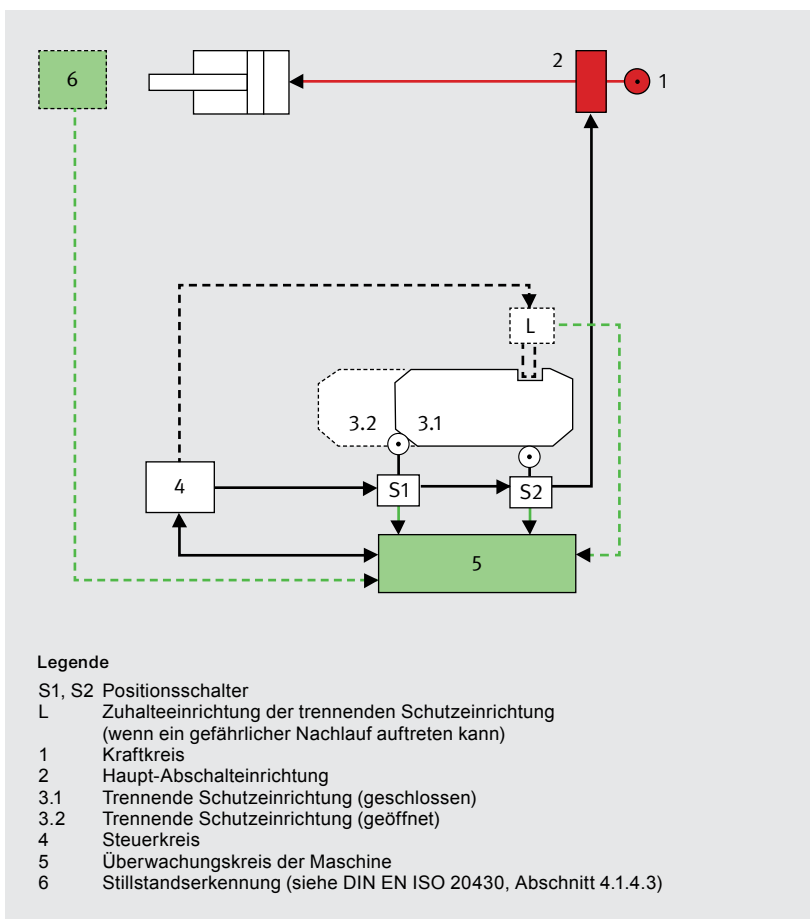


Abbildung 12: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp II, mit zwei Positionsschaltern und einer hydraulischen Abschalteinrichtung

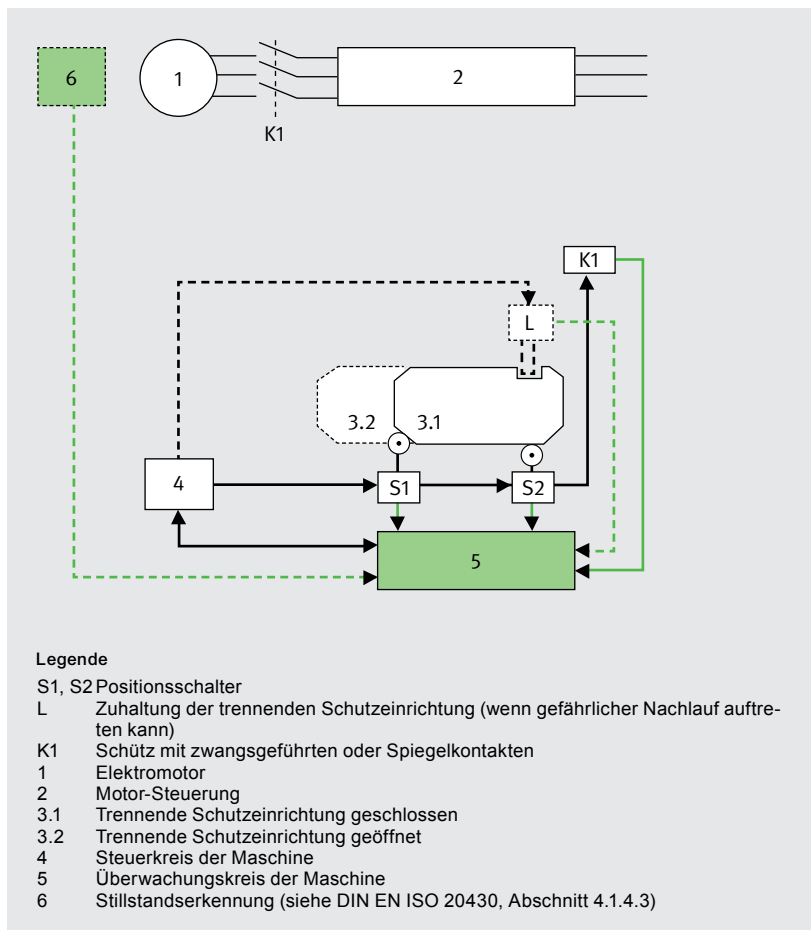


Abbildung 13: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp II, mit zwei Positionsschaltern und einem elektromechanischen Bauteil als Abschalteneinrichtung

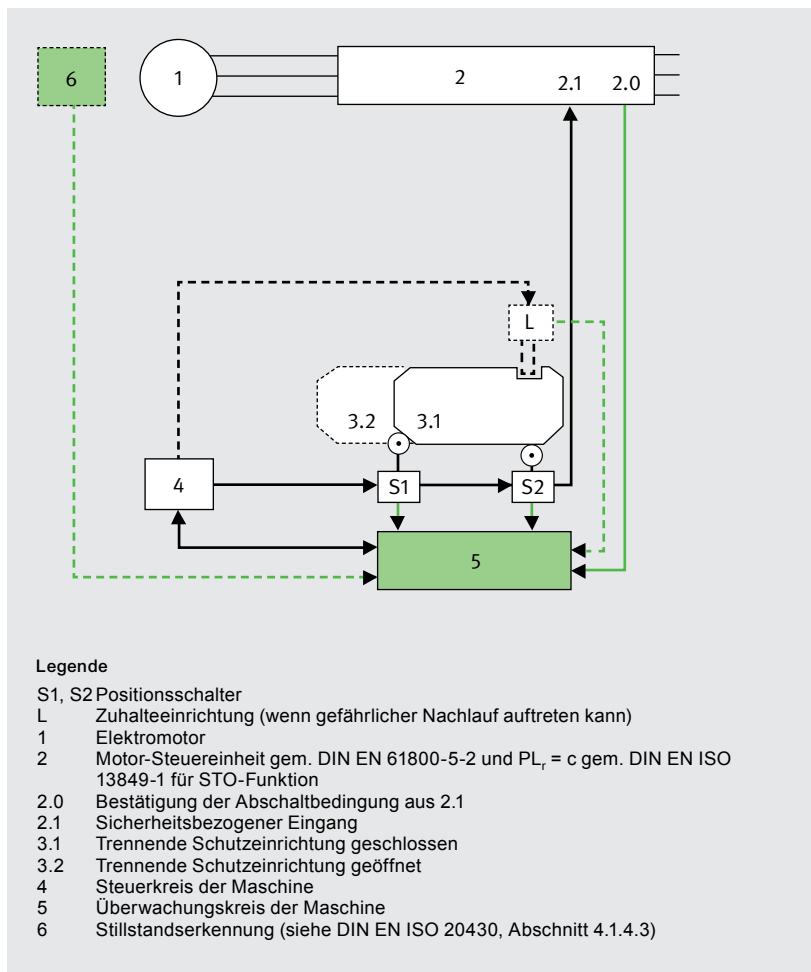


Abbildung 14: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp II, mit zwei Positionsschaltern und einer Motor-Steuereinheit als Abschalteinrichtung

Das Versagen eines Positionsschalters wird von der Steuerung erkannt und bewirkt eine Unterbrechung der gefährbringenden Bewegung. Das Versagen des Abschaltelementes führt jedoch zu einem Ausfall der Sicherheitsfunktion. Bei elektrischen Achsen kann auf eine Zuhaltung verzichtet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

- die Nachlaufzeit kleiner ist als die Zugriffszeit beim Öffnen der Schutzeinrichtung oder
- die Motor-Steuereinheit ein höheres Sicherheitsniveau für den Stillstand und das sichere Stillsetzen aufweist³⁴. Entsprechende Hinweise müssen in der Betriebsanleitung der Motor-Steuereinheit vorhanden sein.

Schutztyp II-Verriegelungen werden unter anderem in folgenden Bereichen eingesetzt:

- Schutzeinrichtungen für den Bereich der Antriebe hinter der beweglichen Aufspannplatte
- Verriegelung der Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer durch die Schutzeinrichtung des Werkzeugbereichs

3. Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen Schutztyp III gemäß DIN EN ISO 20430, Anhang D

Schutzeinrichtungen des Schutztyps III sind 2-kanalige Verriegelungen, bei denen folgende Sensor-Systeme zu Einsatz kommen können:

- drei Positionsschalter oder
- zwei Positionsschalter mit Sicherheitseinrichtung oder
- ein kontaktloser Positionsschalter.

³⁴ Siehe DIN EN ISO 20430, siehe Anhang 6 Nr. 86

Die Abschaltung der Aktoren erfolgt immer über zwei unabhängige Abschalteinrichtungen. Bei den Abschalteinrichtungen kann es sich um zwei nicht-elektrische Achsen (z. B. Hydraulikventile), um zwei elektrische Achsen (z. B. elektromechanische Bauteile oder Motor-Steuerungen), oder um eine Kombination handeln. Nachfolgend werden beispielhaft einige Ausführungen in den Abbildungen dargestellt.

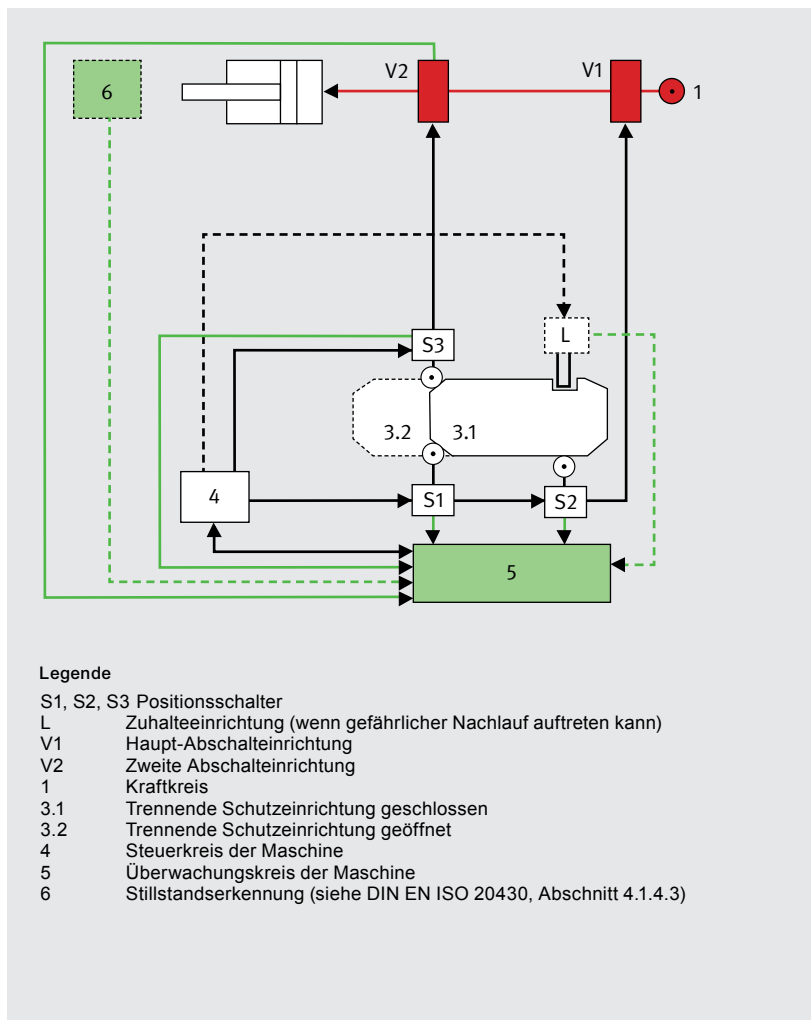


Abbildung 15: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp III, mit drei Positionsschaltern und zwei hydraulischen Abschalteinrichtungen

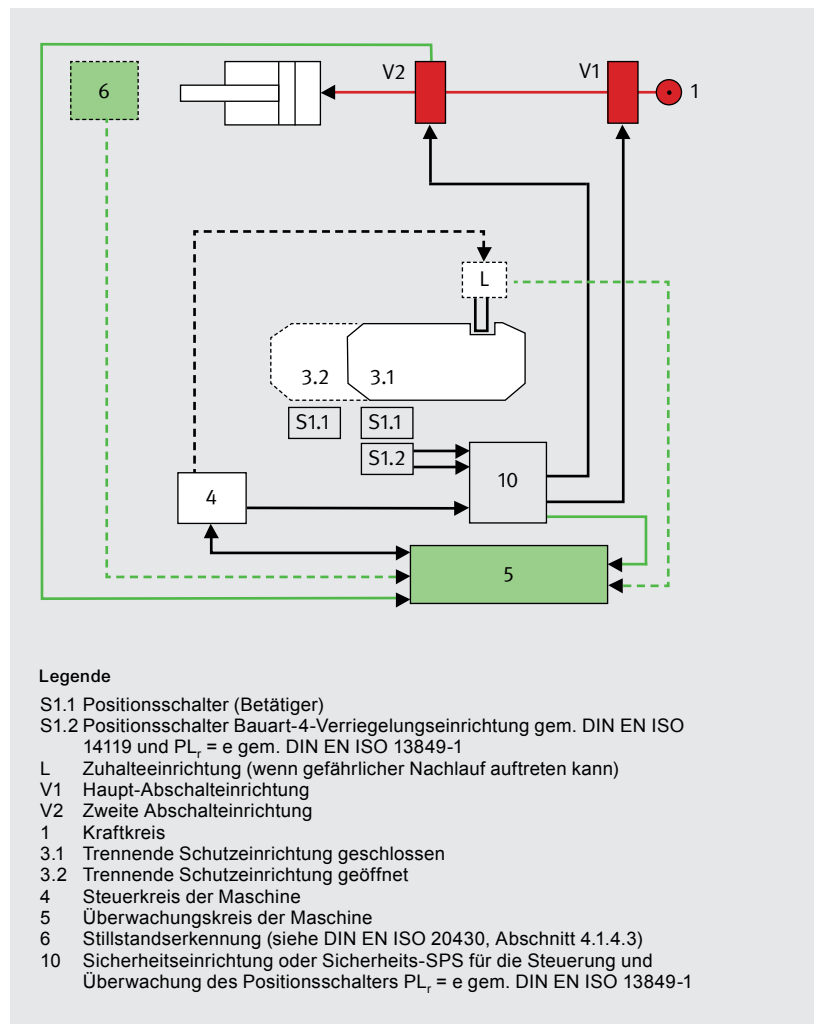


Abbildung 16: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp III, mit einem kontaktlosen Positionsschalter und zwei hydraulischen Abschalteinrichtungen

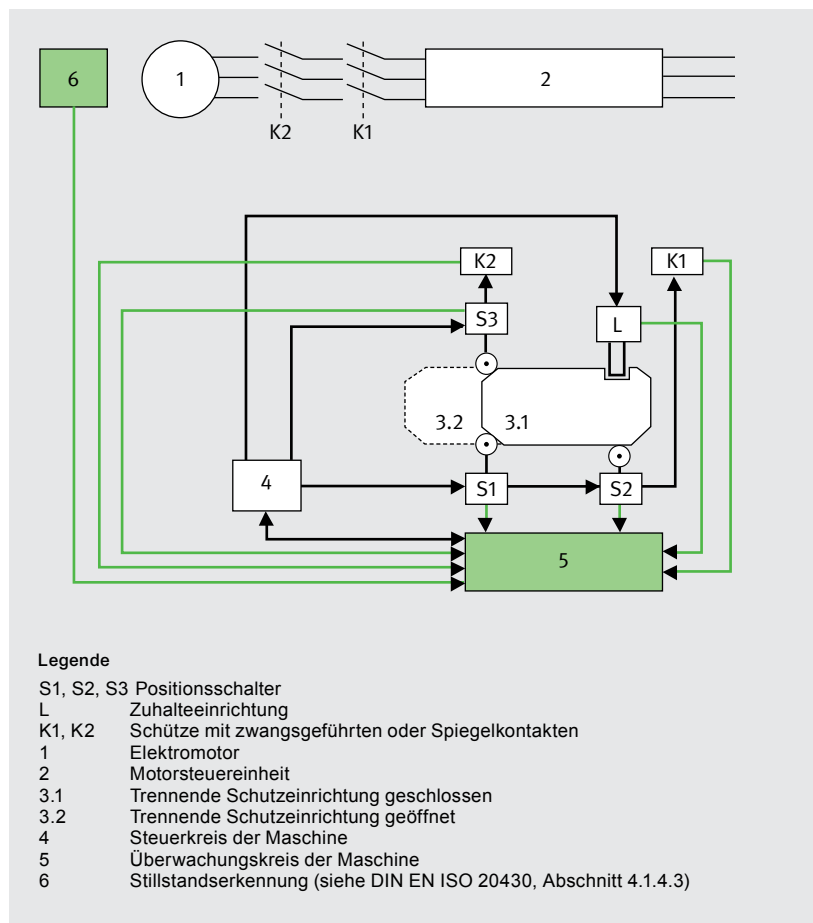


Abbildung 17: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp III, mit drei Positionsschaltern und zwei elektromechanischen Bauteilen als Abschalteneinrichtungen

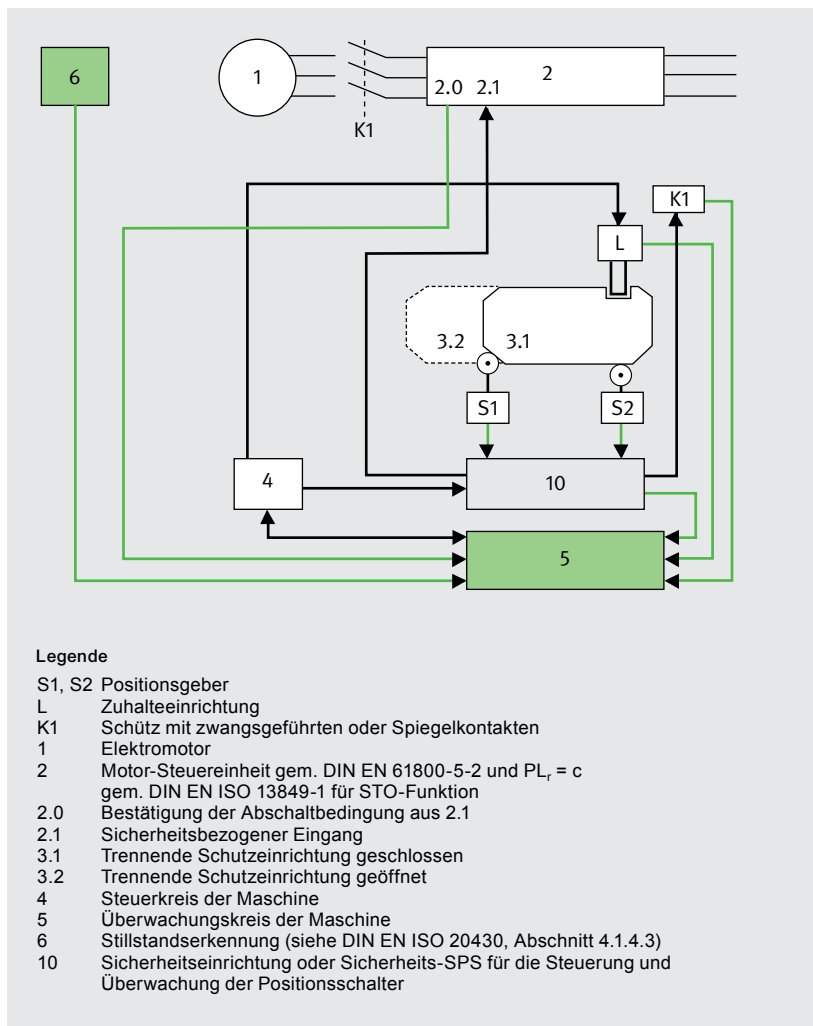


Abbildung 18: Beispiel einer Schutzvorrichtung Schutztyp III, mit zwei Positionsschaltern und einem elektromechanischen Bauteil und einer sicherheitsgerichteten Motor-Steureinheit als Abschaltvorrichtungen

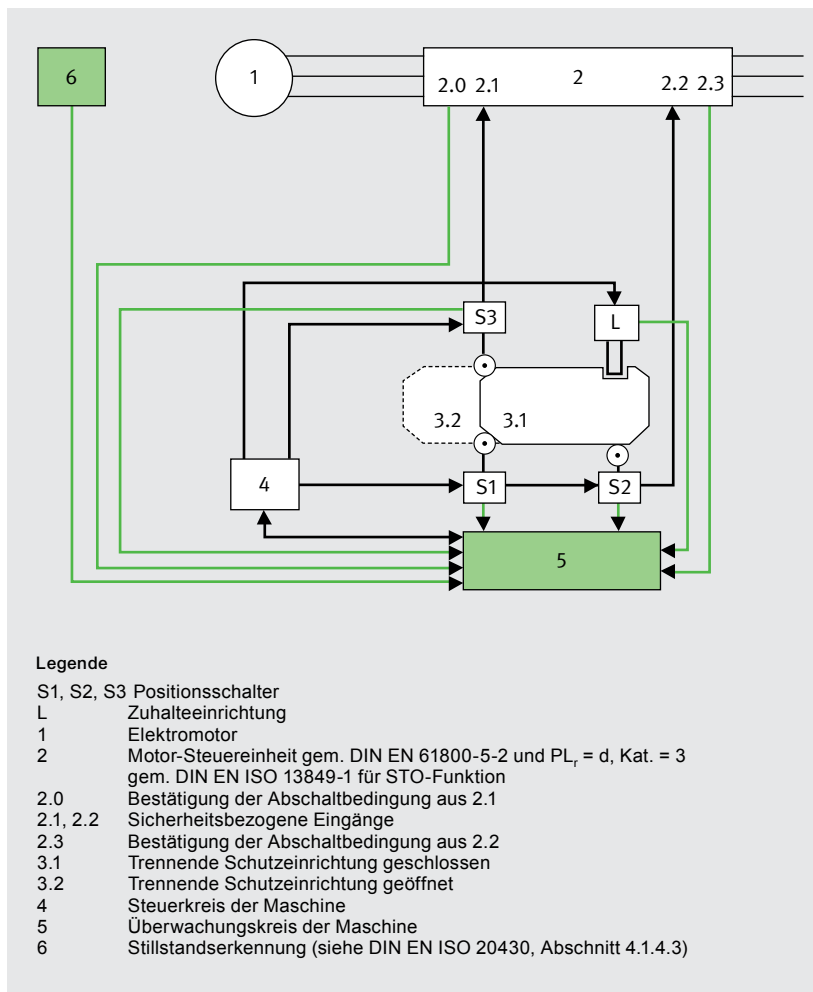


Abbildung 19: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp III, mit drei Positionsschaltern und einer sicherheitsgerichteten Motor-Steuereinheit als Abschalteneinrichtung

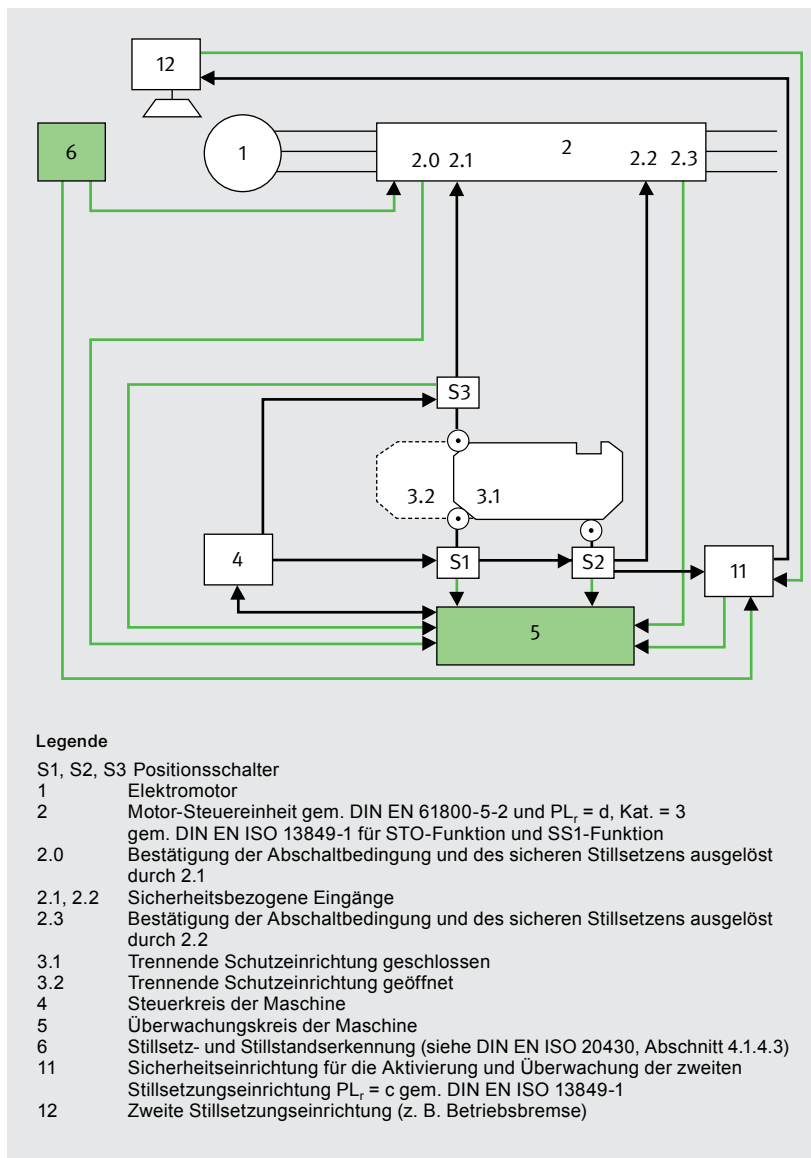


Abbildung 20: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp III, mit drei Positionsschaltern und einer sicherheitsgerichteten Motor-Steuereinheit als Abschalteneinrichtung ohne Zuhaltung

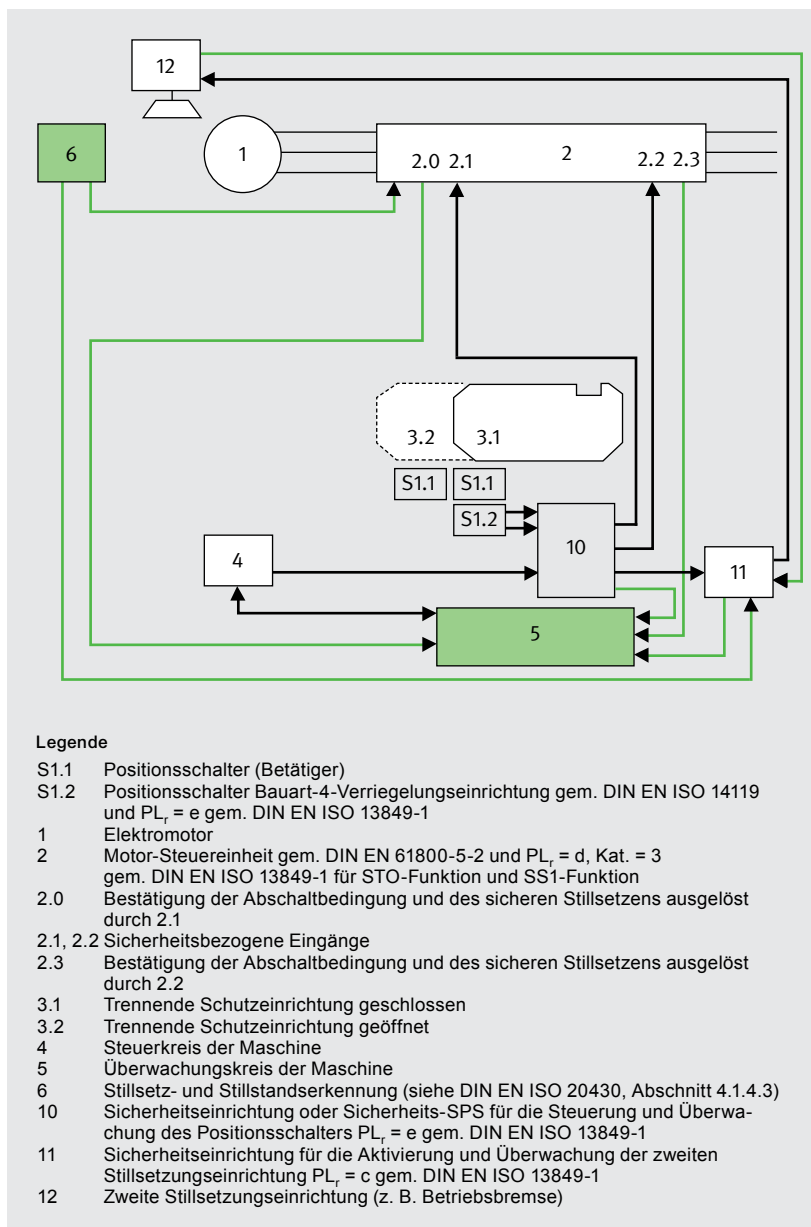


Abbildung 21: Beispiel einer Schutzvorrichtung Schutztyp III, mit einem kontaktlosen Positionsschalter und einer sicherheitsgerichteten Motor-Steuereinheit als Abschalt-einrichtung ohne Zuhaltung

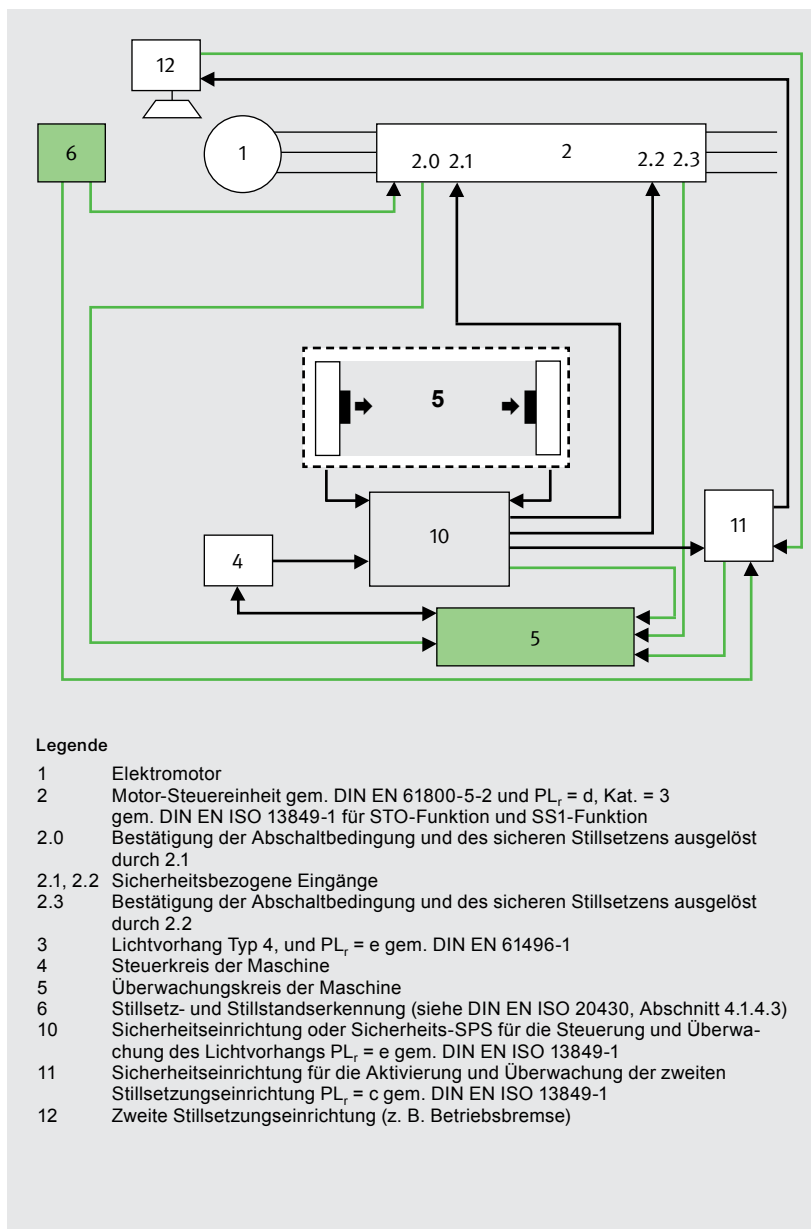


Abbildung 22: Beispiel einer Schutzeinrichtung Schutztyp III, mit einem Lichtvorhang und einer sicherheitsgerichteten Motor-Steuereinheit als Abschaltvorrichtung

Zusätzlich zu den beschriebenen Beispielen sind für Verriegelungen im Werkzeugbereich noch zusätzliche Varianten zulässig, die dem normativen Anhang D der DIN EN ISO 20430 entnommen werden können.

Aufgrund der durchgängig 2-kanaligen Struktur bei einer Schutztyp III-Verriegelung kann ein einzelner Fehler nicht zu einem Versagen der Schutzeinrichtung/Sicherheitsfunktion führen. Aus diesem Grund ist diese Struktur auch bei höchsten Risiken wie beispielsweise bei zyklischem Eingreifen in den Werkzeugbereich vorgeschrieben.

Sofern bei den angetriebenen Achsen ein sicheres Abbremsen beim Öffnen der Schutzeinrichtung nicht gewährleistet ist und somit ein gefahrbringender Nachlauf auftreten kann, ist in diesem Fall eine zusätzliche Zuhaltung vorzusehen. Diese darf erst dann die bewegliche trennende Schutzvorrichtung freigeben, wenn der Stillstand eindeutig durch die Steuerung erkannt wurde. In den Abbildungen wird die Ausführung mit Zuhaltung mit dem Kennbuchstaben „L“ für die Schutztypen I bis III dargestellt.

Alternativ zu den bewährten Steuerungsstrukturen des Schutztyps ist es ebenfalls möglich, die Auslegung und Bewertung der sicherheitsgerichteten Steuerung und Funktionen gemäß DIN EN ISO 13849-1, unter Verwendung des Performance Level (PL)³⁵, durchzuführen. Die Anforderung an den anzuwendenden Performance Level ist in der DIN EN ISO 20430 ebenfalls den jeweiligen Gefahrenbereichen und Gefährdungen zugeordnet.

Ergänzend zu den verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen und berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen sind für Bereiche, in die nicht zyklisch eingegriffen werden muss (z. B. für Wartung und Instandhaltung), auch feste Schutzeinrichtungen zulässig.

Immer häufiger kommen auch mehrkanalige elektrische, elektronische und programmierbare Sicherheitskomponenten in sicherheitsgerichteten Steuerungskonzepten von Spritzgießmaschinen zur Anwendung. Dies können sein:

- Sensoren (z. B. kontaktlose Positionsschalter, berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen)
- Logikeinheiten (z. B. Sicherheitssteuerungen)
- Aktoren (z. B. Motor-Steuereinheiten mit Sicherheitsfunktionen)

Von entscheidender Bedeutung für das Schutzkonzept jeder einzelnen Sicherheitsfunktion ist die Berücksichtigung des Sicherheitsniveaus beziehungsweise -levels, die richtige Verschaltung sowie die Programmierung der einzelnen Komponenten.

Für die Verwendung von kontaktlosen Positionsschaltern (z. B. ein magnetischer, optischer oder RFID-Transponder) bedeutet das, dass zusätzlich zu dem geforderten Sicherheitsniveau auch die Anforderungen an die Bauart (hoch codiert – nach Bauart-4-Verriegelungseinrichtung) und den Anbau des Schalters inklusive des Betätigers berücksichtigt werden müssen, um Manipulationsanreize zu minimieren.

Kommt eine Sicherheitssteuerung im Schutzkonzept zum Einsatz, übernimmt das programmierte oder parametrierte Sicherheitsprogramm die Verarbeitung und Überwachung der sicherheitsgerichteten Signale (z. B. der kontaktlosen Positionsschalter) und schaltet beim Öffnen der beweglich trennenden Schutzeinrichtung den Kraftkreis für die gefährliche Bewegung (z. B. über die Motorsteuerung) ab. Die programmierten Funktionen sind für das Sicherheitsniveau ausschlaggebend, sodass zusätzlich Maßnahmen erforderlich sind. Dazu gehören unter anderem der Zugriffsschutz zu dem Programm (Passwortschutz) und eindeutige Nachvollziehbarkeit der Programmversion gegenüber Änderungen (Programm **Cyclic Redundancy Check**).

3.2 Zyklus einer Spritzgießmaschine

Im Folgenden wird der Zyklus einer Spritzgießmaschine beschrieben, um

- die sicherheitstechnischen Konzepte, die bei der Konstruktion und beim Bau der Spritzgießmaschine durch den Maschinenhersteller zugrunde gelegt werden, darzustellen und um
- die Notwendigkeit zusätzlicher Schutzmaßnahmen durch den Betreiber wie zum Beispiel Betriebsanweisungen, Unterweisungen, persönliche Schutzausrüstungen zu begründen.

Die entsprechenden Gefahrenbereiche sind in den Abschnitten 4 und 5 dargestellt.

Beim im Folgenden dargestellten Ablauf können im Einzelfall Schritte entfallen, abweichen oder zusätzlich erforderlich sein (z. B. die Bewegung von Kernzügen, Kernhebe- oder Auswerferplatten, die Bewegung von Dreh- oder Schiebetischen oder die Verwendung mehrerer Spritzeinheiten).

Im Automatikbetrieb entfallen die Schritte 1, 9 und 10.

Der Ablauf der einzelnen Schritte als Einzel- oder Folgesteuerung hängt von der vorgewählten Betriebsart ab.

Es können mehrere Prozessschritte parallel ablaufen.

³⁵ Zum Begriff des Performance Levels siehe Abschnitt 3 des Merkblatts T 008. Zur Anwendung auf Steuerungen nach DIN EN ISO 13849 siehe Abschnitt 4.5 des Merkblatts T 008.

Zyklus einer betriebsbereiten Spritzgießmaschine mit beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen:

1	Schließen der Schutzeinrichtung Das Schließen kann manuell durch die Bedienperson oder durch elektrische Ansteuerung einer kraftbetätigten Schutzeinrichtung erfolgen.
2	Schließen des Spritzgießwerkzeugs Das Spritzgießwerkzeug kann durch Betätigung einer Befehlseinrichtung geschlossen werden oder durch eine Folgesteuerung, die durch das Schließen der Schutzeinrichtung eingeleitet wird, sofern bestimmte Randbedingungen erfüllt sind (Abschnitt 4.2.4 der Norm DIN EN ISO 20430 ³⁶).
3	Anlegen der Düse an den Düsenmund (Angussbuchse) Bei einigen Arbeitsverfahren (z. B. bei der Verwendung von Heißkanalwerkzeugen) wird der gesamte Zyklus mit angelegter Düse gefahren – in diesem Fall entfällt dieser Schritt.
4	Einspritzen Durch die Bewegung der Plastifizierschnecke im Plastifizierzylinder wird das Material unter hohem Druck in das geschlossene Spritzgießwerkzeug eingespritzt.
5	Verweilzeit/Vulkanisierzeit Je nach verwendetem Rohstoff verbleibt das Material im geschlossenen Spritzgießwerkzeug, bis es ausreichend abgekühlt oder vulkanisiert (vernetzt) ist.
6	Plastifizierung und Förderung des Kunststoffes, ggf. Zurückfahren der Düse (Sofern erforderlich, siehe Schritt 3) In diesem Zyklusteil beginnen durch Ansteuerung des Antriebs der Plastifizierschnecke die Förderung des Rohstoffes in die Plastifiziereinheit des Spritzaggregates und die Plastifizierung des Werkstoffes. Während der Förderung und dem Aufschmelzen wird die Plastifizierschnecke zurückgezogen.
7	Öffnen des Spritzgießwerkzeugs Das Spritzgießwerkzeug öffnet im Allgemeinen selbsttätig als Folgesteuerung nach den vorherigen Schritten.
8	Vor- und Zurückfahren der Auswerfer Durch das Vorfahren der Auswerfer werden die Spritzgießteile aus dem Spritzgießwerkzeug ausgeworfen oder mit einem Handlinggerät entnommen. Im Allgemeinen wird unmittelbar danach der Auswerfer zurückgezogen.
9	Öffnen der Schutzeinrichtung Das Öffnen der Schutzeinrichtung kann im Halbautomatikbetrieb manuell oder kraftbetätigt als Folgesteuerung nach den vorherigen Schritten erfolgen.
10	Entnahme der Teile, Reinigen des Spritzgießwerkzeugs Wurde das Spritzgießteil nicht in Schritt 8 ausgestoßen, kann es von Hand entnommen oder mittels Entnahmeggerät entfernt werden. Sofern erforderlich, werden anschließend Angussreste entfernt und das Spritzgießwerkzeug vor dem nächsten Zyklus eingesprüht.

Der nächste Zyklus kann nun eingeleitet werden.

3.3 Betriebsarten einer Spritzgießmaschine

Spritzgießmaschinen sind im Allgemeinen in verschiedenen Betriebsarten zu betreiben (siehe Abbildungen 23 und 24).

Bei allen Betriebsarten, unter anderem Automatik, Halbautomatik, Hand und Einrichten, muss bei der Anwendung/Verwendung der volle Schutz gewährleistet sein, das heißt die Schutzeinrichtungen sind wirksam und aktiv. Die Betriebsarten können von dem Maschinenbediener am Steuerpult oder Bedientableau vorgewählt werden durch

- einen mechanischen Wahlschalter,
- ein Befehlsgerät (Tastschalter) oder
- die elektronische Steuerung mit Softkey.

Die Ausnahme bilden Sonderbetriebsarten, die für die Bewegungen von Kernzügen und Auswerfern bei geöffneter/deaktivierter Schutzeinrichtung möglich sind, das heißt Schutzeinrichtungen sind ganz oder teilweise außer Kraft gesetzt. Diese

³⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 86

Sonderbetriebsarten dürfen nur von beauftragten Personen (z. B. Einrichter) verwendet werden und müssen den Anforderungen nach Abschnitt 4.2.3.2 der DIN EN ISO 20430 genügen. Die Vorwahl darf nur durch

- einen abschließbaren Betriebsartenwahlschalter (Schlüssel) oder
- die sicherheitsgerichtete Steuerung mit Softkey inklusive speziellem Passwort erfolgen.

Der Betreiber hat sicherzustellen, dass die beauftragten Personen bei der Anwendung der Sonderbetriebsarten besonders geschult und mit der Verfahrensweise der Arbeiten vertraut sind und die Schlüssel beziehungsweise das Passwort nur im Besitz der Personen sind, die speziell dafür benannt wurden.

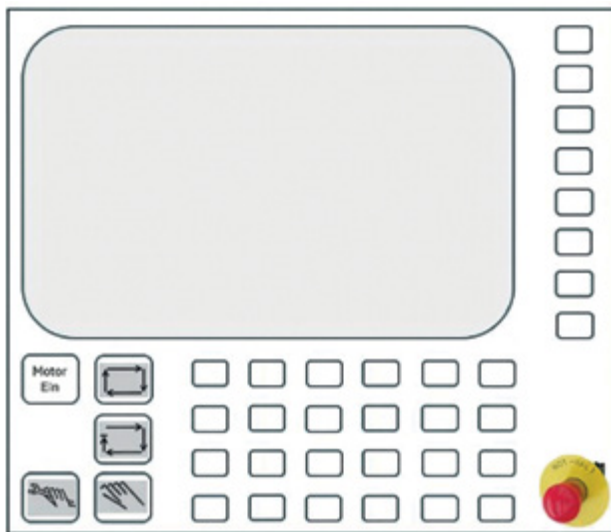
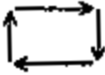


Abbildung 23: Bedientableau, Beispiel der Betriebsartenvorwahl mit Softkey, bei der die Schutzeinrichtungen wirksam und aktiv sind

Die in der folgenden Abbildung beschriebenen Betriebsarten werden bei Spritzgießmaschinen im Allgemeinen vorgesehen.

Betriebsart ³⁷	Definition	Anwendungsbeispiele	Anmerkungen
Automatik 	Das Beenden eines Arbeitszyklus leitet den nächsten Zyklus ein.	Spritzgießteile kontinuierlich produzieren, wobei alle maschinenfremden Prozessschritte von automatisch arbeitenden Peripheriegeräten ausgeführt werden.	Diese Betriebsart ermöglicht bei Aufrechterhaltung sämtlicher Schutzeinrichtungen der Spritzgießmaschine ein hohes Maß an Produktivität der Fertigung. Die gespritzten Spritzgießteilen werden automatisch ausgestoßen und durch Zusatzeinrichtungen (z. B. Ausfallrutschen, Förderbänder) der weiteren Bearbeitung zugeführt. Die Entnahme kann ebenfalls durch zugestellte oder in die Spritzgießmaschine integrierte Handlinggeräte erfolgen. Bei derartigen Spritzgießanlagen sind im Allgemeinen zusätzliche Schutzeinrichtungen erforderlich.

³⁷ Die in der Tabelle verwendeten Symbole sind nicht genormt.

Betriebsart ³⁷	Definition	Anwendungsbeispiele	Anmerkungen
Halb-automatik 	Jeder Zyklus ist manuell eingeleitet, aber fährt danach automatisch bis zum Ende fort.	Spritzgießteile produzieren, wobei mindestens einer der maschinenfremden Prozessschritte vom Bediener ausgeführt wird.	Da diese Betriebsart nach Ablauf jedes Zyklus das Eingreifen in den Werkzeugbereich erforderlich macht oder ermöglicht, ist sie in Bezug auf den Fertigungsablauf diejenige Betriebsart, die ausschlaggebend für die Zuordnung der Spritzgießmaschine zum Anhang IV der Maschinenrichtlinie war. Die Wirksamkeit der konstruktiven und steuerungstechnischen Schutzmaßnahmen ist ausschlaggebend für den sicheren Betrieb der Spritzgießmaschine. Der Zyklusablauf ist hierbei im Allgemeinen so gestaltet, dass durch Betätigen einer Befehlseinrichtung der Zyklus automatisch gestartet wird und selbsttätig bis zum Ende abläuft.
Handbetrieb 	Die einzelnen Schritte des Zyklus werden in der vorbestimmten Reihenfolge manuell eingeleitet.	Einzelne Prozessschritte fahren (nur in der programmgemäßen Reihenfolge). Beispiel: Zyklus beenden oder Zyklus durchfahren für Test oder Fehlersuche.	In dieser Betriebsart können einzelne Schritte des Zyklus in der dem Zyklus entsprechenden Reihenfolge eingeleitet und gefahren werden. Die jeweilige Funktion wird vorgewählt und durch Betätigen einer Befehlseinrichtung eingeleitet. Die Wirksamkeit aller Schutzeinrichtungen ist in dieser Betriebsart gewährleistet.
Einrichten 	Alle Schritte können in jeder Reihenfolge gewählt und manuell eingeleitet werden. Die Betriebsart „Einrichten“ kann bei einzelnen Maschinenausführungen in der Betriebsart „Handbetrieb“ ausgeführt werden, sofern hierfür dieselben Zugangsvoraussetzungen erfüllt sind.	Einzelne Schritte fahren (auch außer der Reihe der üblichen Betriebsabläufe). Beispiel: Spritzgießwerkzeugwechsel durchführen.	Hierbei werden überdurchschnittlich viele Unfälle verursacht. Die Betriebsart „Einrichten“ umfasst alle Rüst- und Einrichtarbeiten, die zur Vorbereitung der Spritzgießmaschine für den Fertigungsprozess erforderlich sind sowie die Störungsbeseitigung. Hierunter fallen z. B. der Werkzeugwechsel sowie das Einstellen der Formhöhe und sämtlicher Betriebsparameter. Das Anwählen dieser Betriebsart ist ausschließlich den hierfür vom Betrieb benannten Personen (Einrichter) vorbehalten. Bei Einrichtarbeiten müssen die Schutzeinrichtungen wirksam sein.

Abbildung 24: Betriebsarten

4 Gefährdungskatalog – Übergreifende Maßnahmen

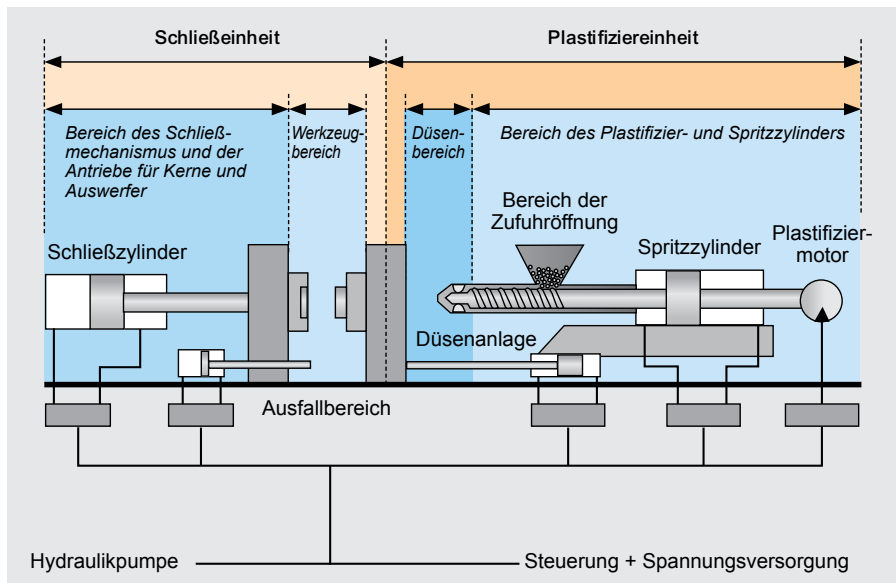


Abbildung 25: Prinzipdarstellung einer hydraulischen Spritzgießmaschine, dargestellt ohne Schutzeinrichtungen

Der Unternehmer ist nach dem Arbeitsschutzgesetz (§§ 5 und 6) verpflichtet, eine betriebsbezogene Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und das Ergebnis zu dokumentieren.³⁸

Diese auch in der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1) genannte Anforderung wird unter anderem in der Betriebssicherheitsverordnung (§ 3) konkretisiert.³⁹

Dabei sind neben den allgemeinen Gefährdungen auch diejenigen Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung der Spritzgießmaschinen selbst verbunden sind sowie solche, die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln (z. B. Entnahmerobotern, Handlinggeräten, Beistellmühlen und Fördereinrichtungen), mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung (z. B. Flurförderzeuge) hervorgerufen werden.

Zusätzlich sind Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen zu ermitteln (siehe auch Abschnitt 4.1.11 dieser Schrift).

Bei dieser betriebsbezogenen Gefährdungsbeurteilung sind sicherheitstechnisch relevante Angaben aus der Betriebsanleitung des Herstellers zu berücksichtigen, beispielsweise

- sachgemäße Aufstellung/Montage,
- Inbetriebnahme,
- Betrieb,
- Wartung und Instandhaltung sowie gegebenenfalls Hinweise auf bestimmungsgemäße und mögliche unsachgemäße Verwendung, sofern einer derartigen Verwendung nicht bereits durch Auslegung/technische Maßnahmen vorgebeugt wird.

Die Betriebssicherheitsverordnung und das Arbeitsschutzgesetz regeln die Grundanforderungen an eine Gefährdungsbeurteilung. Bei Erstellung sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Die Führungskräfte sind verantwortlich für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung.
- Eingebunden werden sollten Sicherheitsfachkraft, Betriebsarzt oder Betriebsärztin, Beschäftigte, Betriebsrat.
- Vorhandene Dokumente wie die Herstellerinformationen zur Maschine, Betriebsanweisungen und Messberichte.
- Der aktuelle Stand der betrieblichen Verhältnisse, der durch Betriebsbegehungen und Anlagenbetrachtungen festgestellt werden kann.

³⁸ Siehe Anhang 6 Nr. 5

³⁹ Siehe Anhang 6 Nr. 6

Eine grundsätzliche Möglichkeit zur Vorgehensweise bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung enthält das Merkblatt A 016 „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“⁴⁰. Das Merkblatt A 017 der BG RCI enthält einen beispielhaften allgemeinen Gefährdungskatalog.⁴¹

Im folgenden Abschnitt werden angelehnt an die Systematik des Merkblatts A 017 „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ allgemeine Gefährdungen bei Arbeiten an Spritzgießmaschinen genannt, denen Vorschläge zu Schutzmaßnahmen zugeordnet werden. Der Inhalt des allgemeinen Gefährdungskataloges A 017 wird dabei ergänzt oder konkretisiert. Eine Wiederholung allgemeiner, im A 017 genannter Punkte erfolgt nicht.

Gefährdungen, die einzelnen Tätigkeiten im Arbeitsablauf oder einzelnen Maschinenteilen der Spritzgießmaschine zuzuordnen sind, werden in Abschnitt 5 erläutert.

Folgende Symbole werden in den Gefährdungskatalogen verwandt:

- Gefährdungen
- Schutzmaßnahmen

4.1 Grundlegende organisatorische Faktoren

4.1.1 Arbeitsplatzbezogene Unterweisung

- Gefährdung durch fehlende Information zur Tätigkeit und zum Arbeitsumfeld
 - Unterweisung zum sicheren Arbeiten an Spritzgießmaschinen und deren Peripherieeinrichtungen unter Berücksichtigung von:
 - Betriebsanweisungen für die konkrete Tätigkeit am Arbeitsplatz für den Routinebetrieb einschließlich Tätigkeiten wie An- und Abfahren oder Störungsbeseitigung,
 - Sicherheitsdatenblättern der zu verarbeitenden Stoffe,
 - Betriebsanleitungen und unter Umständen weitere technische Unterlagen des Herstellers,
 - der möglichen Entstehung von Zersetzungsprodukten und einer Arbeitsweise, die eine Entstehung von Zersetzungsprodukten vermeidet (siehe auch Abschnitt 4.6 dieser Schrift),
 - Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung (siehe auch Abschnitt 4.1.4 dieser Schrift),
 - Tätigkeiten wie Reparaturarbeiten und der dann erforderlichen ausführlichen Arbeits- und Sicherheitsabsprachen vor Ort,
 - Benachbarten Arbeitsplätzen,
 - Unfallschwerpunkten, wie Schnittverletzungen und Verbrennungsunfälle sowie Stolper-, Rutsch- und Sturzunfälle (SRS).
 - Kurze, wiederkehrende Unterweisung mindestens einmal jährlich.
 - Schriftliche Dokumentation der Unterweisung.
 - Hilfreich bei Unterweisungen kann auch das Sicherheitskurzgespräch SKG 026 „Sicheres Arbeiten an Spritzgießmaschinen“ sein, das kostenlos unter [mediencenter.bgrci.de](https://www.mediencenter.bgrci.de) verfügbar ist.
 - Je nach Unterweisungsinhalt muss die Unterweisung auch praktische Übungen enthalten. Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch praktische Vorführung einzelner Maßnahmen und Arbeitsschritte vor Ort und durch Einüben unter sachkundiger Anleitung zu ergänzen.

40 Siehe Anhang 6 Nr. 67

41 Siehe Anhang 6 Nr. 68

4.1.2 Arbeitsplatzbezogene Betriebsanweisung

Die Betriebsanweisung richtet sich an die Beschäftigten und enthält alle wichtigen Hinweise für ein sicheres und gesundes Arbeiten.

- Gefährdung durch fehlende Information zur Tätigkeit und zum Arbeitsumfeld
 - Erstellung der Betriebsanweisung unter Berücksichtigung der Betriebsanleitung der Spritzgießmaschine und der Peripheriegeräte. Zu berücksichtigen sind auch:
 - Alle Betriebszustände wie Inbetriebnahme, Bedienung, Einrichten, Umbau, Wartung, Instandhaltung und Stillsetzung sowie Grundsätze der Störungsbeseitigung
 - Erforderliche persönliche Schutzausrüstungen
 - Verhalten im Gefahrfall und Erste-Hilfe-Maßnahmen
 - Abfassung in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache.
 - Betriebsanweisung muss am Arbeitsplatz an geeigneter Stelle für die Beschäftigten jederzeit zur Verfügung stehen.

Musterbetriebsanweisungen sind dieser Schrift im Anhang 2 beigelegt.

4.1.3 Koordinieren von Arbeiten⁴²

Neben den im Merkblatt A 017 in Abschnitt 1.3 genannten allgemeinen Aussagen zum Koordinieren von Arbeiten, spielt beim sicheren Betreiben von Spritzgießmaschinen der Einsatz von Fremdfirmen eine besondere Rolle.

Beschäftigte von Fremdfirmen verursachen überdurchschnittlich viele Arbeitsunfälle. Häufig liegen die Ursachen einerseits in der mangelnden Information über die betrieblichen Gegebenheiten und andererseits in der mangelnden Unterweisung/Einarbeitung vor Ort.

- Fehlende Information im Vorfeld
 - Beim Abschluss des Vertrages beachten:
 - Genaue Tätigkeitsbeschreibung festlegen
 - Allgemeine Unterweisung des Beschäftigten durch die zuständige Führungskraft der Fremdfirma bestätigen lassen
 - Geforderte Qualifikation beziehungsweise Kenntnisse überprüfen
 - Zu benutzende persönliche Schutzausrüstungen (PSA) vorschreiben
 - Übermittlung der betriebsspezifischen Regelungen, wie Flucht- und Rettungswege, Brandschutz, Alarmsignale und Sammelplätze vor Aufnahme der Tätigkeit an die zuständige Führungskraft der Fremdfirma.
 - Unterweisung der Beschäftigten durch die zuständige Führungskraft der Fremdfirma über die betriebsspezifischen Regelungen.
- Spezielle Gefährdungen auf dem Betriebsgelände und am Einsatzort
 - Unterweisung des Fremdfirmenmitarbeitenden über Gefährdungen auf dem Betriebsgelände und am Einsatzort.
- Tätigkeitsspezifische Gefährdungen
 - Sicherheitstechnische, stichprobenhafte Überprüfung der von der Fremdfirma mitgebrachten oder bereitgestellten Arbeitsmittel.
- Gegenseitige Gefährdung
 - Koordinator schriftlich bestellen und mit entsprechender Kompetenz versehen.
 - Eigene und Beschäftigte der Fremdfirma über gegenseitige Gefährdungen und abgestimmte Arbeitsabläufe und -bereiche unterweisen.

⁴² Zu den Themen Koordinieren von Arbeiten und Fremdfirmenmanagement siehe § 8 ArbSchG sowie Merkblätter A 009 und A 029 der BG RCI, siehe Anhang 6 Nr. 5, 65 und 71.

4.1.4 Gefährliche Arbeiten

Gefährliche Arbeiten sind solche, bei denen eine erhöhte Gefährdung aus dem Arbeitsverfahren, der Art der Tätigkeit, den verwendeten Stoffen oder aus der Umgebung gegeben ist, weil keine ausreichenden Schutzmaßnahmen durchgeführt werden können. Dies kann auch bei Tätigkeiten wie Störungsbeseitigung, Reparaturen und Instandhaltung der Fall sein.

Gefährliche Arbeiten im Sinne der DGUV Vorschrift 1 können in Spritzgießbetrieben sein:

- Arbeiten mit Absturzgefahr, zum Beispiel beim Rüsten von Spritzgießmaschinen
 - Nur besonders ausgebildete Personen einsetzen.
 - Persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz zur Verfügung stellen.
- Arbeiten, bei denen Personen lange allein im Arbeitsbereich tätig sind (Alleinarbeit)
 - Personenschutzmaßnahmen, zum Beispiel Personennotsignalanlagen, vorsehen.
- Arbeiten in Silos, Behältern oder engen Räumen
 - Befahrerlaubnis ausstellen.
- Schweißen in engen Räumen, Feuerarbeiten in brand- oder explosionsgefährdeten Bereichen
 - Erlaubnisschein ausstellen.
- Hebezeugarbeiten bei fehlender Sicht des Kranführers oder der Kranführerin auf die Last
 - Einweiser zur Verfügung stellen.

4.1.5 Benutzen persönlicher Schutzausrüstungen⁴³

Der Einsatz persönlicher Schutzausrüstungen (PSA) ist eine nachrangige Schutzmaßnahme, die insbesondere erst dann zulässig ist, wenn technische und/oder organisatorische Schutzmaßnahmen nicht möglich sind, beziehungsweise nicht den erforderlichen Erfolg erzielen.⁴⁴ Bei Arbeiten an Spritzgießmaschinen und deren Peripherieeinrichtungen bleiben trotz umfangreicher Sicherheitstechnik bei bestimmten Arbeiten Restgefährdungen, die eine Nutzung von persönlichen Schutzausrüstungen erforderlich machen.

- Fehlende oder falsche persönliche Schutzausrüstungen
 - Wirksame persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung stellen.
 - Zu wählende persönliche Schutzausrüstungen in der Betriebsanweisung konkret benennen.
 - Über die richtige Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen unterweisen.
 - Die korrekte Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen einüben.

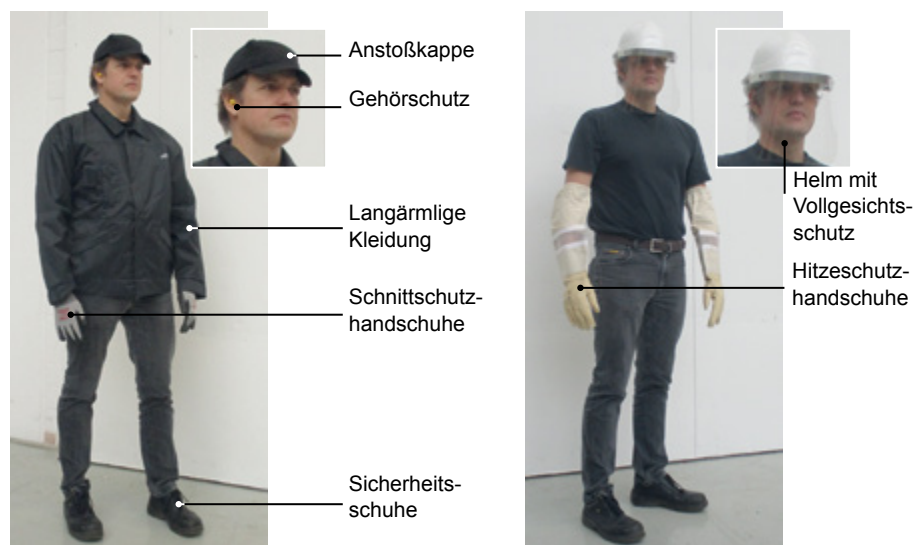
⁴³ Allgemeine Hinweise zu diesem Thema können dem Merkblatt A 008 entnommen werden, siehe Anhang 6 Nr. 64 sowie den Publikationen des DGUV Fachbereichs Persönliche Schutzausrüstungen unter www.dguv.de/fb-psa/index.jsp.

⁴⁴ Diese Regelung trifft § 4 Arbeitsschutzgesetz, siehe Anhang 6 Nr. 5.

Tätigkeit	Persönliche Schutzausrüstung									
	Sicherheitsschuhe	Schnittschutz- handschuhe	Hitzeschutzhand- schuhe	Chemikalienschutz- handschuhe	Langärmige, eng- anliegende Kleidung	Hitzefeste Unterarmlinge	Schutzbrille	Visier	Anstoßkappe	Gehörschutz*
Bedienen von Spritzgießmaschinen im Serienbetrieb	X									X
Einrichtbetrieb	X	X	X		X				X	X
Störungsbeseitigung	X	X			X				X	X
Produktwechsel und Reinigung	X				X	X		X	X	X
Reparatur und Instandhaltung	X	X			X		X		X	X
Innerbetrieblicher Transport und Verkehr	X									
Entgratungsarbeiten	X	X			X		X			
Sortierarbeiten	X	X								
Montagearbeiten	X	X								
Granulataufgabe manuell	X									
Zugabe von Einlegeteilen	X									X
Tätigkeit mit Bio- und Gefahrstoffen	X			X			X			
Bedienen von Mühlen	X						X			X

* Tragepflicht ab 85 dB(A)

Abbildung 26: Übersicht zu persönlichen Schutzausrüstungen je nach Tätigkeitsbereich



Abbildungen 27a und b: Persönliche Schutzausrüstungen

4.1.6 Erste-Hilfe-Systeme

Siehe Abschnitt 1.6 des Merkblatts A 017.

4.1.7 Alarm- und Rettungsmaßnahmen

Siehe Abschnitt 1.7 des Merkblatts A 017.

4.1.8 Hygiene

Siehe Abschnitt 1.8 des Merkblatts A 017.

4.1.9 Arbeitsschutzorganisation

Um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Sinne des Arbeitsschutzes zu erreichen, sollten regelmäßige Rundgänge durchgeführt und dokumentiert werden. Dabei sollte der Fokus auf Sauberkeit, Ordnung und Sicherheit (SOS) gelegt werden. Beispiele sind in Anhang 4 und 5 aufgeführt.

- Gefährdungen durch fehlende Organisation des Arbeitsschutzes
 - Regelmäßige SOS-Rundgänge anhand von Checklisten durch Führungskräfte
 - Regelmäßige SOS-Rundgänge anhand von Checklisten durch Sicherheitsbeauftragte
 - „Cross-Audits“ durchführen: Begehung von „fremden“ Arbeitsbereichen

Siehe Abschnitt 1.9 des Merkblatts A 017.

4.1.10 Allgemeine Kommunikation

Siehe Abschnitt 1.10 des Merkblatts A 017.

4.1.11 Prüfpflichten von Arbeitsmitteln

Um einen dauerhaft sicheren Betrieb von Spritzgießmaschinen und deren Peripheriegeräten zu gewährleisten, sind folgende regelmäßige Prüfungen erforderlich:

- Gefährdungen durch nicht betriebssicheren Zustand der Spritzgießmaschine
 - Abnahmeprüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person⁴⁵ vor der ersten Inbetriebnahme, vor Wiederinbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen (§ 15 BetrSichV⁴⁶). Festlegung der Inhalte der Prüfung auf Basis
 - der Betriebssicherheitsverordnung,
 - der Betriebsanleitung und
 - der konkreten Gefährdungsbeurteilung.

Ein Beispiel für eine Checkliste zur Erstinbetriebnahme von Spritzgießmaschinen stellt die BG RCI in ihrem Medientcenter unter [medientcenter.bgrci.de](https://www.medientcenter.bgrci.de) zur Verfügung. Als Basis der Prüfung kann auch das Merkblatt T 008-1 eingesetzt werden, das ebenfalls im Medientcenter zur Verfügung steht.

- Einfache Sicht- und Funktionskontrollen durch die Beschäftigten vor jedem Schichtbeginn. Ein Beispiel ist in Anhang 3 dieser Schrift abgedruckt.

⁴⁵ § 2 Abs. 6 BetrSichV, siehe Anhang 6 Nr. 6

⁴⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 6

- Regelmäßig wiederkehrende Sicherheitsprüfung durch eine zur Prüfung befähigte Person. Ermittlung von Art, Umfang und Fristen auf Basis
 - der Betriebssicherheitsverordnung,
 - der Betriebsanleitung und
 - der konkreten Gefährdungsbeurteilung.Ein Beispiel ist in Anhang 1 dieser Schrift abgedruckt.
- Prüfung der Druckbehälter
Zur Prüfung von Druckgeräten als druckbeaufschlagte Arbeitsmittel siehe § 14, als überwachungsbedürftige Anlagen siehe §§ 15 und 16 sowie Abschnitt 3 Anhang 2 der Betriebssicherheitsverordnung. Weitere Hinweise siehe Fachbereich AKTUELL FBHM-046 „Hydrospeicher – Inverkehrbringen, einbauen und verwenden“.
- Prüfung der elektrischen Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand durch eine Elektrofachkraft oder unter Anleitung einer Elektrofachkraft (§ 5 DGUV Vorschrift 3⁴⁷)
 - vor der ersten Inbetriebnahme,
 - nach Änderung oder Instandsetzung vor der Wiederinbetriebnahme,
 - ortsfeste elektrische Betriebsmittel: Richtwert 4 Jahre (Tabelle 1A zu § 5 DGUV Vorschrift 3).Konkrete Hinweise zur Durchführung dieser Prüfung können der DGUV Information 203-072 entnommen werden. Kommen ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel zum Einsatz (z. B. Industriestaubsauger), sind auch diese zu prüfen. Richtwert hierfür sind 6 Monate (Tabelle 1B zu § 5 DGUV Vorschrift 3). Konkrete Hinweise zur Durchführung der Prüfung können der DGUV Information 203-049 entnommen werden.

4.1.12 Beschäftigungsbeschränkungen

Siehe Abschnitt 1.12 des Merkblatts A 017. Besonders hinzuweisen ist auf die Vorschriften aus dem Jugendschutzgesetz sowie dem Mutterschutzgesetz.

4.2 Gefährdung durch Arbeitsplatzgestaltung

4.2.1 Arbeitsräume

Aus Platzmangel werden Spritzgießmaschinen oftmals sehr nah aneinandergestellt. Die Gründe dafür können zum Beispiel das Betreiben zusätzlicher Spritzgießmaschinen oder die Nachrüstung mit Peripheriegeräten sein, die in bestehenden Arbeitsräumen untergebracht werden müssen. Durch Umstrukturierungen kann es zu Veränderungen der Platzverhältnisse kommen.

- Zu kleine Arbeitsflächen für Beschäftigte führen insbesondere zu:
 - Gefährdungen durch Anstoßen an Maschinen und anderen Gegenständen.
 - Elektrische Gefährdungen durch mangelnde Bewegungsfreiheit im Bereich der Schaltschränke bei Wartung, Instandhaltung und Störungsbeseitigung. Dabei sind die Anforderungen der VDE 0100-729 Anhang A1 zu beachten. Hier gilt insbesondere ein Mindestabstand von 0,5 m zwischen geöffneter Schaltschranktür und festen Einbauten wie zum Beispiel anderen Maschinen und Wänden.
 - Gegenseitige Gefährdungen, wenn mehrere Personen auf engem Raum tätig sind.
 - Ergonomische Gefährdungen durch mangelnde Bewegungsfreiheit.
 - Psychische Belastung durch beengte Platzverhältnisse.
- Prüfen, ob der Raum mindestens eine Grundfläche von 8 m² und eine lichte Höhe von 2,5 m aufweist.
- Prüfen, ob am Arbeitsplatz mindestens eine Bewegungsfläche von 1,5 m² beziehungsweise eine Breite von mindestens 1 m zur Verfügung steht.
- Prüfen, ob auch für Wartung, Instandhaltung und Störungsbeseitigung ein sicherer Zugang und ein ausreichender Bewegungsraum vorhanden sind.

Siehe auch Abschnitt 2.1 des Merkblatts A 017.

47 Siehe Anhang 6 Nr. 60

4.2.2 Verkehrswege

- Behinderung der Flucht aus Gefahrenbereichen sowie Zeitverzögerung bei Rettungsmaßnahmen
 - Durch organisatorische Maßnahmen sicherstellen, dass Flucht- und Rettungswege sowie Bediengänge zwischen den Spritzgießmaschinen nicht beispielsweise durch Auffangbehälter, Förderbänder oder Behälter eingengt werden (§ 4 und Anhang Nr. 2.3 ArbStättV)⁴⁸.
- Verletzung von Personen durch Flurförderzeuge wie Gabelstapler oder Mitgängerflurförderzeuge
 - Trennung von Fuß- und Verkehrswegen.
 - Eindeutige Kennzeichnung der Verkehrswege.
- Einhalten von Sicherheitsabständen zwischen Krananlage und Spritzgießmaschinen
 - Berücksichtigung von Sicherheitsabständen im Instandhaltungs- und Wartungsplan.
 - Unterweisung des Bedienpersonals in Anlehnung an die DGUV Grundsätze 308-001 und 309-003.

4.2.3 Sturz auf der Ebene, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken, Fehltreten⁴⁹

Stolpern, Ausrutschen und Stürzen ist ein Unfallschwerpunkt im Bereich der Spritzgießbranche. Aus diesem Grund ist dem Thema Sauberkeit und Ordnung eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

- Gefahr von Stürzen auf nassem oder verunreinigtem Boden
 - System einführen, das Sicherheit, Ordnung und Sauberkeit (SOS) auf Dauer gewährleistet, wie zum Beispiel das „5-S-System“ (Sortiere aus, Stelle ordentlich hin, Säubere, Standardisiere, Selbstdisziplin); gelegentlich auch „6-S-System“ bezeichnet, ergänzt um „Sicherheit“ oder das „5-A-System“ (Aussortieren, Aufräumen, Arbeitsplatzsauberkeit, Anordnung zur Regel machen, Alle Punkte einhalten und verbessern).
 - Arbeitsplatz aufgeräumt und sauber halten (z. B. verschüttetes Kunststoffgranulat, heruntergefallene Spritzgießteile und ausgelaufene Flüssigkeiten sofort entfernen).
 - Kabel und Leitungen so verlegen, dass sie keine Stolperstellen bilden.



Abbildung 28: Best Practice Beispiel für die Umsetzung eines „5-S-Systems“ in der betrieblichen Praxis



Abbildung 29: Best Practice Beispiel für die Umsetzung eines „5-S-Systems“ in der betrieblichen Praxis

⁴⁸ Siehe Anhang 6 Nr. 22

⁴⁹ Siehe auch Merkblatt A 021 der BG RCI, Anhang 6 Nr. 69

- Hilfsmittel wie Zangen, Greifer und Hilfswerkzeuge so bereitstellen, dass sie nicht in den Bediengang hineinragen beziehungsweise herunterfallen können.
- Mit Bodenmarkierungen festlegen, wo Abstellflächen und wo Fahr- und Gehwege sind.
- Auf Anbauten wie Fördereinrichtungen in Bodennähe verzichten, räumlich abtrennen oder zumindest kennzeichnen (gelb-schwarzes Sicherheitsband).
- Sicherheitsschuhe mit ausreichendem Profil tragen.

4.2.4 Absturz

Spritzgießmaschinen haben je nach Baureihe unterschiedliche Höhen. An fast allen Typen gibt es Bereiche, die für einrichtende oder bedienende Beschäftigte vom Boden aus nicht mehr zu erreichen sind. Problematische Arbeitshöhen können sich beispielsweise in folgenden Bereichen der Spritzgießmaschine oder bei folgenden Typen von Spritzgießmaschinen ergeben:

- Stromversorgung/Schaltkästen
- Zuführtrichter und Dosiereinheiten für Granulat, Batches etc.
- Handlinggeräte, Roboter etc.
- Peripheriegeräte
- Zuführung der Gummi-Mischungen/-streifen
- Rohr- oder Schlauchleitungen für die Granulatzuführung
- Vertikal-Spritzgießmaschinen
- Zwei-Komponenten-Spritzgießmaschinen

Die genannten Maschinen- und Anlagenteile müssen in aller Regel recht häufig erreicht werden, um Arbeiten wie Einstellungs- oder Reinigungsarbeiten und Materialwechsel vorzunehmen.

In vielen Fällen fehlen geeignete Aufstiegshilfen, um diese Arbeitsbereiche sicher zu erreichen.

Das Besteigen von Schaltkästen oder anderen Maschinenbereichen ist nicht zulässig, sofern keine geeignete Aufstiegshilfe mit Absturzsicherung vorhanden ist. Eine entsprechende Kennzeichnung ist erforderlich.

Möglicherweise vorhandene Riffelbleche, die nicht Teil einer Aufstiegshilfe sind, dürfen nicht bestiegen werden. Sie dienen oftmals nur dem Schutz von Oberflächen.

■ Absturzgefahr

- Einfüllstellen für Masterbatches, Umsteckplätze für Material-Förderschläuche und -leitungen so installieren, dass sie vom Hallenboden aus (ohne Aufstieg) erreichbar sind.
- Beim Kauf neuer Spritzgießmaschinen geeignete und fest installierte Aufstiegshilfen in das Lastenheft aufnehmen.
- Bei vorhandenen Maschinen geeignete Aufstiegshilfen fest installieren.
- Festinstallierte Aufstiege möglichst als Treppen mit Podesten und Geländern ausführen.
- Wenn ein Aufstieg zum Podest nicht mit einer Treppe realisiert werden kann, ist eine fest installierte Steigleiter mit Rückenschutz vorzusehen.
- Der manuelle Transport von Werkzeugen oder Gegenständen darf den sicheren Aufstieg nicht beeinträchtigen. Auf Steigleitern gilt eine Obergrenze von 10 kg beim manuellen Transport von Lasten.
- Größere Lasten sollten per Hebehilfen wie Krane auf die höheren Arbeitsebenen verbracht werden.
- Nur dann, wenn fest installierte Aufstiegshilfen nicht möglich sind, mobile Aufstiegssysteme wie Podestleitern vorsehen.⁵⁰
- Die Nutzung von Anlegeleitern ist nur im Ausnahmefall zulässig.⁵¹
- Beim Entfernen oder Anbringen von Anschlagmitteln (Kranhaken) auf hohen Spritzgießwerkzeugen müssen sich die Beschäftigten mit geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen an Anschlagpunkten sichern. Dies kann zum Beispiel durch das Tragen von Höhensicherungsgeräten gegen Absturz erfolgen.

⁵⁰ Zum sicheren Einsatz von Aufstiegshilfen siehe DGUV Information 208-016 sowie SKG 021, Anhang 6 Nr. 43 und 83

⁵¹ Siehe Anhang 1 Ziffer 3.1.4 der BetrSichV



Abbildung 30: Fest montierte Aufstiegshilfe

4.2.5 Behälter, Silos und enge Räume

- Gefährdung beim Einsteigen in Silos
 - Auf den Einstieg in Silos sollte verzichtet werden, denn das „Befahren von Behältern“ birgt eine Reihe von besonderen Gefährdungen.

Weitere Informationen zum Befahren von Behältern finden sie unter anderem in der DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“.

4.2.6 Arbeiten am Wasser

Siehe Abschnitt 2.6 des Merkblatts A 017.

4.3 Gefährdung durch ergonomische Faktoren

4.3.1 Schwere körperliche Arbeit⁵²

- Gefährdung durch schwere körperliche Arbeit

Wirbelsäulenerkrankungen gehören zu den häufigsten Ursachen für Arbeitsausfalltage. Die fertigen einzelnen Spritzgießteile sind in aller Regel nicht besonders schwer. Dennoch gibt es verschiedene Arbeitsbereiche, in denen mit großer Kraftanstrengung gehoben oder getragen werden muss, wie beispielsweise:

 - Bewegen von Granulatsäcken
 - Ziehen und Schieben von Paletten mit Sackwaren, Oktabins, Fertigteilen, etc.
 - Bewegen von Kisten mit Beistell- oder Zukaufteilen wie Einlegeteile (Schrauben, Muttern, etc.)
 - Heben, Tragen und Montieren von Maschinen- und Peripherieteilen, wie Pumpen, Druckspeicher, Saugförderer
 - Transporthilfen wie Flurförderzeuge, Krane, Winden, elektrische oder manuelle Hubwagen nutzen.
 - Hebe- und Tragehilfen wie Vakuumheber zur Verfügung stellen.
 - Schwere, unhandliche oder großvolumige Lasten mit Transportmitteln oder mit mindestens zwei Personen transportieren.
 - Möglichst kleine Zwischenbehälter für den innerbetrieblichen Transport nutzen.

⁵² Siehe auch DGUV Information 208-033, Anhang 6 Nr. 44



Abbildung 31: Ergonomischer Transport und ergonomisches Anheben von Kunststoffsäcken

- Fertigwaren in Pendelverpackungen (wenn möglich kleiner 10 kg) versenden.
- Beim manuellen Lastentransport die Lasten möglichst beidseitig tragen.
- Training für richtiges Heben und Tragen durchführen.
- Gefährdung durch ungünstige Körperhaltungen
 - Weites Vorneigen (Bücken) mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers, beispielsweise beim Verpacken.
 - Langes Stehen, beispielsweise an Sortierarbeitsplätzen.
 - Sich wiederholende Tätigkeiten, die zu einer einseitigen körperlichen Belastung führen, wie Entgratungsarbeiten, Sortierarbeiten, manuelles Einlegen und Entnehmen von Spritzgießteilen.
 - Die ergonomischen Grundprinzipien bei der Gestaltung der Arbeitsplätze berücksichtigen, zum Beispiel an Steharbeitsplätzen ergonomische Arbeitsplatzmatten oder Stehhilfen zur Verfügung stellen.
 - Transportbehälter zum Beispiel mit Hubarbeitstischen oder neigbaren Arbeitstischen bereitstellen, sodass ein Bücken und Verdrehen des Oberkörpers vermieden wird.
 - Lassen sich bestimmte ungünstige Körperhaltungen und wiederkehrende Tätigkeiten nicht vermeiden, diese Arbeiten auf ein Minimum reduzieren, zum Beispiel durch regelmäßige Arbeitsplatzwechsel (Job Rotation) oder den Einsatz von geeigneten Hilfsmitteln, wie Drehvorrichtungen für Werkzeuge in der Werkstatt.



Abbildung 32: Vakuumheber

4.3.2 Einseitig belastende körperliche Arbeit

- Gefährdung durch einseitig belastende körperliche Arbeit
Zwangshaltungen oder ungünstige Körperhaltungen können in Spritzgießbetrieben beispielsweise beim Einrichten von Maschinen und dem damit verbundenen Handhaben von Werkzeugen oder bei Instandhaltungsarbeiten vorkommen.
 - Lassen sich bestimmte Zwangshaltungen und wiederkehrende Tätigkeiten nicht vermeiden, diese Arbeiten auf ein Minimum reduzieren, zum Beispiel durch regelmäßige Arbeitsplatzwechsel (Job Rotation) oder den Einsatz von geeigneten Hilfsmitteln, wie Drehvorrichtungen für Werkzeuge in der Werkstatt.
 - Regelmäßige Pausen einlegen.

4.3.3 Beleuchtung

Siehe Abschnitt 3.3 des Merkblatts A 017.

4.3.4 Klima

Siehe Abschnitt 3.4 des Merkblatts A 017.

4.3.5 Informationsaufnahme

Siehe Abschnitt 3.5 des Merkblatts A 017.

4.3.6 Wahrnehmungsumfang

Siehe Abschnitt 3.6 des Merkblatts A 017.

4.3.7 Erschwerte Handhabbarkeit von Arbeitsmitteln

Siehe Abschnitt 3.7 des Merkblatts A 017.

4.3.8 Steharbeitsplätze

Es kommt in der Praxis eher selten vor, dass Beschäftigte ständig an einer einzigen Maschine arbeiten, ohne sich zu bewegen. In aller Regel werden von den Beschäftigten mehrere Maschinen parallel bedient. Sollten längerfristig Arbeiten an ein und derselben Maschine verrichtet werden, sind folgende Themen zu beachten:

- Gefährdung durch langfristiges Stehen an einer Maschine
 - Auf dynamische Arbeitsabläufe (nicht ständig an einer Stelle stehen) achten.
 - Arbeitsplatz mit Anti-Ermüdungsmatten auslegen.
 - Stehhilfen zur Verfügung stellen.
 - Beschäftigte über die Folgen dauerhaften Stehens informieren.

4.3.9 Bildschirmarbeitsplätze

Siehe Abschnitt 3.9 des Merkblatts A 017.

4.4 Mechanische Gefährdungen

An Spritzgießmaschinen liegen eine Reihe von Gefahrstellen für mechanische Gefährdungen vor, die in aller Regel vom Hersteller mit festen oder beweglichen Verdeckungen gegen Eingriff gesichert werden. Auf spezielle Gefährdungen wird im Abschnitt 5 dieser Schrift eingegangen.

4.4.1 Ungeschützte bewegte Maschinenteile

Durch die Manipulation von Schutzeinrichtungen kommt es in der Praxis immer wieder zu schweren Arbeitsunfällen. Gefährdet sind sowohl die Personen, durch die die Manipulation vorgenommen wird als auch in noch stärkerem Maße Personen, die sich auf den Schutz verlassen, weil sie nichts von der Manipulation wissen.

- Gefahr von schweren bis tödlichen Körperverletzungen durch Eingriff in ungesicherte Gefahrstellen durch manipulierte Schutzeinrichtungen
 - Spritzgießmaschinen bieten kaum Anreize, Manipulationen an Schutzeinrichtungen durchzuführen. Auch die Peripheriegeräte müssen so angebaut und konstruiert sein, dass Manipulationsanreize vermieden werden. Zur Vermeidung von Manipulationsanreizen ist es wichtig, dass die Anlagen möglichst störungsfrei laufen und bedienerfreundlich sind.
 - Sicherheitseinrichtungen in regelmäßigen Abständen auf korrekte Funktion und Manipulationsfreiheit hin überprüfen.
 - Die Manipulation von Schutzeinrichtungen ist im Betrieb zu untersagen. Es muss schriftlich in betrieblichen Anweisungen festgelegt werden, dass eine Manipulation von Schutzeinrichtungen zu disziplinarischen Konsequenzen führt.
- Arbeitsunfälle, deren Ursache durch Manipulation von Schutzeinrichtungen hervorgerufen wurde, werden auch seitens der Berufsgenossenschaft geahndet.

Zu allgemeinen Gefährdungen siehe auch Abschnitt 4.1 des Merkblatts A 017.

4.4.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen

Schnittverletzungen sind die häufigste Unfallart in Spritzgießunternehmen. Das Verwenden falscher Messer, das Nichttragen von persönlichen Schutzausrüstungen und Unachtsamkeit führen oftmals zu schweren Arbeitsunfällen und langen Ausfallzeiten.

- Gefahr von Schnittverletzungen an scharfkantigen Angüssen, Spritzgießteilen, Werkzeug-, Maschinen- und Peripherieteilen, automatischen Angusscheren, Industrierobotern, Handlinggeräten etc.
 - Abrunden oder Polstern von scharfkantigen Maschinenteilen.
 - Automatische Angusscheren mit Kappen oder dergleichen schützen.



Abbildung 33: Automatische Angusschere mit Schutzhülle zur Vermeidung von Schnittverletzungen

- Scharfkantige und spitze Angüsse vermeiden, zum Beispiel durch den Einsatz von Heißkanal-Spritzgießwerkzeugen. Durch geeignete Spritzgießwerkzeuge und vorbeugende Wartung vermeiden, dass Spritzgießteile entgratet werden müssen.
- Schnittschutzhandschuhe und schnittfesten Unterarmschutz tragen.
- Gefahr von Schnittverletzungen beim Umgang mit Messern, Zangen und ähnlich scharfkantigen Handwerkzeugen
 - Wenn möglich, sollten ausschließlich Sicherheitsmesser (z. B. „Abziehmesser“, Messer mit verdeckter Klinge, Keramikklingen, Messer mit federbelasteter Klinge) verwendet werden.
 - Die Verwendung von „Cuttermessern“ (Teppichmesser mit Abbrechklingen) im Betrieb untersagen.
 - Schnittschutzhandschuhe und gegebenenfalls schnittfesten Unterarmschutz tragen.

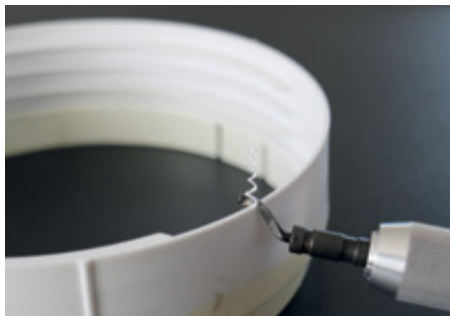


Abbildung 34: Entgratungsmesser



Abbildung 35: Schnittschutzhandschuhe und schnittfester Unterarmschutz

4.4.3 Transportmittel

Der innerbetriebliche Transport beispielsweise mit Flurförderzeugen (= „Gabelstaplern“) oder Kranen führt in vielen Spritzgießbetrieben zu einem hohen Unfallgeschehen mit zahlreichen schweren und tödlichen Unfällen. Ursache sind die hohen Verkehrs- und Warenströme.

- Gefahr von Verletzungen durch sich bewegende Transportmittel wie Flurförderzeuge oder Krane
 - Reduzierung der Geschwindigkeit von Gabelstaplern, wenn innerhalb von Hallen gefahren wird. Dies kann gegebenenfalls automatisch bei der Halleneinfahrt gesteuert werden.
 - Ausrüstung von Gabelstaplern mit Blue-Spots. Diese können auch stationär an gefährlichen Kreuzungen eingesetzt werden.
 - Getrennte Verkehrswege für Gabelstapler und Fußgänger vorsehen.
 - Logistik-Konzept erstellen, um kurze Wege zu erreichen und um unnötige Transportvorgänge, zum Beispiel durch die Nutzung von Siloware oder pneumatischen Fördereinrichtungen für Rohstoffe, zu vermeiden.
 - Prüfen, ob fahrerlose Transportsysteme oder/und ein Einbahnstraßen-System für Flurförderzeuge und Lastkraftwagen realisiert werden können.
 - Sicherheitsschuhe mit Zehenkappe (Kennzeichnung S oder P) tragen.⁵³
 - Fahrer von Flurförderzeugen und Bediener von Kranen ausbilden und regelmäßig unterweisen.
 - Anschlagpunkte bei bewegten Teilen wie zum Beispiel Spritzgießwerkzeugen beachten.
 - Durch die Einhaltung von Sicherheitsabständen gewährleisten, dass Personen nicht von der fahrenden Kranbahn gefährdet werden. Dies gilt insbesondere für Personen, die sich auf Aufstiegshilfen befinden.
- Gefährdung von Beschäftigten durch Kollision zwischen Krananlagen und Spritzgießmaschinen beziehungsweise deren Peripheriegeräten
 - Sicherheitsabstand von 0,5 m zwischen kraftbewegten äußeren Teilen der Krananlage und festen Einbauten beachten.⁵⁴
 - Schriftliche Regelung, dass höher gelegene Maschinenbereiche nicht betreten werden dürfen, wenn Kollisionsgefahr mit dem Kran besteht.

⁵³ Zu verschiedenen Arten von Fußschutz siehe Abschnitt 10 des Merkblatts A 008, siehe Anhang 6 Nr. 64.

⁵⁴ Siehe DGUV Vorschrift 52, siehe Anhang 6 Nr. 61



Abbildung 36: Erhöhung der Sicherheit von Fußgängerinnen und Fußgängern durch die Verwendung von BlueSpots an Gabelstaplern

4.4.4 Unkontrolliert bewegte Teile

- Gefahr von Fußverletzungen durch herabfallende Gegenstände
 - Sicherheitsschuhe mit Zehenkappe (Kennzeichnung S oder P) tragen.⁵⁵
- Gefahr durch ausreißende Leitungen an hydraulischen und pneumatischen Systemen
 - Schläuche verdeckt verlegen, zum Beispiel hinter festen Abdeckungen/feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen oder in Kanalführungen.
 - Einsatz von Fangschutzeinrichtungen (siehe Abschnitt 5.1.3 dieser Schrift).
 - Verwendung von ausreißsicheren Armaturen (siehe Abschnitt 5.1.3 dieser Schrift).
- Gefahr durch Verspritzen von Hydraulikflüssigkeiten unter hohem Druck (Ölinjektion durch Pinhole)
- Gefahr von Augenverletzungen durch umherfliegende Bruchstücke und spritzendes Hydrauliköl beim Bersten von Schläuchen
 - Schläuche verdeckt verlegen, zum Beispiel hinter spritzdichten festen Abdeckungen/feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen oder in Kanalführungen.
 - Verwendung von Spritzschutzschläuchen.

4.5 Elektrische Gefährdung

4.5.1 Grundsätze

Siehe Abschnitt 5.1 des Merkblatts A 017 der BG RCI.

4.5.2 Gefährliche Körperdurchströmung

Zur Beurteilung der elektrischen Gefährdungen ist eine Elektrofachkraft hinzuziehen.

- Körperdurchströmung
 - Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln nur von Elektrofachkräften oder unter deren Leitung und Aufsicht ausführen lassen.
 - Bei Arbeiten an elektrischen Anlagen sind grundsätzlich die 5 Sicherheitsregeln umzusetzen und für die Arbeiten sicherzustellen:

⁵⁵ Zu verschiedenen Arten von Fußschutz siehe Abschnitt 10 des Merkblatts A 008, siehe Anhang 6 Nr. 64.

- Freischalten
 - Gegen Wiedereinschalten sichern
 - Spannungsfreiheit allpolig feststellen
 - Erden und kurzschließen
 - Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken
- Gefahr von Körperdurchströmung (elektrischer Schlag) durch den Kontakt von unter Spannung stehenden Teilen mit ausgetretenen Flüssigkeiten (Wasser, Öl, etc.)
- Anschlüsse für Flüssigkeiten erst lösen/entfernen, wenn der spannungsfreie Zustand aller in der Nähe befindlichen relevanten elektrischen Betriebsmittel sichergestellt ist.
 - Nur isoliertes Handwerkzeug und zugelassenen Spannungsprüfer verwenden.

4.5.3 Lichtbögen

Siehe Abschnitt 5.3 des Merkblatts A 017.

4.6 Gefährdung durch Stoffe⁵⁶

Die meisten thermoplastischen Kunststoffgranulate und Masterbatches sind keine Gefahrstoffe und daher im Sinne der Gefahrstoffverordnung auch nicht kennzeichnungspflichtig.

Bei der Verarbeitung können jedoch aus dem verarbeiteten Kunststoff heraus gesundheitsgefährdende Zersetzungsprodukte entstehen. Darüber hinaus können Gefahrstoffe aus eingesetzten Hilfs- und Zusatzstoffen wie Additive, Alterungsschutzmittel, Weichmacher, Stabilisatoren oder Fasern, meist in Form von Aerosolen, freigesetzt werden.

Auf dem Markt ist eine stets wachsende Bandbreite an thermoplastischen Kunststoffen zu verzeichnen. Wichtige Unterscheidungsmerkmale sind dabei insbesondere die Wärmeformbeständigkeit und die Schlagzähigkeit. Eine Übersicht über verbreitete Kunststoffe zeigt folgende Grafik:

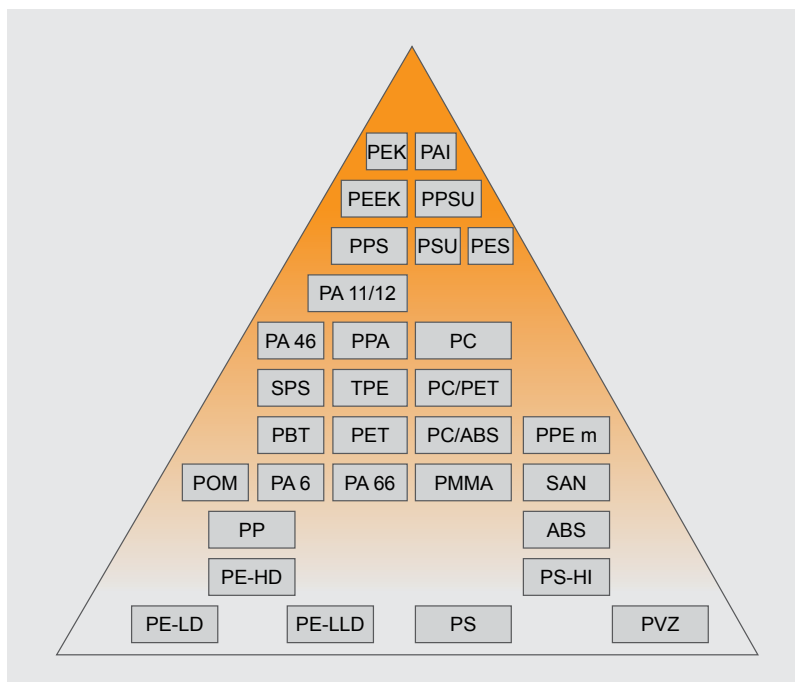


Abbildung 37: Auswahl häufig verwendeter technischer Kunststoffe

⁵⁶ DGUV Information 213-728, siehe Anhang 6 Nr. 48

Die Verarbeitung von Formmassen muss unter Beachtung des Produktdatenblattes erfolgen. Bei der Einhaltung der im Produktdatenblatt angegebenen Temperaturen, insbesondere der Verarbeitungstemperaturen sowie der Verweilzeiten, ergeben sich bei den meisten thermoplastischen Kunststoffen keine Gefahrstoffbelastungen.

Gleichwohl kann die Freisetzung gefährlicher Stoffe, abhängig von der Art und Zusammensetzung des jeweiligen Kunststoffes, auch unterhalb der Zersetzungstemperatur nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dies gilt unter Umständen auch bei der Verwendung von Recyclaten sowie beim Einsatz von „High-Heat-Kunststoffen“ (hochtemperaturbeständigen Kunststoffen) oder Zusatzstoffen, wie Flammenschutzmittel, Weichmacher und Stabilisatoren. Zersetzungsprodukte können vor allem im Bereich der Plastifiziereinheit (z. B. Entgasungsöffnungen), im Werkzeugbereich und auch beim Düsenwechsel entstehen.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass zur Optimierung von Zykluszeiten oftmals Verarbeitungstemperaturen gewählt werden, die bereits nahe an der Zersetzungstemperatur liegen. Dies kann bei längeren Verweilzeiten in der Plastifiziereinheit (z. B. bei Pausenzeiten) sowie bei Produktwechseln zur Entstehung von Zersetzungsprodukten („Pyrolyseprodukte“) führen.

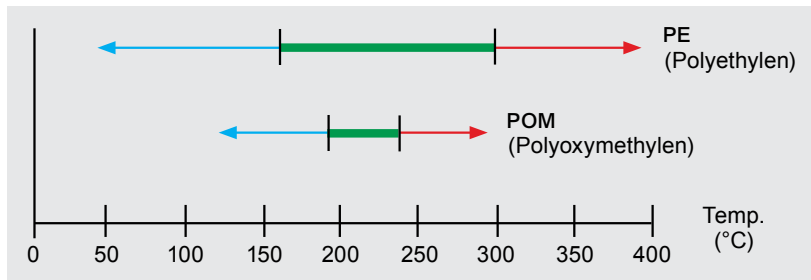
Kunststoff	Kurzform	Mögliche Gefahrstoffe ¹⁾ (Zersetzungsprodukte)	Verarbeitungstemperatur [°C] ²⁾	Zersetzungstemperatur [°C] ²⁾
Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer	ABS	Stickoxide, Styrol, 1,3-Butadien, Acrylnitril	200–275	ab 300
Celluloseacetat	CA	Essigsäure, Aldehyde	180–220	280–380
Epoxidharze auf Basis Bisphenol-A	EP-Harz	Phenol, Formaledehyd, Ammoniak		250–450
Harze auf Styrolbasis (Ungesättigte Polyesterharze)	UP-Harz	Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, Formaledehyd, Styrol		ab 140
Polyacrylnitril	PAN	Stickstoffoxide, Acrylnitril, Cyanwasserstoff		250–300
Polyamid	PA	Ammoniak, Cyanwasserstoff, Stickoxide, Caprolactam, Cyclopentanon	PA 6: 240–290 PA 66: 260–300	PA 6: 300–350 PA 66: 320–400
Polybutylenterephthalat	PBT	Acetaldehyd, 1,3-Butadien, Carbonsäuren, Benzol	230–280	285–305
Polycarbonat	PC	Phenole, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Aldehyde	270–320	350–400
Polyetheretherketon	PEEK		350–390	ab 450
Polyethylen	HDPE, LDPE	Ungesättigte und gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, Aldehyde	LDPE: 160–220 HDPE: 180–250	340–440
Polyethylenterephthalat	PET	Acetaldehyd, Carbonsäuren, Benzol	260–300	300–340
Polymethylmethacrylat	PMMA	Methylmethacrylat	170–230	180–280
Polyoxymethylen	POM	Formaldehyd	180–230	ab 220
Polyphenylensulfid	PPS	Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, organische Schwefelverbindungen, Phenylensulfid	320–380	515–550
Polypropylen	PP	Ungesättigte und gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, Aldehyde	200–270	320–400
Polystyrol	PS	Styrol, Aldehyde, Alkene	170–280	300–400
Polytetrafluorethylen	PTFE	Fluorwasserstoffe, ungesättigte perfluorierte Kohlenwasserstoffe	320–360	500–550
Polyurethan	PUR	Je nach Typ Isocyanate, Amine, Cyanwasserstoff, Treibmittel	195–230 (thermoplastisches PUR)	
Polyvinylchlorid	PVC	Chlorwasserstoff, Weichmacher	PVC-U: 170–210 PVC-P: 160–190	200–300
Styrol-Acrylnitril-Copolymer	SAN	Acrylnitril, Styrol, Aldehyde	200–260	

1) Hauptprodukte jeder Verbrennung von Kunststoffen sind Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Kohlenstoff (Ruß) und Wasser.

2) Die angegebenen Temperaturen geben nur einen groben Anhaltspunkt wieder. Diese sind von weiteren Parametern abhängig.

Abbildung 38: Übersicht möglicher Zersetzungsprodukte einzelner Kunststoffe

Besonders kritisch ist das „Freibrennen“ von Maschinenelementen zu betrachten, wenn zum Beispiel mit offenen Flammen Düsen, Nadelverschlussdüsen, Heißkanäle oder Ähnliches „freigebrannt“ werden. Dabei sind besonders hohe Expositionen gegenüber Pyrolyseprodukten zu erwarten. Zu den Pyrolyseprodukten zählen beispielsweise als krebserzeugend eingestufte Gefahrstoffe wie Formaldehyd bei POM, Benzol bei PET/PBT. Ferner zählen dazu weitere Gefahrstoffe wie Styrol oder 1,3 Butadien bei ABS sowie Salzsäure bei PVC.



Legende:

Blau: Trocknungstemperatur, Grün: Verarbeitungstemperatur, Rot: Zersetzungstemperatur

Abbildung 39: Beispiel für Temperaturbereiche von Kunststoffen

Eine weitere häufige Quelle für Gefahrstoffe sind die eingesetzten Hilfsmittel, wie zum Beispiel Trennmittel, Reiniger oder Fettlöser. Je nach Arbeitsverfahren können Gefahrstoffe in Form von Stäuben oder Aerosolen freigesetzt werden. Hinweise dazu gibt das Sicherheitsdatenblatt.

Bei der Verwendung von Trockeneisstrahlmaschinen kann CO₂ freigesetzt werden. Weitere Informationen zum Umgang mit Trockeneis enthält die DGUV Information 213-115 „Tätigkeiten mit Trockeneis“.

Aktuelle Informationen zur Einstufung und Gefährdung durch Stoffe können der GESTIS-Stoffdatenbank und/oder dem Gefahrstoffinformations-System GisChem der BG RCI und BGHM entnommen werden.

Vor der Aufnahme von Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ist zwingend die in der Gefahrstoffverordnung vorgegebene Rangfolge der Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip (siehe folgende Abbildung) einzuhalten:

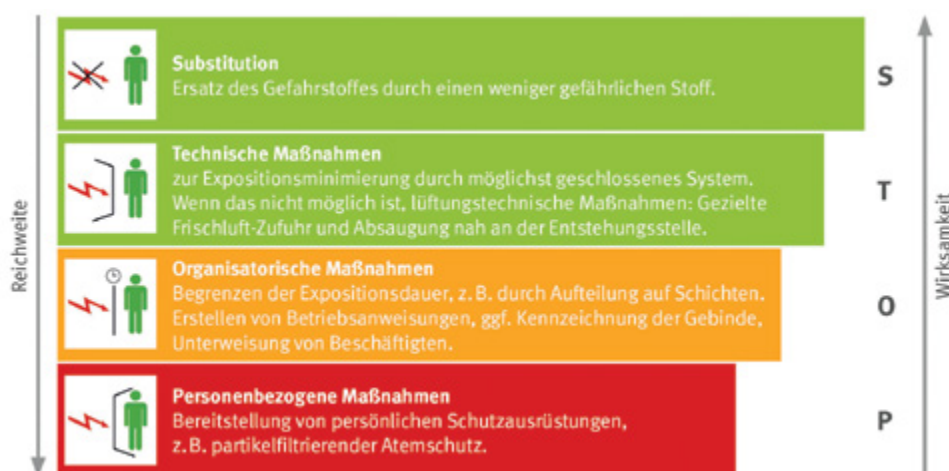


Abbildung 40: Maßnahmenhierarchie am Beispiel des Einsatzes von Gefahrstoffen

4.6.1 Gesundheitsschädigende Wirkung von Gasen, Dämpfen, Aerosolen, Stäuben, flüssigen und festen Stoffen

Im Folgenden werden Gefährdungen und Schutzmaßnahmen ergänzend zum allgemeinen Gefährdungskatalog des A 017 konkretisiert.

- Gefährliche Zersetzungsprodukte⁵⁷
 - Anhand des Sicherheitsdatenblattes ermitteln, ob beim Verarbeitungsprozess gefährliche Zersetzungsprodukte entstehen können.
 - Verarbeitungstemperaturen gemäß Produkt- beziehungsweise Sicherheitsdatenblätter des Herstellers kontrollieren und einhalten. Dies gilt insbesondere bei Produkten mit schmalen Verarbeitungstemperaturbereich (siehe Abbildungen 38 und 39), weil dann die Verarbeitungstemperatur zwangsläufig oft nur knapp unterhalb des Zersetzungsbereiches liegt.
 - Eine weitgehend störungs- und unterbrechungsfreie Prozessführung sicherstellen.
 - Verweilzeit in der Plastifiziereinheit, Schussgewicht, Einspritzdruck kontrollieren und einhalten.
 - Kunststoffgranulat gegebenenfalls vortrocknen.
 - In der Gefährdungsbeurteilung ermitteln, ob die jeweiligen Grenzwerte der Zersetzungsprodukte eingehalten werden. Dies kann zum Beispiel anhand von Expositionsmessungen erfolgen. Expositionsmessungen können im Rahmen des Präventionsauftrages in Absprache mit der zuständigen Aufsichtsperson durch die Messtechnischen Dienste der Unfallversicherungsträger durchgeführt werden. Auch die DGUV Information 213-728 (EGU) kann bei der Beurteilung wertvolle Hinweise liefern.
 - Gesundheitsschädliche Zersetzungsprodukte an der Entstehungsstelle (z. B. Düse oder Entgasungsöffnung) erfassen und absaugen (siehe Abbildung 41). Für die Anordnung und Befestigungspunkte der Absaugung sind die Vorgaben und Hinweise in den Bedienungsanleitungen der Maschinenhersteller zu beachten.
 - Auch beim Einsatz von Recyclaten sollten Absaugeinrichtungen vorgesehen werden, da es zur Freisetzung von gesundheitsschädlichen Stoffen kommen kann.
 - Eine allgemeine raumlufthechnische Anlage (RLT) installieren und regelmäßig auf Wirksamkeit prüfen. Dabei auf eine gezielte Luftführung achten. Zielführend ist hier das Prinzip der Schichtenlüftung: Kühle Zuluft im Bodenbereich und eine Abführung der warmen Abluft im Deckenbereich.
 - Zu beachten ist, dass bei krebserzeugenden, keimzellenmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen nach § 10 Abs. 5 der GefStoffV ein Luftrückführungsverbot gilt.



Abbildung 41: Best Practice für eine flexible Erfassungseinrichtung für Gase und Dämpfe

Die Abbildung 38 gibt eine Übersicht über die möglichen Zersetzungsprodukte von Kunststoffen:

- Gefährdung durch Hilfsstoffe wie beispielsweise Trennmittel, Farbstoffe, Konservierungsstoffe, Reinigungsgranulate
Trennmittel enthalten oft gesundheitsschädigende Wachse und ähnliche Stoffe, die beim Erhitzen zu Atembeschwerden führen können. Farbstoffe und Reinigungsgranulate können ebenfalls Gefahrstoffe enthalten.

⁵⁷ DGUV Information 213-728 „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung – Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe in Spritzgießmaschinen“, siehe Anhang 6 Nr. 48. Weitere Hinweise zum Thema Gefahrstoffe können dem Merkblatt M 053 der BG RCI (DGUV Information 213-080) entnommen werden, siehe Anhang 6 Nr. 72.

Der Unternehmer ist verpflichtet, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob weniger gefährliche Stoffe erhältlich sind (Substitution). Diese sind vorzugsweise zu verwenden. Der Verzicht auf eine Substitution ist in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung zu begründen.

- Substitution prüfen.
 - Altbestände sachgerecht entsorgen.
 - Auf Trennmittel aufgrund der entstehenden Aerosole möglichst verzichten. Wenn das nicht möglich ist, Trennmittel sparsam einsetzen.
 - Lagervorschriften beachten. Hinweise siehe auch Merkblatt M 062 der BG RCI.
 - Gefährdungen durch Brand und Explosion prüfen, zum Beispiel beim Einsatz von brennbaren Stoffen wie Trennmittel Flammpunkte beachten und heiße Oberflächen und andere Zündquellen vermeiden.
 - Für Reinigungsmittel etc. Sicherheitsbehälter und Sparanfeuchter zur Verfügung stellen, mit denen eine gezielte Dosierung der erforderlichen Mindestmenge möglich ist.
 - Werden trotz Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen die Beurteilungsmaßstäbe (Grenzwerte) nicht eingehalten, stellen Sie geeigneten Atemschutz zur Verfügung. In der Praxis haben sich gebläseunterstützte Atemschutzgeräte bewährt.
 - Gegebenenfalls in Abhängigkeit von der Exposition eine arbeitsmedizinische Vorsorge organisieren.
- Gefährdung durch orale Aufnahme von Gefahrstoffen
 - Nahrungs- und Genussmittelaufnahme am Arbeitsplatz verbieten.
 - Sozialräume zur Nahrungsaufnahme zur Verfügung stellen.

4.6.2 Hautbelastung

- Gefährdung durch Hautkontakt zu Hilfsstoffen wie beispielsweise Trennmitteln, Farbstoffen, Konservierungsstoffen, Reinigungsgranulaten
 - Einen Handschuh- und Hautschutzplan erstellen (siehe Merkblatt A 023 der BG RCI). Die Schutzhandschuhe sind den Herstellerangaben entsprechend zu lagern und zu verwenden.
 - Zur Vermeidung von Hautkontakt mit Gefahrstoffen geeignete Schutzhandschuhe zur Verfügung stellen und sicherstellen, dass die Handschuhe konsequent getragen werden.

4.7 Gefährdung durch Brände/Explosionen

Brand- und Explosionsgefahren können sich durch das Vorhandensein von brennbaren Stoffen wie mit Lösemitteln getränkte Putzlappen oder durch aufgewirbelte Stäube ergeben.

4.7.1 Brandgefahr durch Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase

- Brandgefahr durch gebrauchte Putzlappen und Ölbinder
 - Mit Lösemitteln getränkte Putzlappen und Ölbinder neigen zur Selbstentzündung
 - Gebrauchte Putzlappen und Ölbinder in brandsicheren Gefäßen mit Deckel aufbewahren, die täglich entleert werden.

4.7.2 Gefahr durch explosionsfähige Atmosphäre

In einer Spritzgießerei kann es zu gefährlichen Staubablagerungen kommen, die beim Aufwirbeln zu einer explosionsfähigen Atmosphäre führen können. Zündquellen sind im Umfeld einer Spritzgießmaschine zahlreich vorhanden, wie beispielsweise elektrische Anschlüsse oder heiße Maschinenteile. Auch elektrostatische Aufladung des Kunststoffes kann eine Zündquelle sein.

Staubablagerungen können sich beispielsweise bilden durch:

- Abrieb von Granulaten durch Fördervorgänge
 - Staubförmige Rohstoffe (wie Spezialcompounds)
 - Einsatz von nicht entstaubtem Mahlgut
 - Staubförmige Zuschlagsstoffe wie Batches etc.
-
- Gefährdung durch Staubexplosionen
 - Vermeiden von Staubablagerungen durch regelmäßiges Reinigen.
 - Aufwirbeln von Stäuben beim Reinigen vermeiden, indem geeignete und explosionsgeschützte Industriestaubsauger genutzt werden.
 - Erdung von Anlagenteilen, in denen es zu elektrostatischer Aufladung kommen kann, wie beispielsweise Förderanlagen für Granulate.⁵⁸

4.7.3 Thermische Explosionen (durchgehende Reaktionen)

Trifft in der Regel nicht zu.

4.7.4 Physikalische Explosionen (z. B. durch heiße Metallschmelzen und Wasser)

Trifft in der Regel nicht zu.

4.7.5 Explosivstoffe (Sprengstoffe)

Trifft in der Regel nicht zu.

4.7.6 Sonstige explosionsgefährliche Stoffe (z. B. Peroxide)

In einigen wenigen Kunststoffen werden peroxidhaltige Stoffe, zum Beispiel als Beschleuniger bei teilvernetzten Thermoplasten oder bei Duroplasten, beigemischt. Diese können unter Umständen als explosionsfähig eingestuft sein.

- Explosion von Stoffen
 - Stoff wenn möglich austauschen.
 - Sicherheitsdatenblatt beachten.
 - Gegebenenfalls Lagervorschriften beachten.
 - Zündquellen vermeiden (siehe Abschnitt 4.7.2 dieser Schrift).

4.8 Biologische Gefährdung

In Spritzgießbetrieben kann es zu einer Gefährdung durch nicht gezielten Umgang mit Biostoffen kommen. In Kühlwassersystemen werden oftmals Biozide eingesetzt. Der Einsatz von Bioziden ist kein gezielter Umgang mit Biostoffen. Biozide fallen unter die Gefahrstoffverordnung, nicht unter die Biostoffverordnung. Zum ungezielten Umgang kann es beim Einsatz von Recyclaten oder verunreinigtem Material kommen.

- Zum Schutz vor Keimbelastung im Kühlwassersystem werden oftmals Biozide eingesetzt. Biozide sind häufig Gefahrstoffe und können gesundheitsschädlich sein oder zum Beispiel allergische Reaktionen auslösen.
 - Prüfen, ob der Einsatz von Bioziden durch andere Maßnahmen ersetzt werden kann (Substitutionsgebot gemäß Gefahrstoffverordnung).

⁵⁸ Siehe T 033 beziehungsweise TRGS 727, Anhang 6 Nr. 80

- Falls dies nicht möglich ist, sind beim Umgang mit Bioziden persönliche Schutzausrüstungen gemäß Sicherheitsdatenblatt zu tragen, zum Beispiel Chemikalienschutzhandschuhe.
- Sicherstellen, dass die vorgegebenen Konzentrationsgrenzen eingehalten und Biozide nicht überdosiert werden.
- Einsatz von biologisch verunreinigten (mit Biostoffen verunreinigten) Formteilen und Recyclaten
 - Prüf- und Qualitätssicherungsmaßnahmen festlegen, die eine gründliche Untersuchung auf biologische Verunreinigungen umfassen, zum Beispiel durch mikrobiologische Tests.
 - Reinigung von verunreinigten Formteilen vor dem Mahlprozess.

4.9 Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkung

4.9.1 Lärm

Im Bereich der Spritzgießfertigung liegen die Schalldruckpegel in der Regel zwischen 78 und 86 dB(A). Besonders lärmintensive Maschinen und Tätigkeiten, bei denen es zu höheren Lärmpegeln kommen kann, sind beispielsweise:

- Spritzgießmaschinen, insbesondere hydraulisch oder mit Kniehebel betriebene Maschinen,
- Mühlen,
- Arbeiten mit Winkelschleifern,
- pneumatische Förderung von Kunststoffgranulat,
- Druckluftbetriebene Handmaschinen wie Schleifgeräte,
- Entformen von Fertigteilen mittels Druckluft,
- Abblasen von Spritzgießteilen mit Druckluft oder Verwendung mobiler Trockeneisstrahlmaschinen für Reinigungsarbeiten an den Spritzgießformen.
- Gefährdung des Gehörs durch Umgebungslärm von über 80 dB(A)
 - Maschinen und Peripheriegeräte mit einer möglichst geringe Lärmemission beschaffen, wie zum Beispiel langsam laufende Beistellmühlen.
 - Peripheriegeräte akustisch entkoppeln, das heißt starre Verbindungen zu schwingenden Teilen vermeiden.
 - Besonders laute Maschinen, wie zum Beispiel Großmühlen, in einem eigenen lärmtechnisch abgegrenzten Raum betreiben.
 - Spritzgießmaschinen und Peripheriegeräte wie zum Beispiel Mühlen gegebenenfalls mit Schalldämmung versehen.
 - Geräuschgeminderte Druckluftdüsen verwenden (siehe Abbildung 42).
 - Pneumatische Auslassöffnungen in Schalldämpfer leiten, bei mehreren Auslassöffnungen möglichst einen Sammel Schalldämpfer verwenden. Funktion der Schalldämpfer durch vorbeugende Instandhaltung sowie durch regelmäßiges Entfernen von Verunreinigungen wie Stäuben sicherstellen.
 - Lärmbereiche⁵⁹ mit dem Gebotszeichen M 003 „Gehörschutz benutzen“ kennzeichnen.
 - Für Lärmbereiche ein schriftliches Lärminderungsprogramm aufstellen und durchführen.⁶⁰
 - Wenn technische und organisatorische Maßnahmen ausgeschöpft sind, ab 80 dB(A) Gehörschutzmittel (wie Ohrstöpsel, Kapselgehörschutz, Gehörschutzstöpsel) zur Verfügung stellen⁶¹ und auf die Benutzung hinwirken.
 - Ab 85 dB(A) muss Gehörschutz benutzt werden⁶², zusätzlich ist eine Kontrolle der Anwendung erforderlich.
 - Bei einem persönlichen Beurteilungspegel ≥ 85 dB(A) sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach der DGUV Empfehlung „Lärm“ zu veranlassen (Pflichtuntersuchungen), bei einem persönlichen Beurteilungspegel ≤ 80 dB(A) sind sie anzubieten (Angebotsuntersuchungen).⁶³
 - Weitergehende Informationen enthält der **„IFA Report 3/2021: Lärmexposition beim Einrichten und Bedienen von Kunststoffspritzgießmaschinen“**, der im Internet unter den Publikationen der DGUV abrufbar ist.

59 Ein Lärmbereich ist nach § 7 Abs. 4 LärmVibrationsArbSchV ein Bereich, in dem einer der oberen Auslösewerte, das heißt 85 dB(A) oder 137 dB(C), überschritten wird.

60 Abschnitt 7 der TRLV Lärm Teil 3, siehe Anhang 6 Nr. 28

61 § 8 Abs. 1 LärmVibrArbV sowie DGUV Information 212-024 und DGUV Regel 112-194, siehe Anhang 6 Nr. 27, 47 und 36

62 § 8 Abs. 3 LärmVibrArbV, siehe Anhang 6 Nr. 27

63 Anhang, Teil 3 der ArbMedVV, siehe Anhang 6 Nr. 26



Abbildung 42: Geräuschgeminderte Druckluftdüsen



Abbildung 43: Aufstellung von Mühlen in einem lärmtechnisch abgegrenzten Raum

- Gefahr von Knalltraumata durch einen Spitzenschalldruckpegel von über 135 dB(C)
 - Durch regelmäßige Prüfung und gegebenenfalls Austausch von Hydraulikschlauchleitungen ein Bersten der Schlauchleitung vermeiden.

4.9.2 Ultraschall

In einigen Unternehmen werden Spritzgießteile mit Ultraschall-Schweißmaschinen verschweißt.

- Gehörgefährdung durch Ultraschall
 - Lärmexposition ermitteln. Aufgrund der spezifischen Frequenzen, zum Teil im nicht hörbaren Bereich, sind spezielle Messgeräte einzusetzen.
 - Kapselung vorsehen.
 - Gegebenenfalls frequenzgeeigneten Gehörschutz zur Verfügung stellen.

4.9.3 Ganzkörperschwingung

Siehe Abschnitt 9.3 des Merkblatts A 017.

4.9.4 Hand-Arm-Schwingung

Siehe Abschnitt 9.4 des Merkblatts A 017.

4.9.5 Nicht ionisierende Strahlung

Siehe Abschnitt 9.5 des Merkblatts A 017.

4.9.6 Ionisierende Strahlung

Siehe Abschnitt 9.6 des Merkblatts A 017.

4.9.7 Elektromagnetische Felder

Siehe Abschnitt 9.7 des Merkblatts A 017.

4.9.8 Kontakt mit heißen und kalten Medien; Kältearbeit – Hitzearbeit

Im Bereich der Spritzgießmaschinen können thermische Gefährdungen in unterschiedlichen Bereichen auftreten.

- Verbrennungen an heißen Bereichen der Plastifiziereinheit (siehe Abschnitt 5.1.2 dieser Schrift) sowie an heißen Spritzgießwerkzeugen (siehe Abschnitt 5.1.1.1 dieser Schrift), Spritzgießteilen, Peripheriegeräten etc.
 - Schutzhandschuhe mit langen Stulpen (z. B. aus Leder) tragen.
 - Langärmelige Arbeitskleidung tragen, wenn Arbeiten an Maschinen- und Anlagenteilen (Einrichten, Störungsbeseitigung, Wartung, Instandhaltung, etc.) durchgeführt werden.
- Verbrennungen durch heiße Formmasse (z. B. beim „Freispritzen“, beim Abtransport von Abspritzfladen) (siehe Abschnitt 5.1.2 dieser Schrift)
 - Gesichtsschutz (Visier) tragen.
 - Schutzhandschuhe und langärmelige Arbeitskleidung tragen.
- Verbrennung durch entformte Fertigteile bei Kunststoffen mit hohen Verarbeitungstemperaturen, insbesondere bei der Verarbeitung von hochtemperaturbeständigen Kunststoffen, Duroplasten und Gummiwerkstoffen/Elastomermaterialien.
 - Wenn möglich heiße Spritzgießteile automatisch auf einer Kühlstrecke oder in ein Abkühlbad ablegen und abkühlen lassen.
 - Manuelles Handling nach der Entformung vermeiden.
 - Persönliche Schutzausrüstungen einsetzen.
- Verbrennung durch heiße Temperiermedien wie Kühlwasser, Thermoöle etc.
 - Beim Lösen der Schlauchverbindungen Visier, langärmelige Arbeitskleidung und isolierende Handschuhe tragen.
 - Sicherstellen, dass Temperierschläuche nicht unbeabsichtigt (z. B. durch Darauftreten) abgerissen werden können und dadurch unkontrolliert heiße Flüssigkeit austritt.

4.9.9 Elektrostatik

Siehe Abschnitt 4.7.2 dieser Schrift und Abschnitt 9.9 des Merkblatts A 017.

4.9.10 Überdruck

An Spritzgießmaschinen verbaute Druckluftanschlüsse dürfen nur bestimmungsgemäß verwendet werden.

Die Nutzung der Anschlüsse für andere Zwecke führt dazu, dass die Konformitätserklärung nicht mehr gültig ist und die Herstellerpflichten auf den Betreiber übergehen.

- Gefahr von schweren bis tödlichen Körperverletzungen durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung von Druckluftanschlüssen
 - Die bauseitig zur Verfügung gestellten Anschlüsse dürfen ausschließlich für die Funktionen verwendet werden, die in der Bedienungs- beziehungsweise Betriebsanleitung aufgeführt werden.
- Gefahr von schweren bis tödlichen Körperverletzungen bei Arbeiten an Hydraulik- oder Pneumatiksystemen
 - Es gelten die Sicherheitsregeln der Fluidtechnik (Fünf-Finger-Regel):
 1. Energiezufuhr trennen.
 2. Gegen Wiederzufuhr sichern.
 3. System drucklos machen, einschließlich vorhandener Druckspeicher, hochgehaltene Lasten absenken oder unterbauen, Restenergien abbauen.
 4. Druckfreiheit prüfen.
 5. Gefährdungen durch benachbarte Anlagen verhindern.

Weitere allgemeine Gefährdungen siehe Abschnitt 9.10 des Merkblatts A 017.

4.10 Gefährdung durch psychische Belastung

Gefährdungen durch psychische Belastung sind in folgende Gestaltungsbereiche, denen verschiedene Belastungsfaktoren zugeordnet sind, aufgeteilt:

- Arbeitsinhalt/Arbeitsaufgabe
- Arbeitsorganisation
- Arbeitszeit
- Soziale Beziehungen bei der Arbeit
- Arbeitsmittel
- Arbeitsumgebung

Bei der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung müssen alle diese Bereiche und Belastungsfaktoren berücksichtigt werden. Um eine aussagekräftige Gefährdungsbeurteilung durchführen zu können, ist die Einbeziehung der Beschäftigten unabdingbar. Nachfolgend werden die tätigkeitsspezifischen Gefährdungen durch psychische Belastung beim Betreiben von Spritzgießmaschinen sowie Maßnahmen beschrieben. Gefährdungen durch psychische Belastung können sich auf die Gesundheit auswirken und das sichere Verhalten beeinträchtigen.

Arbeitsinhalt/-aufgabe

- Einseitige monotone Tätigkeiten können zu einer Unterforderung führen.
 - Regelmäßige Aufgabenwechsel zwischen verschiedenen Personen. Auch die Erweiterung des Aufgabenspektrums zum Beispiel durch andere Tätigkeiten und Bewegungsabläufe kann eine Gefährdung durch psychische Belastung verringern.
 - Einbindung der Beschäftigten bei Planänderungen, zum Beispiel bei Ausfällen durch Urlaub und Krankheit.

Arbeitsorganisation

- Unterbrechungen beim Betrieb von Spritzgießmaschinen wie Störungen und Instandhaltung sowie unklare Zuständigkeiten bei Arbeitsabläufen
 - Einführung eines systematischen Wartungsplans, um Maschinenausfälle zu reduzieren.
 - Entwicklung von Regeln, um Störungen schnell, strukturiert und konzentriert beseitigen zu können. Dadurch sollten Ablenkungen und kognitive Überlastungen reduziert werden.
 - Festlegen, wer Entscheidungen treffen darf und wer welche Prozesse steuert.
- Zeit- und Leistungsdruck zum Beispiel durch die enge Maschinentaktungen oder enge Terminvorgaben der Kunden
 - Belastungen durch Zeitdruck gering halten, zum Beispiel durch möglichst langfristige Planungen und rechtzeitige Absprachen mit Kunden.
 - Einbindung der Beschäftigten bei der Planung der Arbeitsabläufe, um praxisnahe Lösungsansätze zu finden.

Arbeitszeit

- Überlange Arbeitszeiten und fehlende Abgrenzung zwischen Arbeits- und Privatleben zum Beispiel bei häufiger Rufbereitschaft
 - Einhaltung und Förderung ausreichender Pausen-, Ruhe- und Erholungszeiten. Dies ist insbesondere nach körperlich anstrengenden Tätigkeiten und Arbeiten mit hoher Konzentration erforderlich.
 - Prüfen ob Rufbereitschaften erforderlich sind. Falls dies nicht zu umgehen ist, Einbindung von Beschäftigten bei der Planung von Rufbereitschaftszeiten.

Soziale Beziehungen bei der Arbeit

- Spannungen oder Konflikte unter Beschäftigten aufgrund kultureller und sozialer Unterschiede
 - Regeln für einen wertschätzenden, respektvollen Umgang aufstellen – sowohl zwischen den Beschäftigten und den Führungskräften als auch unter den Beschäftigten.
 - Konflikte zeitnah klären und gegebenenfalls geeignete Ansprechpersonen benennen.
 - Verständnis und Wissen über unterschiedliche Kulturen thematisieren.

Arbeitsmittel

- Maschinen und Werkzeuge, die nicht ergonomisch gestaltet sind, können zu einer körperlichen und psychischen Belastung führen
 - Arbeitsplätze ergonomisch einrichten (z. B. ergonomische Werkzeuge, höhenverstellbare Arbeitsflächen). Siehe auch Abschnitt 4.3 dieser Schrift.
 - Ergonomie-Training für Beschäftigte zur richtigen Nutzung von Arbeitsmitteln, Vorbeugung von Fehlbelastungen.
 - Förderung kognitiver Ergonomie durch geeignete Arbeitsmittel, Signale, persönliche Schutzausrüstungen und Einbeziehung der Beschäftigten.

Arbeitsumgebung

- Lärm durch Spritzgießmaschinen, Förderanlagen oder Peripheriegeräte können zu Beeinträchtigungen der Konzentration sowie der Kommunikation führen
 - Lärminderungsmaßnahmen durchführen, zum Beispiel Installation von Schalldämmung an Maschinengehäusen, Trennwände. Weitere Maßnahmen siehe Abschnitt 4.9.1 dieser Schrift.
 - Arbeiten wie Qualitätsprüfungen/-messungen möglichst in einer ruhigen Umgebung durchführen.
 - Darauf achten, dass wichtige Informationen in einer möglichst lärmarmen Umgebung vermittelt werden.
- Unzureichende oder schlecht angepasste Beleuchtung (z. B. Blendwirkung) können Arbeitsleistung und Sicherheit beeinträchtigen. Fehlender Sichtkontakt ins Freie in Produktionshallen kann sich negativ auf das Wohlbefinden der Beschäftigten auswirken.
 - Prüfen, ob die Nennbeleuchtungsstärken nach Arbeitsstättenregel eingehalten werden. Für ausreichend Tageslicht am Arbeitsplatz und insbesondere in den Pausenräumen sorgen.
 - Einbau ausreichender blendfreier Beleuchtung.
 - Anpassung der Beleuchtung an Arbeitsanforderungen (z. B. gezielte Beleuchtung für Detailarbeiten, diffuse Beleuchtung für große Arbeitsbereiche).
 - Sichtkontakt ins Freie durch Fenster oder Lichtkuppeln.

4.11 Sonstige Gefährdungs- und Belastungsfaktoren

Siehe Abschnitt 11 des Merkblatts A 017.

5 Gefährdungskatalog – Einzelgefährdungen und Einzeltätigkeiten

Neue Spritzgießmaschinen sind im Allgemeinen herstellerseitig so ausgestattet, dass der sichere Betrieb im Sinne des Arbeitsschutzes möglich und der Stand der Technik gewährleistet ist. Bei Spritzgießmaschinen, die nach DIN EN ISO 20430⁶⁴ konstruiert und gebaut sind, kann davon ausgegangen werden, dass sie die Anforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllen, man spricht von der sogenannten Vermutungswirkung.⁶⁵

Der Stand der Technik entwickelt sich ständig weiter. Der Betreiber ist aus diesem Grund dafür verantwortlich, regelmäßig im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu überprüfen, ob die Schutzkonzepte noch dem Stand der Technik entsprechen. Weitergehende Informationen zur Bewertung des Standes der Technik finden sich in Abschnitt 2.3 dieser Schrift.

Der sichere Betrieb einer Spritzgießmaschine wird unter anderem dadurch gewährleistet, dass Spritzgießmaschinen mit mechanischen Schutzeinrichtungen versehen sind, die ein Eingreifen in den Gefahrenbereich verhindern. Die vorhandenen Verriegelungen dieser Schutzeinrichtungen mit der hydraulischen und elektrischen Steuerung sorgen für eine sichere Abschaltung aller gefahrbringenden Bewegungen, wenn durch das Öffnen der Schutzeinrichtung ein Zugriff zu den Gefahrenbereichen möglich wird. Falls der Zugang nicht mehr als einmal pro Woche erforderlich ist (z. B. für Instandhaltung), sind feststehende, trennende Schutzeinrichtungen vorzusehen.⁶⁶

Auch bei einer normgerecht gebauten und sicheren Spritzgießmaschine sind jedoch Restgefährdungen zu berücksichtigen, die durch technische Schutzmaßnahmen nicht oder nur unzureichend verhindert werden können. Allgemeine Ausführungen zu Gefährdungen bei Arbeiten an Spritzgießmaschinen sind im Abschnitt 4 dieser Schrift zu finden. Auf spezielle Gefährdungen, die einzelnen Tätigkeiten im Arbeitsablauf oder einzelnen Maschinenteilen der Spritzgießmaschine zuzuordnen sind, wird im Folgenden eingegangen.

Bei der Betrachtung der Spritzgießmaschine lassen sich Schließereinheit und Plastifiziereinheit unterscheiden (siehe Abbildung 44). Die folgende Betrachtung beginnt mit der Seite der Schließereinheit.

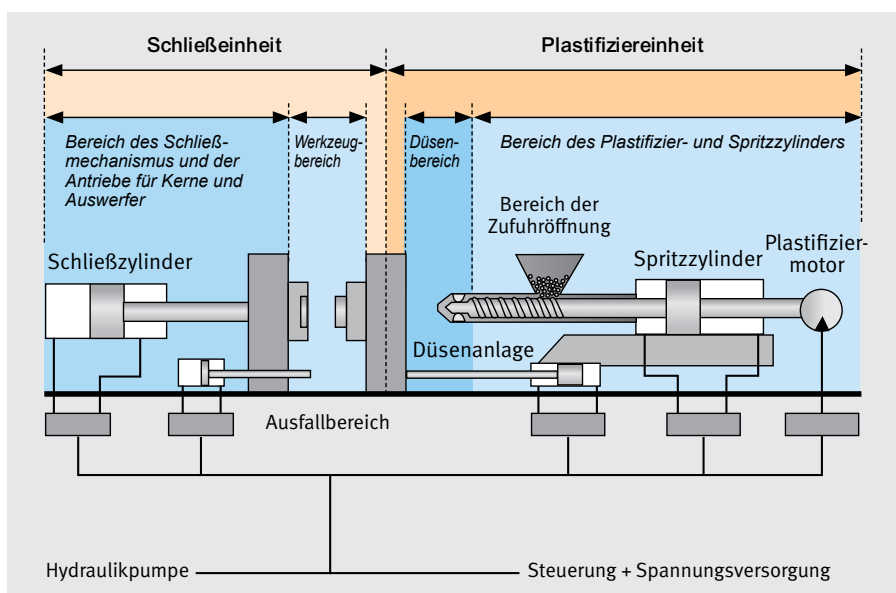


Abbildung 44: Prinzipdarstellung einer hydraulischen Spritzgießmaschine mit den wichtigsten Maschinenbereichen, dargestellt ohne Schutzeinrichtungen

64 Siehe Anhang 6 Nr. 86

65 Zum Thema Erfüllung der Maschinenrichtlinie und Vermutungswirkung siehe Abschnitt 5 des Merkblatts T 008-0 der BG RCI, Anhang 6 Nr. 76.

66 Zum Thema Schutzeinrichtungen siehe Abschnitt 3.1 dieser Schrift.

5.1 Gefährdungen in einzelnen Maschinenbereichen

5.1.1 Schließeinheit der Spritzgießmaschine

5.1.1.1 Werkzeugbereich

Der Werkzeugbereich ist der Bereich zwischen den Werkzeugaufspannplatten, siehe Abbildung 44. In diesem Bereich erfolgen Bewegungen durch **hydraulisch/pneumatisch und/oder elektrisch betriebene Achsen**, die entweder direkt den Prozess antreiben oder die Maschine um Zusatzfunktionen erweitern. Mögliche Gefährdungen, die von diesen Bewegungen ausgehen können, sind:

- Quetschstellen zwischen den Werkzeugaufspannplatten, bei der Schließbewegung der beweglichen Aufspannplatte
 - Dieser Bereich muss durch bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtungen **mit/ohne Zuhaltung** oder Lichtvorhänge abgesichert sein. Sie verhindern den Zugang zum Gefahrenbereich während des Zyklus und schalten die gefahrbringenden Bewegungen beim Öffnen der Schutzeinrichtungen oder beim Unterbrechen des Schutzfeldes der Lichtvorhänge ab. Die Schutzeinrichtungen müssen Schutztyp III oder $PL_r = e$ entsprechen.
 - Bei der Verwendung von Lichtvorhängen ist der Sicherheitsabstand mit Bezug zur Annäherungsgeschwindigkeit zu berücksichtigen.
 - Lichtvorhänge dürfen nur verwendet werden, wenn keine Gefährdung durch das Herausspritzen der Formmasse besteht.
 - Die Schutzeinrichtungen müssen bezüglich der Höhe und des Sicherheitsabstands zum Gefahrenbereich den Anforderungen der DIN EN ISO 20430⁶⁷ in Verbindung mit DIN EN ISO 13857⁶⁸ oder DIN EN ISO 13855 (siehe Abbildungen 5 und 6 in Abschnitt 3.1 dieser Schrift) entsprechen.
 - Es dürfen nur Spritzgießwerkzeuge eingesetzt werden, die das vom Hersteller angegebene maximale Maß der Werkzeugaufspannplatte nicht überschreiten. Ragen Spritzgießwerkzeuge darüber hinaus, müssen Sicherheitsabstände überprüft und Sicherheitseinrichtungen gegebenenfalls angepasst werden. Dies gilt auch beispielsweise für Wasseranschlüsse, Kernzüge oder Ausdrehvorrichtungen, die über das Werkzeug hinausragen.
 - In diesem Bereich darf die Verwendung von Zweihandschaltungen als Schutzeinrichtung nur in Ausnahmefällen und unter Einhaltung der Anforderungen nach Abschnitt 4.2.1.3 der DIN EN ISO 20430 erfolgen.

Können Schutztüren hintertreten werden (Abschnitt 4.2.7 und Bild 9 und 10 der DIN EN ISO 20430) oder sind Werkzeugbereiche betretbar (Abschnitt 4.2.8 der DIN EN ISO 20430), sind folgende zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich:

- Die Maschinen müssen mit einer Einrichtung zum Erkennen von Personen im Werkzeugbereich ausgestattet sein (z. B. Trittplattensicherung/Schaltmatten/Scanner/Lichtvorgänge)⁶⁹, die so mit der Steuerung der Spritzgießmaschine gekoppelt sind, dass bei einem Aufenthalt von Personen in diesem Bereich
 - die Schließbewegung der Aufspannplatte,
 - die Schließbewegung der kraftbetätigten Schutzeinrichtung,
 - das Einspritzen in den Werkzeugbereich und
 - das Einleiten eines weiteren Zyklusverhindert werden.

- Quetschstellen zwischen den Werkzeugaufspannplatten (horizontale Schließbewegung), bei Zugang von der Oberseite der Maschine, die auch durch Nachrüstungen von Aufstiegshilfen entstehen können
 - Dieser Bereich muss durch eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung oder feststehende Schutzeinrichtungen abgesichert sein. Dabei müssen die Sicherheitsabstände, zwischen dem Gefahrenbereich und den festgelegten Zugangs- oder Arbeitsplätzen, entsprechend den Anforderungen nach DIN EN ISO 20430 in Verbindung mit DIN EN ISO 13857 ausgelegt sein.
 - Die Schutzeinrichtungen müssen Schutztyp II oder $PL_r = d$ entsprechen, um
 - den Zugang zum Gefahrenbereich während des Zyklus zu verhindern und
 - beim Öffnen der Schutzeinrichtungen die gefahrbringenden Bewegungen abzuschalten.

⁶⁷ Siehe Anhang 6 Nr. 86

⁶⁸ Siehe Anhang 6 Nr. 92

⁶⁹ DIN EN ISO 13856-1 und DIN EN 61496-1 – siehe Anhang 6 Nr. 91 und 88

Im Werkzeugbereich sind Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer durch die trennenden oder nichttrennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugbereichs abgesichert. Es besteht jedoch die Möglichkeit, diese Bewegungen auch bei geöffneter Schutzeinrichtung unter Verwendung eines abschließbaren Betriebsartenwahlschalters (siehe Abschnitt 3.3 dieser Schrift) zuzulassen. Da Kernzüge und Auswerfer im Allgemeinen Bestandteil des Spritzgießwerkzeugs sind, die betreiberseitig ausgelegt und angefertigt werden, kann der Hersteller der Spritzgießmaschine nicht alle möglichen Gefährdungen vorhersehen, die aus dem Betrieb des Spritzgießwerkzeugs mit den Kernzügen und Auswerfern resultieren.

Diese sind:

- Quetschstellen durch Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer, bei deaktivierter Schutzeinrichtung, in einer Sonderbetriebsart unter Verwendung eines abschließbaren Betriebsartenwahlschalters (siehe Abschnitt 3.3 dieser Schrift)
 - Der Betreiber muss beim Einbau eines Werkzeugs im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung entscheiden, ob durch das Spritzgießwerkzeug in Verbindung mit den Kernzügen und Auswerfern zusätzliche Gefährdungen hervorgerufen werden können. In diesem Fall sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen.
 - Eine Bewegung der Kernzüge und Auswerfer bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung des Werkzeugbereichs nur zulassen, wenn
 - durch die Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer keine Quetsch- und Schergefahren entstehen können und
 - die Anforderungen bezüglich der verwendeten Steuerungseinrichtungen und Signalisierungen gemäß DIN EN ISO 20430 eingehalten werden und
 - eine Freigabe durch den Einrichter erfolgt ist.

Für den Zugang zum Werkzeugbereich kommen bei großen Maschinen kraftbetriebene trennende Schutzeinrichtungen zum Einsatz. Mögliche Gefährdungen, die von diesen Bewegungen ausgehen können, sind:

- Quetschstellen durch Bewegungen, bei der Verwendung, von kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtungen
 - Sofern die Kontaktkräfte 75 N überschreiten, muss die Schutzeinrichtung $PL_r = c$ entsprechen, an der Führungskante der Tür mit einer zum Beispiel elektrisch oder pneumatisch arbeitenden Schaltleiste nach DIN EN ISO 13856 versehen sein und beim Betätigen der Schaltleiste die Schließbewegung der Schutzeinrichtung anhalten.
 - Bei Kontaktkräften zwischen 150 und 300 N muss die Schließbewegung der Schutzeinrichtung zusätzlich durch eine Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung erfolgen. Ein Betätigen der Schaltleiste während des Schließens der Schutztür muss die Zufahrbewegung der Tür sofort aufhalten oder umkehren. Die Umkehrbewegung der Tür darf nicht zu einer neuen Gefährdung führen.
 - Die Kontaktkräfte von 300 N dürfen nicht überschritten werden.
- Thermische Gefährdungen

Einige Werkzeuge werden mit Heißkanälen ausgestattet, in denen der Kunststoff in flüssiger Form vorgehalten wird. Hier kann es zu Verbrennungen an Spritzgießwerkzeugen (Bereich Heißkanal) sowie bei Störungen zu Verbrennungen durch austretende Schmelze an der Austrittsöffnung des Heißkanals kommen.

Für die Verarbeitung bestimmter Kunststoffe sowie in der Duroplast- und Gummiverarbeitung werden Spritzgießwerkzeuge auf mehr als 100 °C aufgeheizt. Dadurch liegen sowohl Verbrennungsgefahren an den heißen Werkzeugoberflächen, als auch an den Heizsystemen und Komponenten, zum Beispiel Schlauchleitungen, vor.

 - Spritzgießwerkzeuge mit Verschlussdüsen nutzen.
 - Aufheizen nur bei geschlossener Schutztüre des Werkzeugbereichs vornehmen.
 - Sicherstellen, dass bei der Demontage von Temperierschläuchen und -anschlüssen keine Gefährdung der Beschäftigten durch austretendes Temperiermedium besteht. Dies kann durch ausreichende Abkühlung der Medien und Druckentlastung des Systems erfolgen. Beides ist vor der Demontage zu überprüfen.
 - Nur Temperierschläuche und -anschlüsse einsetzen, die unter qualitätsgesicherten Bedingungen hergestellt und regelmäßig geprüft werden. Nach Möglichkeit Sicherheitskupplungen einsetzen, die sich nicht unter Druck lösen lassen. Auf die Herstellung eigener Anschlusslösungen verzichten.
 - Heiße Maschinenteile kennzeichnen.
 - Versehen Sie die heißen Bereiche mit Temperaturmessstreifen. Durch eine farbliche Anzeige werden Beschäftigte vor der heißen Oberfläche gewarnt.
 - Persönliche Schutzausrüstungen verwenden, insbesondere Visier, Lederhandschuhe und Unterarmschutz oder langärmelige Kleidung tragen.
 - Sofern verstopfte Düsen gereinigt werden müssen, nicht unmittelbar in die Düse hineinschauen.

5.1.1.2 Ausfallbereich

Zur Förderung der fertigen Spritzgießteile oder zum Wechsel des Auffangbehälters ist an der Spritzgießmaschine eine Ausfallöffnung vorgesehen, die in Abbildung 45 unterhalb des Gefahrenbereiches der Werkzeugaufspannplatten liegt.

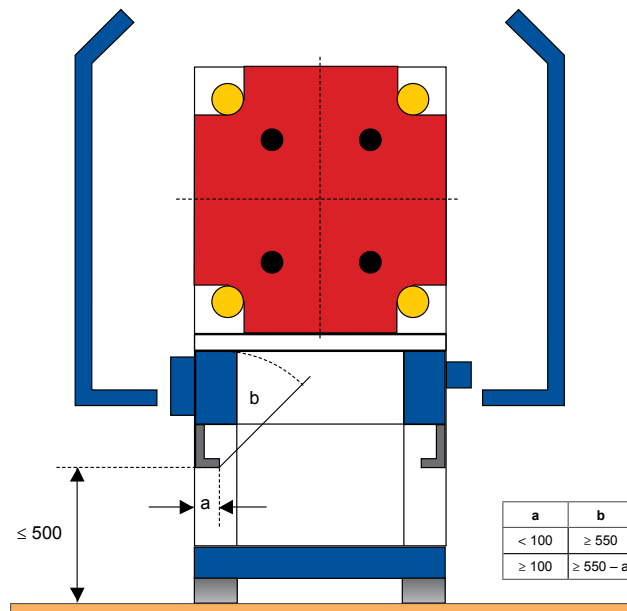


Abbildung 45: Bereich der Ausfallöffnung

Die ausgeworfenen Spritzgießteile

- fallen in einen unterhalb der Form bereitgestellten Auffangbehälter oder
- werden durch ein unterhalb der Form angebrachtes Förderband zur weiteren Bearbeitung aus dem Maschinenbereich herausbefördert.

Mögliche Gefährdungen, die von diesen Bewegungen ausgehen können, sind:

- Quetschgefahr durch das sich schließende Spritzgießwerkzeug/die Schließbewegung der beweglichen Aufspannplatte oder andere Bewegungen zum Beispiel in Kombination mit angeschlossenen Kühlwasser- oder Heizleitungen.
 - Dieser Bereich muss durch verriegelte trennende Schutzeinrichtungen oder Lichtvorhänge abgesichert sein, die dem Schutztyp I oder $PL_r = c$ entsprechen oder durch feststehende trennende Schutzeinrichtung, die die Grenzwerte der Abb. 45 einhalten.
 - Die Abmessungen im Bereich der Ausfallöffnung dürfen nicht verändert werden, da sie im Allgemeinen herstellerseitig auf die in Abbildung 45 angegebenen Maße begrenzt sind. Ein Zugriff darf ausschließlich durch Öffnen der beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugbereichs und keinesfalls von unten durch die Ausfallöffnung erfolgen.
 - Beim nachträglichen Anbau von Förderbändern und Entfernung der herstellerseitig an der Ausfallöffnung vorgesehenen festen Schutzeinrichtungen sind nach der Montage und der erneuten Inbetriebnahme die Einhaltung der nach DIN EN ISO 13857⁷⁰ erforderlichen Sicherheitsabstände (z. B. durch angepasste feste Schutzeinrichtungen) zu überprüfen und zu gewährleisten. Zusätzlich ist das Förderband so mit der Maschine zu verbinden, dass es nicht ohne Werkzeug entfernt werden kann.
 - Nach der Demontage von Förderbändern ist die ursprünglich vorgesehene trennende Schutzeinrichtung wieder anzubringen.



Abbildung 46: Spritzgießmaschine mit Förderband

⁷⁰ Siehe Anhang 6 Nr. 92

5.1.1.3 Bereich des Schließmechanismus und/oder Bereich hinter der beweglichen Aufspannplatte

In diesem Bereich sind vorwiegend Systeme und Einheiten der Antriebe verbaut, deren Bewegungen die Achsen der Maschine, entweder direkt im Prozess oder die Zusatzfunktionen antreiben. Mögliche Gefährdungen, die von diesen Bewegungen ausgehen können, sind:

- Quetschstellen, Scherstellen im Bereich der Aufspannplatte und des Schließmechanismus
 - Ist der Zugang zu diesen Bereichen ausschließlich für Einrichtung, Instandsetzung und Wartung erforderlich, sind feste Schutzeinrichtungen vorzusehen.
 - Sofern ein häufiger Zugang zu diesem Bereich erforderlich ist, müssen die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder Lichtvorhänge Schutztyp II oder $PL_r = d$ entsprechen (siehe Abschnitt 3.1 dieser Schrift).
 - Wird der Zugang zu diesem Bereich durch die Öffnungsbewegung einer kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung eingeschränkt, muss die Schutzeinrichtungen Schutztyp I oder $PL_r = c$ entsprechen.
- Quetschstellen, Scherstellen durch Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer
 - Ist der Zugang zu diesen Bereichen ausschließlich für Einrichtung, Instandsetzung und Wartung erforderlich, sind feste Schutzeinrichtungen vorzusehen.
 - Sofern ein häufiger Zugang zu diesem Bereich erforderlich ist, müssen die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen oder Lichtvorhänge Schutztyp I oder $PL_r = c$ entsprechen.
 - Wird der Zugang zu diesem Bereich durch die Öffnungsbewegung einer kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung eingeschränkt, muss die Schutzeinrichtungen Schutztyp I oder $PL_r = c$ entsprechen.

5.1.2 Plastifiziereinheit der Spritzgießmaschine

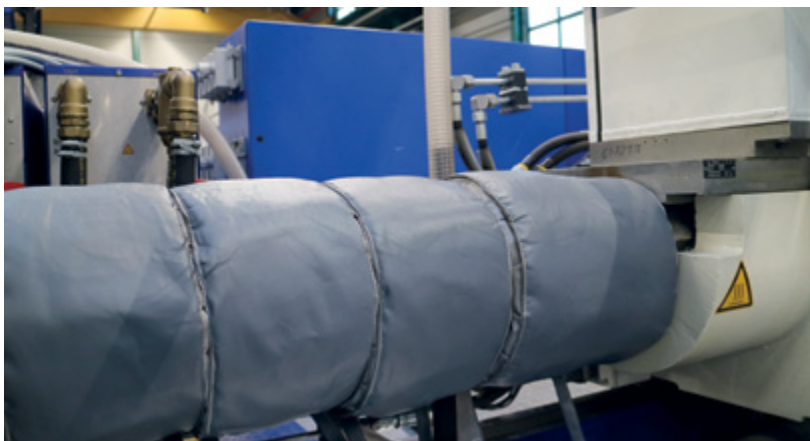


Abbildung 47: Isolierte Plastifiziereinheit

- Quetsch- und Scherstellen zwischen der festen Aufspannplatte (Angussbuchse) und der Düse
 - Dieser Bereich muss durch eine bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung oder in Kombination mit einer feststehenden Schutzeinrichtung abgesichert sein (z. B. Düsenabdeckung). Die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen müssen Schutztyp I oder $PL_r = c$ entsprechen. Diese trennenden Schutzeinrichtungen müssen so dimensioniert sein, dass sie den gesamten Bereich der Arbeitsbewegung der Düse während der Produktion abdecken.
- Quetsch- und Scherstellen durch Vorwärtsbewegung der Spritzeinheit(en) sowie durch Bewegung der kraftbetriebenen Verschlussdüse und ihres Antriebs
 - Einhaltung der Mindestabstände gemäß DIN EN ISO 13857.⁷¹

⁷¹ Siehe Merkblatt T 008, Anhang 6 Nr. 76



Abbildung 48: Verriegelte, trennende Schutzeinrichtung für den Düsenbereich (Düsenabdeckung)

- Quetschstellen an Einfüll- beziehungsweise Beschickungsöffnung sowie Entgasungsöffnungen der Plastifiziereinheit
 - Die Gefahrstellen müssen gegen Eingriff gesichert sein, beispielsweise durch Stützen oder Gitter. Dabei ist die Norm DIN EN ISO 13857 zu berücksichtigen.
- Thermische Gefährdungen an Plastifiziereinheit (Heizbändern, Düse ...)
 - Heizbänder müssen mit Verdeckungen versehen sein. Aus wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Gründen haben sich isolierende Verdeckungen bewährt.
 - Heiße Maschinenbereiche kennzeichnen und soweit möglich isolieren.
 - Persönliche Schutzausrüstungen, insbesondere Visier, Hitzeschutzhandschuhe und Unterarmschutz/langärmlige Kleidung tragen.



Abbildung 49: Mit Kunststoffablagerungen verstopfte Spritzdüse

- Gefährdung durch heiße, meist dünnflüssige Kunststoffschmelze zum Beispiel beim Freispritzen
 - Verwendung einer trennenden Schutzeinrichtung, die durch ihre Bauart ein Herausspritzen heißer plastifizierter Formmasse minimiert.
 - Bei Arbeiten an Plastifiziereinheit, Düse, Heißkanälen und beheizten Spritzgießwerkzeugen Visier, Hitzeschutzhandschuhe und Unterarmschutz/langärmlige Kleidung tragen.

- Gefährdung durch das Einspritzen plastifizierter Masse in Richtung des Bedieners (L-Aggregat, horizontales Einspritzen in die vertikale Trennebene)
 - Technische Schutzmaßnahmen vorsehen, die beim Öffnen der verriegelten trennenden Schutteinrichtung am Bedienplatz das Austreten von Formmasse verhindern (z. B. verriegelte Klappe vor der Düsenaustrittsöffnung oder Verschlussdüse).
 - Persönliche Schutzausrüstungen, insbesondere Visier, Hitzeschutzhandschuhe und Unterarmschutz/langärmelige Kleidung tragen.

5.1.3 Hydrauliksysteme

An nahezu allen Spritzgießmaschinen finden sich hydraulische Systeme, die entweder direkt den Prozess antreiben oder die Maschine um Zusatzfunktionen erweitern. Wichtige Informationen zu dem Thema sind in der DGUV Regel 113-020 „Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“ sowie in der Schrift Fachbereich AKTUELL FBHM-015: „Hydraulik-Schlauchleitungen, Prüfen und Auswechseln“ zusammengefasst. Mögliche Gefährdungen, die von diesen Systemen ausgehen können, sind:

- Gefährdungen durch Verspritzen von Hydraulik-Flüssigkeiten unter hohem Druck infolge von Undichtigkeit, Beschädigung (z. B. Pinhole⁷²) oder Abriss von Hydraulikleitungen, ausgelöst durch:
 - Fehler bei der Auswahl von Hydraulik-Schlauchleitungen
 - Herstellungsfehler wie Materialfehler im Schlauch oder der Armatur
 - Zusammenbaufehler bei der Konfektionierung der Hydraulik-Schlauchleitung
 - Hohe mechanische Beanspruchung infolge schlechter oder unsachgemäßer Verlegung
 - Thermische oder mechanische Beanspruchung bei der Lagerung von Hydraulik-Schlauchleitungen und -Schläuchen
 - Beschädigung von außen, zum Beispiel durch ein An- oder Überfahren der Leitung oder Scheuern an Kanten
 - Beschädigung von innen infolge zu hoher Drücke und Temperaturen, unzureichender Medienbeständigkeit der Werkstoffe, Druckimpulsen oder veränderter Betriebsbedingungen der Maschine
 - Schäden an Dichtungen
 - Zu lange Prüf-, Instandsetzungs- oder Austauschintervalle
 - Fehler bei der Instandhaltung, zum Beispiel durch nicht fachgerechte Montage durch Torsion der Leitung
 - Materialalterung (z. B. durch Ozon, UV-Strahlung, natürliche Alterung)
 - Überschreitung der zulässigen Lagerzeiten
- Vorrangig sind feste Schutzabdeckungen zu verwenden. Ist dies nicht möglich, müssen andere Schutzmaßnahmen (z. B. Spritzschuttschlauch) ergriffen werden.⁷³

Die Spritzschuttschläuche erfüllen folgende Funktionen für den Fall eines ungewollten Austritts der Hydraulikflüssigkeit:

 - Sie können den gefährlichen Strahl der Hydraulik-Flüssigkeit (z. B. bei Pinhole) zerstäuben,
 - besitzen ein ausreichendes Rückhaltevermögen für die austretende Hydraulik-Flüssigkeit,
 - sind vom Hersteller für den Einsatzfall vorgesehen.
 - Anwendungshinweise, aus denen die vorgesehenen Einsatzfälle und Montageinformationen für die jeweiligen Typen hervorgehen, sind vorhanden und werden vom Verwender beachtet:
 - Zu eng anliegende Schutzschläuche erfüllen nicht die notwendigen Schutzanforderungen. Der Innendurchmesser des Schutzschlauches sollte erfahrungsgemäß 30 %, jedoch mindestens 15 mm größer sein als der Außendurchmesser der Schlauchleitung.
 - Eine „offene“ Montage ist zu bevorzugen, das heißt: Ist eine Befestigung (z. B. mit Kabelbindern oder Schellen) erwünscht oder erforderlich, um ein Verrutschen zu verhindern, sollte der Schutzschlauch nur einseitig befestigt werden. So kann austretende Hydraulikflüssigkeit abfließen und es kommt nicht zu unzulässigem Druckaufbau im Schutzschlauch.

⁷² Ein Pinhole ist ein mikroskopisch kleiner Defekt, durch den Hydraulikflüssigkeit unter hohem Druck als feiner Strahl austritt. Dieser kann die Haut durchdringen und schwerste Verletzungen verursachen.

⁷³ DIN EN ISO 4413 „Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile“, 5.4.6.5.3.2 „Schutz vor Ausfall“ in Anhang 6 Nr. 95

- Sollte in Ausnahmefällen eine beidseitige Befestigung notwendig sein, muss das Abfließen trotzdem sichergestellt werden. Es können zwei Schutzschläuche verwendet werden, welche jeweils einseitig befestigt werden und sich ausreichend überlappen.
 - Eine Querschnittsverengung der Schlauchleitung ist in allen Fällen zu vermeiden.
 - Das gemeinsame Einbinden des Schutzschlauches mit der Schlaucharmatur ist unzulässig.
- Gefährdungen durch Peitschen oder Schlagen von Hydraulik-Schlauchleitungen bei Abriss infolge von Druckimpulsen und nicht ausreichender Befestigung. Insbesondere beim Versagen von Hydraulik-Schlauchleitungen in der Nähe von Arbeits- und Verkehrsbereichen können erhebliche Gefährdungen auftreten.
- Schutzmaßnahmen werden abhängig vom Risiko in folgender Schutzrangfolge getroffen⁷⁴:
- Feste Abdeckungen
 - Kanalführungen
 - Fangschutz-Seilverbindungen (siehe Abbildung 50) oder andere Fangschutzeinrichtungen zwischen Hydraulik-Schlauch und Anschlussstelle
 - Schlauchleitungen mit ausreißsicheren Armaturen

Die Kriterien an Aufbau und Prüfung von Schlauchleitungen mit ausreißsicheren Armaturen lassen sich aus dem Prüfgrundsatz GS – IFA – M10 ableiten.⁷⁵ Nachweise von Dichtheitsprüfungen sind als Sicherheitskriterium gegen die Gefährdungen Peitschen oder Schlagen nicht ausreichend.



Abbildung 50: Fangschutz-Seilverbindung und Schutzschlauch

- Beim Einsatz von Fangschutzeinrichtungen sind folgende Punkte zu beachten:
- Die begrenzten Einsatzmöglichkeiten, weil es bauartbedingt immer noch zu einem geringfügigen Peitschen kommen kann
 - Die richtige Dimensionierung
 - Montagevorgaben der Hersteller

Da es sich um Sicherheitsbauteile gemäß Maschinenrichtlinie handelt, verfügen sie über eine CE-Kennzeichnung, eine EG-Konformitätserklärung und eine Betriebsanleitung.

5.1.4 Einsatz von Magnetspannsystemen

Kommen Magnetspannsysteme zum Einsatz, werden die Spritzgießwerkzeuge nicht mit Schrauben, Spannpratzen oder dergleichen an den Aufspannplatten befestigt. Die beiden Werkzeughälften werden unter Verwendung von starken Magneten in der Spritzgießmaschine gehalten.

- Es besteht die Gefahr, dass das Magnetspannsystem durch eine Reduzierung der magnetischen Flusssdichte nicht korrekt spannt und das Spritzgießwerkzeug beziehungsweise eine Werkzeughälfte in die Maschine stürzen kann. Dadurch kommt es zu einer lebensbedrohlichen Gefährdung durch unkontrolliert herabfallende Gegenstände. Dies kann folgende Ursachen haben:
- Die Oberflächen der Spritzgießwerkzeuge sind nicht komplett plan, sondern weisen kleine Unebenheiten auf. Unebenheiten können entstehen, wenn sich zum Beispiel Flugrost auf Aufspannplatte oder Spannsystem gebildet hat.
 - Es können Luftspalte auftreten, wenn die Aufspannplatte eine auch nur minimale Durchbiegung aufweist.
 - Verunreinigungen zum Beispiel durch Öle oder andere Medien können die magnetische Haltekraft reduzieren.

⁷⁴ DIN EN ISO 4413 „Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile“ in Anhang 6 Nr. 95

⁷⁵ Siehe Anhang 6 Nr. 49

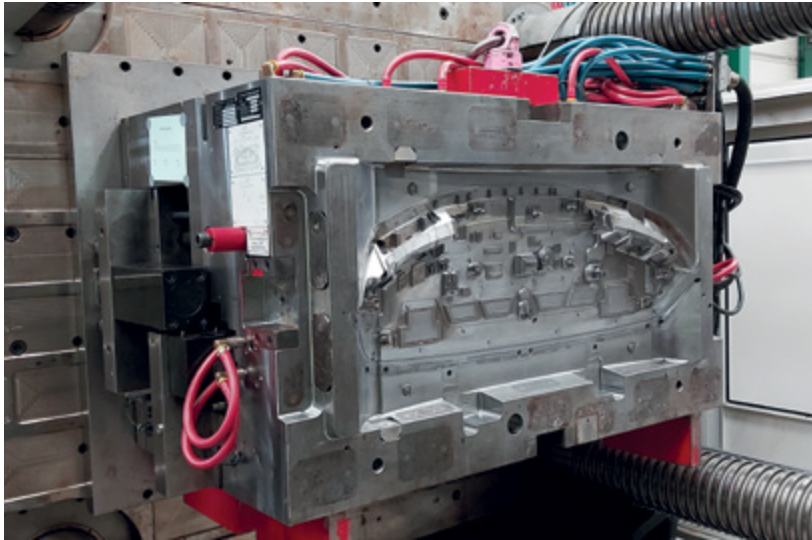


Abbildung 51: Bild eines Magnetspannsystems

- Das Schutzkonzept inklusive der sicherheitsgerichteten Steuerung muss für die entsprechenden Gefährdungen gemäß DIN EN ISO 23582⁷⁶ nach $PL_r = d$ ausgelegt werden.
- Es muss sichergestellt werden, dass die Haltekraft der Magnetspannplatten permanent aufrechterhalten wird.
- Die Hinweise in den Bedienungsanleitungen von Maschine und Magnetspannsystem müssen strikt eingehalten werden. Es sollte eine gesonderte Betriebsanweisung erstellt werden.
- Darüber hinaus müssen die FCS-Sensoren des Spannsystems bei Flugrost beziehungsweise einem Spalt von größer als 0,2 mm die Magnetisierung der Platte verhindern. Dies muss der einrichtenden Person durch eine Kontrollleuchte an der Spritzgießmaschine und ein optisches Signal an der Bedieneinheit angezeigt werden.
- Bewährt hat es sich, bei jedem Rüsten der Maschine die Magnetplatten und das Spritzgießwerkzeug zu reinigen.

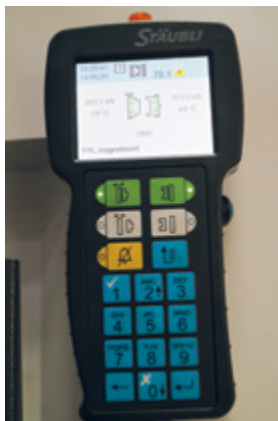


Abbildung 52: Bedien- und Überwachungseinheit für ein Magnetspannsystem bei eingeschalteter Magnetisierung

- Gefährdung durch magnetische Felder
Durch die Magnetfelder kann es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei Trägern und Trägerinnen von Herzschrittmachern oder Hörhilfen kommen.
 - Mit der Arbeitsmedizinerin beziehungsweise mit dem Arbeitsmediziner prüfen, ob Personen mit Herzschrittmacher oder Hörhilfen an den Systemen eingesetzt werden dürfen.

5.1.5 Durch Peripheriegeräte erweiterte Maschinenbereiche

Zur Optimierung von Fertigungsabläufen werden vom Betreiber nachträglich häufig neue Peripheriegeräte (z. B. ein- oder mehrachsige arbeitende Handlinggeräte, Robotersysteme, Beistellmühlen) angebaut. Hierzu kann es erforderlich sein, die ursprünglichen Schutzeinrichtungen der Spritzgießmaschine zu verändern oder auch zu entfernen.

⁷⁶ Siehe DIN EN ISO 23582 in Anhang 6 Nr. 94

■ Mechanische Gefährdungen

Es ist zu prüfen, ob der Umbau oder Anbau zu zusätzlichen mechanischen Gefährdungen führen kann und ob eine „wesentliche Veränderung“ oder eine neue Gesamtheit von Maschinen vorliegt (siehe Abschnitte 2.4 dieser Schrift).

- Neu entstehende Gefahrenbereiche an Zusatzgerät und Spritzgießmaschine müssen gegen Zugriff gesichert werden. Dies kann erfolgen mit
 - feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen wie Zäune,
 - beweglich verriegelt trennenden Schutzeinrichtungen wie Zugangstüren,
 - nicht trennenden Schutzeinrichtungen wie Lichtgittern, Laserscanner oder Schalmatten.
- Das Niveau dieser Schutzeinrichtungen darf das festgelegte sicherheitstechnische Niveau der Spritzgießmaschine in Bezug auf die definierten Gefahrenbereiche und die hierfür geforderten Schutzmaßnahmen nicht verringern.
- Die Einbindung von Peripheriegeräten kann die Zusammenführung der jeweiligen Not-Halt-Funktionen erforderlich machen. Dies stellt einen Eingriff in die Steuerung dar und erfordert besondere Fachkunde.
- Eine Umzäunung muss stabil ausgeführt und fest mit dem Boden verankert sein; Abstand der Umzäunung vom Boden höchstens 180 mm; die Höhe sollte 1800 mm nicht unterschreiten. Die Flächenelemente sind so zu befestigen, dass sie nur mithilfe von Werkzeugen entfernt werden können.
- Können durch Türen in Umzäunungen Gefahrenstellen an Maschinen und Peripheriegeräten erreicht werden, sind die Zugangstüren mit Positionsschaltern zu verriegeln. Da hierbei an die Steuerung erhöhte Anforderungen gestellt werden, ist bei diesem Umbau ebenfalls besondere Fachkunde erforderlich.



Abbildung 53: Schutzeinrichtung für Peripheriegeräte im Arbeitsumfeld der Spritzgießmaschine

- Das Schließen von Zugangstüren darf keinen automatischen Anlauf der Spritzgießmaschine sowie deren Peripheriegeräte auslösen. Zur Freigabe eines Neustarts ist ein Quittierschalter vorzusehen.
- Quittierschalter sind außerhalb des Gefahrenbereichs anzubringen. Die Position des Quittierschalters muss so gewählt werden, dass er nicht aus dem Gefahrenbereich heraus zu erreichen ist. Vom Quittierschalter aus muss der Gefahrenbereich einzusehen sein.
- Bei Öffnungen (z. B. für Transportbänder) sind die Abstände zum Gefahrenbereich gemäß Anhang 3 des Merkblatts T 008⁷⁷ einzuhalten.

5.1.6 Maschinen mit Ganzkörperzugang

Große Maschinen mit betretbaren Gefahrenbereichen weisen besondere Risiken auf, die im Sicherheitskonzept und bei der Ausführung der Schutz- und Steuereinrichtungen berücksichtigt werden müssen. Durch die Unübersichtlichkeit großer Maschinen können sich Personen unerkannt in der Maschine befinden. Es besteht die Gefahr, dass die Maschine gestartet wird, obwohl sich noch eine oder mehrere Personen im Gefahrenbereich aufhalten. Dies gilt auch für Maschinen, bei denen erst durch den Anbau von Peripheriegeräten entsprechende Gefahrenbereiche entstehen.

⁷⁷ Siehe Anhang 6 Nr. 75

- Mechanische Gefährdung von Personen in begehbaren Maschinen durch Anlaufen der Maschine
 - Sicherstellen, dass Gefahrenbereiche, bei denen ein Ganzkörperzugang zu Peripheriegeräten und der Maschine möglich ist, durch zusätzliche Schutzmaßnahmen abgesichert werden und entsprechende Schutzeinrichtungen vorhanden sind wie
 - Schalmatten,
 - Lichtvorhänge,
 - Quittiersysteme,
 - Lockout/Tagout-Systeme.
 - Gefahrenbereiche an Handlingsystemen, Angusspickern und anderen begehbaren Maschinen gegen Zugriff beziehungsweise gegen unbefugtes Betreten durch Schutzeinrichtungen wie Zäune oder Verdeckungen oder durch berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen absichern.
 - Zugänge zu Industrierobotern mit Lichtschranken, Laserscannern oder anderen berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen sichern.
 - Zäune beziehungsweise Verdeckungen dürfen nicht übersteigbar oder unterkriechbar sein.⁷⁸
 - Zugänge zu den Anlagen durch Positionsschalter sichern.
 - Beim Öffnen der Tür darf keine gefahrbringende Bewegung mehr stattfinden.
 - Das alleinige Schließen der Tür darf nicht zum Wiederanfahren der Anlage führen.
 - Es hat sich bewährt, an Zugangstüren Positionsschalter mit Zuhaltung vorzusehen.
 - Aufenthaltsüberwachungen wie unter anderem Schalmatten, Schaltplatten oder Laserscanner einsetzen. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen:
 - Aufenthaltsüberwachungen so anbringen, dass sie nicht leicht zu umgehen sind.
 - Nicht erfasste Bereiche, insbesondere beim Einsatz von Laserscannern, berücksichtigen (Schattenwirkung).
 - Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (z. B. horizontales Lichtgitter) mit ausreichendem Auflösungsvermögen einsetzen (i. d. R. Erkennen der unteren Extremitäten).
 - Lichtgitter dürfen nicht unterkriechbar sein⁷⁹.
 - Wird keine Aufenthaltsüberwachung eingesetzt, muss die Aufmerksamkeit des Maschinenführers dem hintertretbaren Bereich gelten. Der Maschinenstart darf erst freigegeben werden, wenn sich keine Personen mehr in diesem Bereich befinden. Dies geschieht üblicherweise durch zusätzlich angebrachte Quittiertaster, mit deren Hilfe der Maschinenführer bestätigt, dass der hintertretbare Bereich frei ist.
Für Quittiertaster gilt:
 - Quittiertaster so anbringen, dass vom Ort der Betätigung aus der gesamte hintertretbare Bereich vollständig einsehbar ist.
 - Ist der Gefahrenbereich nicht vollständig vom Ort des Quittiertasters aus einsehbar, ist es in Ausnahmefällen zulässig, Sichthilfen (z. B. Kamerasysteme) zu verwenden.
 - Ist es nicht möglich, den gesamten Bereich von einem Ort aus zu übersehen, können mehrere Quittiertaster installiert werden. Dabei muss gegebenenfalls eine Quittiersequenz berücksichtigt werden.

5.2 Einzeltätigkeiten

Im Folgenden werden verschiedene Tätigkeiten betrachtet. Zu deren sicherer Durchführung bedarf es verschiedener Qualifikationen der Beschäftigten. Die Bewertung über welche Qualifikation Beschäftigte für die einzelne Tätigkeit verfügen müssen ist Inhalt der Gefährdungsbeurteilung durch den Unternehmer oder die verantwortliche Führungskraft.

5.2.1 Bedienen

Das Bedienen von Spritzgießmaschinen wird zumeist von angelernten Beschäftigten durchgeführt. Die Beschäftigten müssen für ihre Tätigkeit qualifiziert und ausgehend von den vorhandenen Gefährdungen unterwiesen werden.

⁷⁸ Siehe Abschnitt 4 und Anhang 3 des Merkblatts T 008 der BG RCI, siehe Anhang 6 Nr. 75

⁷⁹ Siehe Abschnitt 4 und Anhang 3 des Merkblatts T 008 der BG RCI, siehe Anhang 6 Nr. 75

5.2.1.1 Bereitstellen der Formmassen

Das Bereitstellen und Zuführen der Formmassen (z. B. Granulate) birgt eine Reihe unterschiedlicher Gefährdungen.

- Absturzgefahr bei manueller Granulatzufuhr (Einfüllen von Granulat beziehungsweise Masterbatch in die Einfülltrichter), Reinigung und Wechsel des Trichters
 - Durch automatische Materialzufuhr vermeiden, dass der Trichter manuell befüllt werden muss.
 - Für einen sicheren Zugang zum Einfülltrichter sorgen (siehe auch Abschnitt 4.2.4).

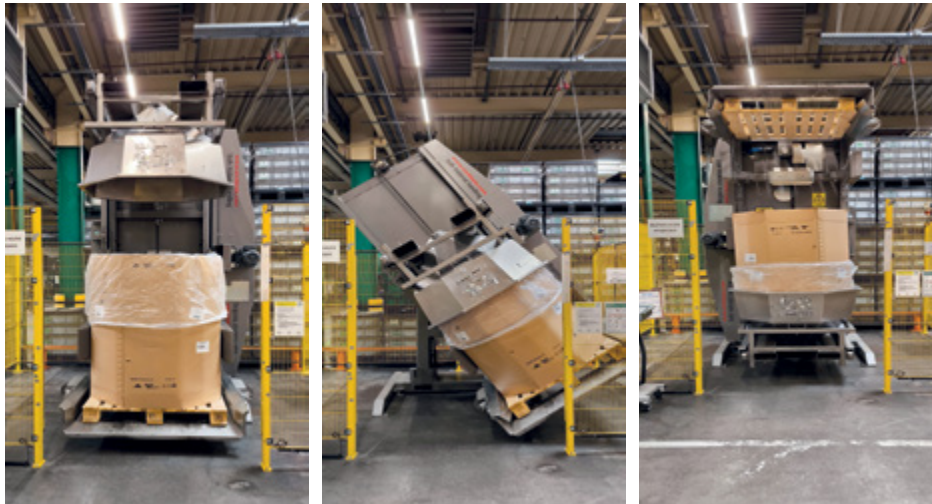


Abbildung 54 a–c: Oktabinwender

- Absturzgefahr beim Umstecken von Zufuhrschläuchen im Bereich der Materialzuführung
 - Bereiche, in denen Schläuche umgesteckt werden müssen, nach unten verlegen, damit sie ebenerdig erreichbar sind.
 - Sollte das nicht möglich sein, für einen sicheren Zugang zur angebauten Füllereinrichtung durch feste Einrichtungen sorgen.



Abbildung 55: Mülltonne mit Reinigungsutensilien



Abbildung 56: Rollenzuführung mit Stützen für Gummistreifen

- Absturzgefahr bei manueller Zufuhr von Gummistreifen, Fasersträngen, oder Ähnlichem in den höher gelegenen Stützen/Trichter beziehungsweise beim „Einfädeln“ an der Umlenkrolle
 - Für einen sicheren Zugang zur Zufuhröffnung sorgen (siehe auch Abschnitt 4.2.4 dieser Schrift).

- Quetschgefahr der Hand in der Plastifizierschnecke
 - Eingriffe in Plastifizierschnecke beispielsweise durch Gitter, ausreichenden Sicherheitsabstand (Stützen) oder Führungsrollen verhindern.
- Explosionsartiges Herausschießen von Material aus der Düsenspitze (Pfropfen-Bildung) beim Freispritzen oder Wiedereinschalten der Heizung nach Absenken der Temperatur
 - Visuelle Kontrolle der Düsenspitze auf eventuelle Pfropfen vor dem Wiederanfahren durchführen. Dabei persönliche Schutzausrüstungen (Handschuhe, unterarmbedeckende Kleidung und Vollgesichtsschutz) benutzen.
 - Alle Beschäftigten, die sich im Gefahrenbereich des Werkzeugs oder der Düse aufhalten, während die Türen des Werkzeugbereichs oder des Düsenbereichs geöffnet sind, müssen persönliche Schutzausrüstungen – insbesondere Vollgesichtsschutz, Handschuhe und Unterarmschutz/langärmelige Kleidung tragen.
- Verbrennungen durch Kunststoffschmelze oder Kunststofffladen
 - Düsenschutzklappe/-tür öffnen, um Bewegungen der Plastifizierschnecke und der Plastifiziereinheit zu verhindern.
 - Hilfswerkzeug wie Fladenhaken und persönliche Schutzausrüstungen benutzen.
 - Noch heiße Kunststoffschmelze in einem feuerfesten Sammelgefäß deponieren.
- Gefahr des Ausrutschens durch verschüttetes Granulat
 - Verschüttetes Granulat sofort vom Boden und anderen Flächen aufnehmen (kein Einsatz von Druckluft).

5.2.1.2 Regelbetrieb

Das Bedienen der Spritzgießmaschine erfolgt durch besonders unterwiesene Beschäftigte. Im Rahmen der Unterweisung werden die Beschäftigten auch über den genauen Umfang ihrer Tätigkeit und die Grenzen ihrer Befugnisse unterwiesen.

- Unbefugtes Bedienen
 - Spritzgießmaschinen nur von unterwiesenen Beschäftigten bedienen lassen.
 - Einrichtarbeiten nur durch ausgebildete Einrichter durchführen lassen.
 - Sicherstellen, dass die vorgewählte Betriebsart nicht von unbefugten Personen geändert werden kann, zum Beispiel durch abschließbaren Betriebsartenwahlschalter oder Passwortschutz.
 - Sicherstellen, dass Sonderbetriebsarten nur von beauftragten und benannten Personen (z. B. Einrichter) vorgewählt und verwendet werden können, zum Beispiel Zulassen der Bewegungen von Kernzügen und Auswerfern bei geöffneter/deaktivierter Schutzeinrichtung.
- Ausrutschen
 - Verschüttetes Granulat auffegen.
 - Füllgrad der Auffangbehälter regelmäßig kontrollieren.
 - Spritzgießteile gegebenenfalls aus übergelaufenen Auffangbehältern beseitigen (dies kann z. B. nach Geisterschichten relevant sein).
 - Ausgelaufene Flüssigkeit sofort beseitigen und sachgerecht entsorgen.



Abbildung 57: Geeignetes Werkzeug zum Entgraten von Kunststoffen

- Sich schneiden durch scharfkantige Einlegeteile oder Entgratungsmesser
 - Einlegen und Entnehmen der Teile automatisieren.
 - Spritzgießwerkzeuge optimieren, sodass kein Grat entsteht.

- Werkzeuge zum Einlegen und Entnehmen wie Greifer oder Zangen verwenden.
- Geeignete Entgratungsmesser mit Ziehklingen oder Keramikschaber verwenden (siehe Abbildung 57).
- Schnitt- und stichfeste Schutzhandschuhe⁸⁰ sowie Unterarmschutz benutzen.
- Quetschstellen durch Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer
Die Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer sind durch die trennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugbereichs abgesichert. Es besteht jedoch die Möglichkeit, Bewegungen auch bei geöffneter Schutzeinrichtung zuzulassen. Hierzu ist es erforderlich, diese Betriebsart über einen abschließbaren Betriebsartenwahlschalter (siehe Abschnitt 3.3 dieser Schrift) einzustellen. Da die Kernzüge und Auswerfer im Allgemeinen Bestandteil des Spritzgießwerkzeugs sind, die betreiberseitig ausgelegt und angefertigt werden, kann der Hersteller der Spritzgießmaschine nicht alle möglichen Gefährdungen vorhersehen, die aus dem Betrieb der Form mit den Kernzügen und Auswerfern resultieren.
 - Der Betreiber muss beim Einbau eines Werkzeugs im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung entscheiden, ob durch das Spritzgießwerkzeug/Auswerfer zusätzliche Gefährdungen hervorgerufen werden können. In diesem Fall sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen.
 - Eine Bewegung der Kernzüge und Auswerfer bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung des Werkzeugbereichs nur zulassen, wenn
 - durch die Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer keine Quetsch- und Schergefahren entstehen können und
 - eine Freigabe durch den Einrichter erfolgt ist.
- Verwendung ungeeigneter Schnittstellen
 - Es dürfen für die Ansteuerung der Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer nur die herstellerseitig hierfür vorgesehenen Schnittstellen verwendet werden, da nur diese mit entsprechenden Schutzeinrichtungen verriegelt sind. (Damit dürfen beispielsweise pneumatische Ausblasefunktionen für die Ansteuerung von gefahrbringenden Kernzugfunktionen nicht genutzt werden, da diese nicht mit den Schutzeinrichtungen verriegelt sind.)
- Gefährdung durch gespeicherte Restenergie
 - Systeme drucklos machen.
 - Druckfreiheit überprüfen.
 - Warnanzeige vorsehen, die ein Signal gibt, wenn die Endlage nicht erreicht wird.
 - Maßnahmen ergreifen, damit die in einem Zylinder gespeicherte Restenergie (z. B. pneumatische Druckenergie) nicht zu gefahrbringenden Bewegungen führen kann. (Dies kann z. B. auftreten, wenn Spritzgießteile sich beim Auswerfen verklemmen und daher die Zylinderendlage nicht erreicht wird. In diesem Fall kann beim manuellen Entfernen des Spritzgießteiles eine schlagartige Druckentlastung verbunden mit einem Vorschnellen des Kolbens erfolgen.)
 - Zum Entformen: Hilfsmittel und persönliche Schutzausrüstungen benutzen.
 - Gegebenenfalls zusätzliches und leicht erreichbares Entlastungsventil vorsehen, um Restenergien abzubauen.
- Quetschgefahr durch angeschlossene Kühlwasserleitungen
 - Quetschstellen, die beim Zufahren des Werkzeugs entstehen, vermeiden. Sicherheitsabstände gemäß Tabelle DIN EN ISO 13857 einhalten (siehe Abbildung 5).
- Quetschgefahr durch schließendes Werkzeug
Die Abmessung der Ausfallöffnung ist im Allgemeinen herstellerseitig auf die in Abbildung 45 angegebenen Maße begrenzt.
 - Nicht durch die Ausfallöffnung in den Werkzeugbereich greifen; ein Zugriff darf ausschließlich durch Öffnen der beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugbereichs erfolgen.
 - Ein Zugriff in den Werkzeugbereich sollte verhindert oder zumindest erschwert werden.
- Thermische Gefährdungen bei Einlegearbeiten und bei der Entnahme von Spritzgießteilen
 - Heiße Spritzgießteile auf ein Förderband unter Verwendung von Entnahmegewerten ablegen.
 - Hilfsmittel wie Zangen oder Greifer benutzen.
 - Schutzhandschuhe und Unterarmschutz gegen Verbrennungen benutzen⁸¹.

80 DGV Regel 112-195, siehe Anhang 6 Nr. 38

81 DGV Regel 112-195, siehe Anhang 6 Nr. 38

- **Gefahrstoffe**
 - Beim Austreten von Gasen, Nebeln oder Dämpfen sofort verantwortliche Person (z. B. Einrichter) informieren.
 - Trennmittel sparsam benutzen. Möglichst nur silikonfreies Trennmittel einsetzen.

5.2.2 Einrichten

Beim Einrichten kommt es zu zusätzlichen Gefährdungen. Außerdem kann es erforderlich sein, bestehende Schutzeinrichtungen ausschließlich begrenzt auf die Zeit dieser Einrichtarbeiten außer Kraft zu setzen. Das Einrichten erfolgt durch fachkundige und besonders qualifizierte Beschäftigte. Einrichtarbeiten schließen die Übergabe der Spritzgießmaschine an den Bediener in einem sicheren Zustand ein.

5.2.2.1 Werkzeugwechsel

Der Werkzeugwechsel ist Teil der Einrichtarbeiten.

- Quetschstellen zwischen Aufspannplatten, Holm und Werkzeug beim Einhängen
 - Beim Einhängen des Werkzeugs auf Finger und Hände achten.
 - Pendeln des Werkzeugs vermeiden.
 - Werkzeuggewicht und Anschlagpunkte berücksichtigen.
- Quetschstellen, Schneidstellen von Kernzügen und Auswerfern
 - Sofern werkzeugspezifisch zusätzliche Quetsch- und Scherstellen durch Kern- und Auswerferfunktionen entstehen können, sind nach Abschluss der Arbeiten zusätzliche feste Schutzeinrichtungen in die Schutzstellung zu bringen und zu befestigen, bevor die Spritzgießmaschine erneut in Betrieb genommen wird. Dies ist nicht erforderlich, wenn die Bewegung der Kernzüge und Auswerfer nur bei geschlossener Schutztüre möglich ist.
- Absinken der beweglichen Aufspannplatte bei Vertikalmaschinen
 - Mechanische Hochhalteeinrichtungen, sofern vorhanden, verwenden.
 - Anderenfalls Distanzhalter wie Holzklötze einsetzen.
- Absturzgefahr bei schwer zugänglichen Befestigungspunkten
 - Geeignete Aufstiegshilfen, Podeste verwenden.
- Gefährdungen durch betriebliche Einrichtungen wie Krane bei Umrüstarbeiten
 - Koordinierung der Umrüstarbeiten mit Kranbewegungen.
 - Mit Markierungen an der Kranbahn sicherstellen, dass das Werkzeug beim Einbau an der korrekten Stelle hängt



Abbildung 58: Best Practice zur optimalen Positionierung der Kranbahn über der Maschine: Der Kran ist richtig positioniert, wenn die Pfeile übereinander stehen.

5.2.2.2 Materialwechsel

Aus fertigungstechnischen Gründen werden bestimmte Kunststoffe nahe an der Zersetzungstemperatur verarbeitet. Dies kann insbesondere beim Materialwechsel zu Gefährdungen führen.

- Verbrennungen durch austretende flüssige Formmasse durch Überhitzung
 - Vorgegebene Verarbeitungstemperatur nicht überschreiten.
 - Temperatur bei Materialwechsel rechtzeitig absenken.
 - Reinigungsgranulat verwenden.
 - Kontakt vermeiden durch Einsatz technischer Hilfsmittel wie beispielsweise Haken.
 - Persönliche Schutzausrüstungen tragen.
- Verbrennung durch entformte Fertigteile bei Kunststoffen mit hohen Verarbeitungstemperaturen
 - Automatische Entnahmeeinrichtungen verwenden.
 - Persönliche Schutzausrüstungen einsetzen.
 - Sammlung der Kunststoffreste in speziellen, feuerfesten Sammelgefäßen zum Beispiel aus Metall.
- Gefährdung durch Zersetzungsprodukte
 - Siehe Abschnitt 4.6.1 dieser Schrift.



Abbildung 59: „Fladenhaken“ zum Entfernen von austretender flüssiger Formmasse

5.2.3 Instandhalten von Spritzgießmaschinen

Beim Instandhalten kommt es häufig zu schweren Arbeitsunfällen. Zum Instandhalten gehören insbesondere Inspektion, Wartung, Instandsetzung beziehungsweise Störungsbeseitigung und die Verbesserung. Die Verbesserung kann vom Einbau höherwertiger Komponenten bis zum Anbau von Zusatzeinrichtungen beziehungsweise Peripheriegeräten reichen. Zu beachten ist immer, dass der Einsatz eines Peripheriegerätes zu einer neuen oder veränderten Gefährdung führen kann. Darüber hinaus muss geprüft werden, ob es sich beim Einbau um eine wesentliche Veränderung oder um eine neue Gesamtheit von Maschinen handelt (siehe Abschnitte 2.4 dieser Schrift).

Für jede der nachfolgend genannten Tätigkeiten bedarf es einer besonderen Qualifikation der Beschäftigten, aufbauend auf einer entsprechenden beruflichen Ausbildung. Art und Umfang der Qualifikation der Beschäftigten ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung.



Der Wirkbereich des Roboters kann während der Produktion nicht betreten werden.

Abbildung 60: Gesicherter Wirkbereich eines Roboters an einer Spritzgießmaschine

Bei der Instandhaltung muss sichergestellt sein, dass keine gefahrbringenden Bewegungen auftreten können wie zum Beispiel das Auf- oder Zufahren des Werkzeugs, Bewegungen des Förderbandes, des Entnahmegärts, des Roboters etc. Damit auch das unbeabsichtigte Wiedereinschalten der Maschine verhindert wird, sind Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Bei unübersichtlichen, verketteten Anlagen ist ein System zur Wartungs- und Instandhaltungsabsicherung vorzusehen wie beispielsweise Lockout/Tagout-Systeme, siehe auch kurz & bündig KB 035 „LOCKOUT/TAGOUT – Sicherheit bei der Instandhaltung – mit System“.

- Gefahr von Hand-, Arm-, Kopf- und Körperverletzungen durch Bewegungen an Spritzgießmaschinen oder Peripheriegeräten
 - Maschine ausschalten, Stoffströme wirksam unterbrechen und gegen Wiedereinschalten aller Energien sichern.
 - Restenergien wirksam beseitigen, wie zum Beispiel Federn entspannen und Drücke abbauen.
 - Störungen nur bei wirksamen Schutzeinrichtungen beseitigen.
 - Unbeabsichtigtes Wiederanlaufen der Maschine verhindern, zum Beispiel durch Nutzung eines Vorhängeschlosses am Hauptschalter.
 - Wenn mehrere Personen gleichzeitig an der Anlage tätig sind, System zur Sicherung des Hauptschalters einführen wie zum Beispiel „Lockout/Tagout“ (jede beteiligte Person positioniert ein eigenes Vorhängeschloss am Hauptschalter).
 - Niemals in laufende Maschine/Peripheriegeräte eingreifen beziehungsweise einsteigen.
- Unbefugtes Arbeiten
 - Mit Instandhaltungsarbeiten sowie mit Störungsbeseitigung nur besonders qualifizierte und unterwiesene Beschäftigte beauftragen.
- Demontierte Schutzeinrichtungen

In Ausnahmefällen, wie zum Beispiel beim Wechsel großer Spritzgießwerkzeuge, kann es erforderlich sein, Schutzeinrichtungen außer Funktion zu setzen oder zu demontieren.

 - Schutzeinrichtungen dürfen im Serienbetrieb nicht demontiert werden.
 - Die Demontage darf nur an der sicher stillgesetzten Spritzgießmaschinen und nur durch qualifizierte und unterwiesene Beschäftigte erfolgen. Diese müssen sicherstellen, dass die Schutzeinrichtungen vor der Wiederinbetriebnahme montiert und auf ordnungsgemäße Funktion überprüft werden.
- Verbrennungen durch die heiße Spritzeinheit
 - Persönliche Schutzausrüstungen wie Handschuhe, Unterarmschutz, langärmelige Arbeitskleidung verwenden.

■ **Herausspritzen von heißem Formmaterial („heißer Masse“)**

Diese Gefährdungen treten hauptsächlich im Düsenbereich und am Heißkanal auf. Auch bei scheinbar abgekühlter Spritzeinheit ist nicht auszuschließen, dass unter Druck stehende Spritzmasse herausgeschleudert wird. Trotz Absicherung des Düsenbereichs durch eine bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung (Düsenraumschutzklappe) ist hier ein Schwerpunkt des Unfallgeschehens, da häufig zur Reinigung der Düsen Spitze und zur Entsorgung heruntergetropften Materials in den gesicherten Bereich eingegriffen werden muss. Bei hochtemperaturbeständigen Kunststoffen kommt dieser Gefährdung aufgrund der höheren Verarbeitungstemperatur eine besondere Bedeutung zu (siehe Abschnitt 4.9.8 dieser Schrift).

- Bei allen Arbeiten im Bereich der Düsen Spitze, an Entgasungsöffnungen und an der Einfüllöffnung (ohne Trichter) persönliche Schutzausrüstungen, insbesondere Hand- und Vollgesichtsschutz (Visier), benutzen.
- Zum Entfernen der Angüsse und Nasen an der Düsen Spitze Hilfswerkzeuge verwenden, damit Körperteile aus dem Gefahrenbereich herausgehalten werden.
- Nicht direkt in die Düsen Spitze schauen, da verfestigtes Material im Düsenmund durch ein Aufheizen explosionsartig ausgestoßen werden kann.

■ **Verbrennungen am Heißkanal**

Um Angüsse zu vermeiden, werden immer mehr Werkzeuge mit Heißkanälen ausgerüstet. Hier besteht die Gefahr von Verbrennungen, zum Beispiel durch Kontakt mit heißen Oberflächen oder plastifizierten Massen.

- Persönliche Schutzausrüstungen benutzen (z. B. Schutzhandschuhe, Vollgesichtsschutz).
- Langärmelige, enganliegende Kleidung verwenden.

■ **Stolpern, Ausrutschen, Abstürzen, Anstoßen, Getroffenwerden, Abrutschen**

- Bei Anstoßgefahr Kopfschutz benutzen⁸².
- Sicherheitsschuhe benutzen⁸³.
- Nur funktionsfähige und geprüfte Arbeitsmittel verwenden (z. B. Werkzeuge, Leitern und Tritte).
- Nur geprüfte und unbeschädigte Hebezeuge verwenden.
- Werkzeugtaschen oder -gürtel verwenden, um eine Gefährdung durch herabfallendes Werkzeug zu vermeiden.
- Kabel und Leitungen so verlegen, dass sie keine Stolperstellen bilden.
- Ausgetretene Stoffe wie Granulate, Wasser, Öle etc. sofort beseitigen.
- Leckagestellen sofort abdichten und Leckagegut beseitigen.
- Ausreichende Beleuchtung sicherstellen.

■ **Elektrische Gefährdungen**

- Siehe Abschnitt 5 des Merkblatts A 017.

■ **Gefährdungen bei Arbeiten an der Hydraulik und Pneumatik**

In hydraulischen und pneumatischen Systemen werden hohe Drücke erzeugt. Bei Arbeiten sind daher besondere Schutzmaßnahmen erforderlich.

- Bei Störungen, Beschädigungen von Bauteilen oder Leckagen Spritzgießmaschine umgehend abschalten. Dabei sind insbesondere folgende Maßnahmen durch Personen, die hierfür besonders geschult sind, durchzuführen:
 - Vorhandene Druckspeicher entlasten (z. B. Speichersicherheitsblock).
 - Sicherstellen, dass das System druckfrei ist; dies ist auch bei ausgeschalteter Maschine nicht in allen Teilsystemen gewährleistet.
 - Das Spritzgießwerkzeug an einer horizontal schließenden Spritzgießmaschine öffnen.
 - Hochgehaltene Lasten abstützen (z. B. bei vertikal schließenden Spritzgießmaschinen).

■ **Betriebszustand**

Vor der Wiederinbetriebnahme nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten muss der sichere Betriebszustand wieder hergestellt werden, das heißt:

- Alle Positionsschalter anschließen und Funktionsprüfung durchführen.

⁸² §§ 29, 30 DGVV Vorschrift 1 und DGVV Regel 112-193, siehe Anhang 6 Nr. 58 und 35

⁸³ §§ 29, 30 DGVV Vorschrift 1 und DGVV Regel 112-191, siehe Anhang 6 Nr. 58 und 33

- Alle festen Schutzeinrichtungen (z. B. Schutzgitter und Umzäunungen) verschrauben, alle anderen Schutzeinrichtungen (z. B. Türen, Zweihandschaltungen, berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen) anbringen und auf Funktionsfähigkeit der Verriegelungseinrichtungen prüfen.
- Pneumatik- und Hydraulikleitungen sowie Leitungen für Temperierflüssigkeiten auf Dichtheit prüfen.
- Aufräumen (z. B. benutztes Werkzeug, Leitern aus dem Arbeitsbereich entfernen).
- Betriebsartenwahlschalter auf „Automatik“ beziehungsweise „Halbautomatik“ stellen.
- Schlüssel abziehen oder aus dem mit Passwort geschützten Bereich ausloggen, wenn die Instandhaltungsarbeiten abgeschlossen sind.

Im Rahmen von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, Reinigungsarbeiten sowie bei Störungsbeseitigungen kommt es oftmals dazu, dass demontierte beziehungsweise außer Kraft gesetzte Schutzeinrichtungen bei der Wiederinbetriebnahme nicht wieder in Kraft gesetzt werden. Im Bereich der Spritzgießmaschinen ist dies zum Beispiel bei Arbeiten an Peripheriegeräten wie Beistellmühlen, Handlinggeräten, Robotern etc. zu beobachten.

- Gefahr von schweren bis tödlichen Körperverletzungen durch Eingriff in ungesicherte Gefahrstellen durch nicht wieder installierte beziehungsweise unwirksame Schutzeinrichtungen
 - Durch eine Überprüfung muss sichergestellt werden, dass sämtliche Schutzeinrichtungen an der Spritzgießmaschine und den Peripherieeinrichtungen installiert und wirksam sind. Diese Überprüfung sollte schriftlich dokumentiert werden.
 - Nutzen Sie die Hinweise aus den Merkblättern T 008-2 und T 008-3, um den sicheren Betrieb nach Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, Reinigungsarbeiten sowie bei Störungsbeseitigungen zu gewährleisten.

5.2.3.1 Störungsbeseitigung

Wenn an der Spritzgießmaschine Störungen auftreten, muss in aller Regel sehr schnell reagiert werden, damit der automatische Produktionszyklus nicht lange unterbrochen wird.

Bei der Störungsbeseitigung müssen häufig Tätigkeiten erledigt werden, die nicht zu den Routineaufgaben gehören. Die Störungsbeseitigung stellt einen Unfallschwerpunkt dar und darf daher nur von Instandhaltern ausgeführt werden, die zusätzlich über ausreichende Kenntnisse zu den betreffenden Maschinen und Steuerungen verfügen.

Folgende Störungen können beispielsweise von Bedeutung sein:

- Fehlfunktion an den Komponenten wie Auswerfer, Angusspicker, Handlinggerät, Roboter oder anderen Werkzeugen beziehungsweise Peripheriegeräten.
- Fehler bei der Entformung wie zum Beispiel hängenbleibende Spritzgießteile, die aus dem Werkzeugbereich manuell entfernt werden müssen.
- Fehler am eingebauten Werkzeug, welches im eingebauten Zustand nachgearbeitet werden muss, beispielsweise mit einem Handschleifer.
- Unterbrechung des Maschinenzyklus. Dadurch kann sich in der Düse oder im Heißkanal ein Pfropfen bilden, der entfernt werden muss.
- Überhitzung der Formmasse durch einen Defekt an der Plastifiziereinheit.
- Undichtigkeiten an Schlauchleitungen für Kühlwasser, Temperieröl und Hydraulik.

Bei der Betrachtung der möglichen Gefährdungen wird auf Abschnitt 4.1.3 dieser Schrift verwiesen.

Darüber hinaus können bei der Störungsbeseitigung die folgenden weiteren Gefährdungen auftreten:

- Gefahr von Schnittverletzungen an Auswerfern und scharfen Trennkanten bei Arbeiten im Werkzeugbereich
- Gefährdung durch wegfliegende, herausgeschlagene Werkzeugsplitter bei Nachbearbeitung des eingebauten Werkzeugs der Spritzgießmaschine

- Gefährdung der Augen durch umherfliegende Späne beim Schleifen
 - Schnittschutzhandschuhe, schnittfesten Unterarmschutz und langärmelige Arbeitskleidung tragen.
 - Schutzbrille/Visier tragen.
- Verbrennungsgefahr durch heiße herausspritzende Kunststoffschmelze, wenn erkaltete Pfropfen aus der Düse und oder dem Heißkanal entfernt werden
- Verbrennungsgefahr aufgrund eines Fehlers in der Plastifiziereinheit, der zu Materialüberhitzung führt und in dessen Folge beim Freispritzen dünnflüssige Kunststoffmasse aus der Düse spritzt
 - Niemals in die Düse beziehungsweise in den Heißkanal blicken.
 - Langärmelige Arbeitshandschuhe und langärmelige Arbeitskleidung tragen.
 - Vollgesichtsschutz tragen.
- Verbrennungsgefahr durch heiße Medien wie Wasser oder Öl
 - Flüssigkeitsdichte, isolierende, langärmelige Arbeitshandschuhe/Kleidung tragen.
 - Vollgesichtsschutz/Visier tragen.
- Rutschgefahr durch ausgelaufene Medien wie Wasser oder Öl
 - Aufsaugende Materialien (z. B. Ölbinder) bereitstellen.
 - Ausgelaufene Flüssigkeiten sofort beseitigen (z. B. mit Nass-Trocken-Sauger).

5.2.3.2 Anbau von Peripheriegeräten

Der Anbau von Peripheriegeräten hat immer eine Neubewertung der Gefährdungen zur Folge. Typische Peripheriegeräte und dabei entstehende Gefährdungen sind:

- Verbrennung durch heiße Oberflächen, zum Beispiel beim Einsatz von Temperiergeräten
 - siehe Abschnitt 4.9.8 dieser Schrift
- Neue Quetschstellen und Scherstellen, zum Beispiel durch den Anbau eines Förderbandes oder eines Handlinggerätes
 - Vorhandene Betriebsanweisung beachten.
 - Sicherheitsabstände und Zugänge überprüfen.
 - Einbindung in den Sicherheitskreis beziehungsweise die verriegelten Schutzeinrichtungen überprüfen. Der „Sicherheitskreis“ ist die Verkettung verschiedener Betriebsmittel, dient in erster Linie dem Schutz des Personals und ist die Verkettung unterschiedlicher Betriebsmittel. Bei einer Störung beziehungsweise Auslösung wird der Sicherheitskreis sofort unterbrochen.

5.2.3.3 Wechsel der kompletten Spritzeinheit/der Düse/der Plastifizierschnecke

Der Wechsel ist entsprechend den Vorgaben des Herstellers der Spritzgießmaschine in der Bedienungsanleitung vorzunehmen. Diese Arbeit darf nur von besonders qualifizierten Beschäftigten vorgenommen werden.

- Unbeabsichtigtes Wiederanlaufen
 - Maschine ausschalten und gegen Wiederanlaufen sichern. Lockout/Tagout nutzen.
- Mechanische Gefährdungen
 - Für eine sichere Auflage der ausgebauten Plastifiziereinheit beziehungsweise der Plastifizierschnecke sorgen durch die Verwendung stabiler Böcke mit V-Auflagen.
 - Beim Ausbau und Handling die Plastifiziereinheit beziehungsweise die gezogene Plastifizierschnecke ständig am Kran angeschlagen lassen, um ein Herabstürzen von den Böcken zu verhindern.

- Thermische Gefährdungen
 - Für ausreichende Abkühlung sorgen.
 - Persönliche Schutzausrüstungen benutzen, sofern nicht ausreichend abgekühlte Formmasse beim Demontieren/Öffnen sich entspannen und deshalb austreten kann.

5.2.3.4 Innerbetriebliche Verlagerung von Maschinen

In Unternehmen werden oftmals Spritzgießmaschinen innerbetrieblich an einen anderen Stellplatz verlagert. Dies kann im Rahmen von Umstrukturierungen, bei der Beschaffung zusätzlicher Spritzgießmaschinen und bei der Installation von Peripheriegeräten erforderlich sein. Es handelt es sich um komplexe Transportvorgänge, die zu erheblichen Gefährdungen führen können. Neben den möglichen schweren körperlichen Folgen für die Beschäftigten sind erhebliche finanzielle Schäden möglich, wenn es zu Fehlern bei den Transportarbeiten kommt.

Es muss deshalb bewertet werden, ob diese Tätigkeiten mit firmeneigenen Beschäftigten durchgeführt werden können, oder ob ein entsprechender Dienstleister beauftragt werden muss.

- Gefährdung durch unkontrollierte Bewegungen beim Transport von Spritzgießmaschinen, wie zum Beispiel:
 - Getroffen werden durch das Pendeln der am Kran angeschlagenen Maschine
 - Gequetscht werden durch Ab- oder Herunterstürzen der auf Transportrollen befindlichen Maschine
 - Angefahren werden beim Verschieben der Maschine
 - Komplexe Transportaufgaben möglichst einem externen Fachbetrieb überlassen.
 - Wenn eigene Beschäftigte eingesetzt werden sollen: Beschäftigte auswählen, ausbilden und schriftlich benennen.
 - Bestellung eines Koordinators im Sinne des Merkblatts A 009 „Zusammenarbeit im Betrieb – Sicherheitstechnisches Koordinieren“.
 - Ermittlung der korrekten Anschlagpunkte (Befestigungspunkte) und des Maschinenschwerpunktes anhand der Bedienungsanleitung.
 - Einsatz von Transportmitteln, die für die jeweiligen Lasten geeignet sind.
 - Auswahl geeigneter Anschlagmittel, wie Kranhaken, Ösen, Gurtbänder, in Abhängigkeit von der Belastung.
 - Weiträumiges Absperren der Bereiche, in denen die Transportarbeiten durchgeführt werden mit Festlegung eines Betretungsverbot.
 - Betretungsverbot des Sperrbereichs sicherstellen.

5.3 Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI)

Der Einsatz von KI-Systemen/KI-Funktionen bekommt in der heutigen Zeit in allen Bereichen eine immer größer werdende Bedeutung. Dies wird sich auch auf die industriellen Bereiche wie die Kunststoffindustrie auswirken. KI-Funktionalitäten werden zunehmend in Komponenten, Geräten und Maschinen integriert.

Da der Einsatz und die Verwendung von KI-Systemen ein großes Risiko bergen, wurde vom Rat der Europäischen Union ein Gesetz zur Regulierung von künstlicher Intelligenz verabschiedet. In der KI-Verordnung (AI Act), die am 21.05.2024 verabschiedet wurde, werden Regeln für KI-Systeme aufgestellt und das Risiko für die Sicherheit, Gesundheit und Grundrechte von Menschen bewertet.

Produktspezifischen Anforderungen mit Bezug zu KI-Systemen/KI-Funktionen sind in der Normung für Spritzgießmaschinen (DIN EN ISO 20430) noch nicht erfolgt. Auch sind die Begriffe KI sowie maschinelles Lernen bisher nicht einheitlich definiert, was mit der Erarbeitung des neuen Standards ISO IEC 22989 zukünftig erfolgen wird.

Aus Sicht des Arbeitsschutzes muss sichergestellt werden, dass sich durch die Verwendung von KI keine Gefährdungen mit hohem Verletzungsrisiko für die Beschäftigten ergibt. Daher ist es wichtig, bei der Konstruktion und dem Betreiben von Spritzgießmaschinen die allgemeinen Grundsätze für die sicherheitstechnische Bewertung von KI-Systemen, KI-Technologien und KI-Funktionen zu berücksichtigen und anzuwenden.

Hierfür kann die DGUV Test Information Nr. 05 „Allgemeine Grundsätze für die sicherheitstechnische Bewertung von Künstlicher Intelligenz (KI)“⁸⁴ eine gute Hilfestellung leisten.

5.4 Safety, Security und Fernwartung

Im Englischen wird bei der Sicherheit von Produktionssystemen zwischen Safety und Security unterschieden.

Safety bezieht sich auf das Gebiet der Arbeitssicherheit und umfasst das Sicherheitskonzept sowie die Ausführung der funktionalen Sicherheit an Maschinen.

Security dagegen befasst sich mit dem Schutz vor Bedrohungen in vernetzten Systemen, also IT- und Cybersicherheit.

Bei der zunehmenden Vernetzung von Maschinen muss sichergestellt sein, dass es durch Eingriffe über das Netzwerk nicht zu Gefährdungen kommt („Industrie 4.0“). Maßnahmen, Strategien und Vorkehrungen im Bereich der Security sind zentrale Faktoren, um den Schutz von Produktionsanlagen gegen Angriffe von außen und innen zu gewährleisten. Diese können Auswirkungen auf die Maschinen beziehungsweise Anlagen und auf den Arbeitsschutz haben, das heißt, es können sich dadurch Gefährdungen mit hohem Verletzungsrisiko für die Beschäftigten ergeben.

Eine Hilfestellung zu den Themen Gefährdungsfaktoren, Folgen, Analyse und möglichen Schutzmaßnahmen sind in der Schrift Fachbereich AKTUELL FBHM-102 „Safety und Security in der vernetzten Produktion“ zu finden.⁸⁵

Eine konkrete Anwendung ist die sichere Fernwartung von Maschinen und Anlagen, bei der sowohl Safety- als auch Security-Aspekte berücksichtigt werden müssen.

In der Schrift Fachbereich Aktuell FBHM-133 „Sichere Fernwartung von Maschinen“⁸⁶ sind hilfreiche Angaben zu Risiken, Anforderungen und Konzepte zu Schutzmaßnahmen zu finden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es im Sinne des Arbeitsschutzes (Safety) keine Möglichkeit geben darf, dass Steuerungssysteme und -komponenten der Maschine und Anlage durch Unbefugte manipuliert werden können. Bei der vernetzten Kommunikation inklusive Fernwartung muss ein unbefugter Zugriff von außen durch eine entsprechend starke und effektive Absicherung des Zugangs (Security) verhindert werden. Die funktionale Sicherheit, die Ausführung von Sicherheitsfunktionen und Sicherheitsparametern der Maschine darf nicht negativ beeinflusst werden.

⁸⁴ Siehe Anhang 6 Nr. 53

⁸⁵ Siehe Anhang 6 Nr. 56

⁸⁶ Siehe Anhang 6 Nr. 57

Anhang 1: Sicherheitsprüfung bei Spritzgießmaschinen

Die Prüfungen müssen vor Erstinbetriebnahme und in angemessenen Zeitabständen erfolgen. Maßgeblich sind zum Beispiel Herstellerangaben, Einsatzbedingungen und Betriebszustände. Art, Umfang und Fristen der Prüfungen sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln. Empfohlen wird, die Prüfung mindestens einmal jährlich durchzuführen.

Im Folgenden sind beispielhaft Punkte für die Prüfung durch die zur Prüfung befähigte Person⁸⁷ zusammengestellt.

Je nach Art der betriebenen Spritzgießmaschinen können einzelne Abfragepunkte entfallen oder andere hinzukommen. Dies ist anhand der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln.

Spritzgießmaschine: _____

Datum: _____

durchgeführt von: _____

Zu prüfen	Maßnahmen ausreichend?		Realisierung	
	ja	nein	wer	wann
Allgemeines				
CE-Kennzeichnung sowie Typenschild vorhanden? Angaben auf Typenschild: Hersteller, Typ, Baujahr, Seriennummer, Betriebskenndaten (Merkblatt T 009 Abschnitt 3)				
Liegt die letzte elektrische Prüfung der Spritzgießmaschine gemäß DGUV Vorschrift 3 durch eine Elektrofachkraft höchstens 4 Jahre zurück? (Merkblatt T 009 Abschnitt 4.1.11)				
Ist die Spritzgießmaschine frei von Öl- und Wasserleckagen? (Merkblatt T 009 Abschnitte 4.2.3, 5.1.3 und 5.2.3)				
Sind die Schlauchleitungen frei von offensichtlichen Beschädigungen?				
Sind die Hydraulik-Schlauchleitungen gegen Peitschen gesichert (verdeckt verlegt oder Fangeinrichtung)?				
Sind Hydraulik-Schlauchleitungen verdeckt verlegt oder mit Berstschutz-Schlauch versehen, um eine Gefährdung durch Fluidstrahl (Hydraulikflüssigkeit) zu verhindern?				
Sind für die Hydraulik-Schlauchleitungen Prüf- und Auswechselintervalle festgelegt und sind diese eingehalten?				
Schließeinheit der Spritzgießmaschine (siehe Abschnitt 5.1.1 dieser Schrift)				
Ist der Werkzeugbereich durch feste oder bewegliche verriegelte trennende Schutz-einrichtungen so abgesichert, dass ein Eingriff ausgeschlossen ist (z. B. Tunnelhaube, Schutztür, Verkleidung)?				
Ist eine vorhandene Schließhubsicherung funktionsfähig?				
Sind alle Positionsschalter ⁸⁸ funktionsfähig und äußerlich nicht beschädigt?				
Sind die Positionsschalter an den beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen so angebracht und wirken so, dass eine Manipulation, die zum Eingriff in den Werkzeugbereich führen könnte, verhindert wird?				
Wird bei elektrischen Antrieben für die Schließbewegung der gefährliche Nachlauf beim Öffnen der beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen durch entsprechende Maßnahmen (z. B. Zuhaltung) verhindert?				
Kann die bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung nicht über die bewegliche Aufspannplatte hinaus geöffnet werden (fester oder elektrisch verriegelter Anschlag vorhanden)?				
Ist die vorhandene Kontakt- oder Schalleiste an der Schließkante der beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtung funktionsfähig?				

⁸⁷ Siehe § 2 Abs. 6 der BetrSichV Anhang 6 Nr. 6

⁸⁸ In der betrieblichen Praxis häufig auch Grenztaster oder Endschalter genannt.

Zu prüfen	Maßnahmen ausreichend?		Realisierung	
	ja	nein	wer	wann
Sind alle Gefahrstellen, die sich durch Peripheriegeräte (z. B. Entnahmegeräte) ergeben, durch feste Schutzeinrichtungen oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen gegen Zugriff gesichert?				
Sind die Peripheriegeräte in die Sicherheitskette der Spritzgießmaschine eingebunden (stoppen alle Geräte bei einer Auslösung des Not-Halt?)?				
Sind an Maschinen, an denen ein Zugang des gesamten Körpers zum Werkzeugbereich möglich ist (z. B. lichte Holmweite > 1200 mm), zusätzliche Schutzeinrichtungen/ Erkennungseinrichtungen (z. B. BWS, Schaltmatte, Schaltplatte, Scanner) inkl. Quittierungssystem vorhanden?				
Ist die bestimmungsgemäße Verwendung von Magnetspannsystemen sichergestellt (z. B. regelmäßige Reinigung, Beseitigung von Flugrost oder Ablagerungen)?				
Plastifiziereinheit der Spritzgießmaschine (siehe Abschnitt 5.1.2 dieser Schrift)				
Ist der Düsenbereich der Spritzgießmaschine mit einer beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtung ausgerüstet, die über einen Positionsschalter mit der Steuerung der Spritzeinheit verriegelt ist?				
Ist die Schutzeinrichtung so ausgeführt, dass ein Herausspritzen flüssiger Massen verhindert wird?				
Sind alle Positionsschalter funktionsfähig?				
Bereich der Spritzeinheit				
Sind Abdeckungen und Isolierungen an den Heizbändern vorhanden?				
Ist die Alarmierung beim Über- bzw. Unterschreiten von Temperaturgrenz- und -toleranzwerten funktionsfähig?				
Bereich der Einfüll- und Entgasungsöffnung				
Ist der Bereich der Einfüll- und Entgasungsöffnung so gestaltet, dass ein Zugriff zu Quetsch- und Scherstellen der Plastifizierschnecke verhindert wird?				
Höher gelegene Maschinenbereiche				
Ist sichergestellt, dass höher gelegene Maschinenbereiche wie z. B. Trichter, Förder- und Dosiereinrichtungen etc. sicher erreicht werden können?				
Sind feste Aufstiegshilfen mit festen Aufstiegen (Treppen Steigleitern, etc.) und Absturzsicherungen („Geländern“) in Bedienbereichen vorhanden, die höher als 1 m liegen?				
Ist sichergestellt, dass Gefahrenbereiche (z. B. schließende Werkzeuge) von festen Aufstiegen und Podesten nicht erreicht werden können?				
Zusätzliche Einrichtungen an Großmaschinen				
Sind die Not-Befehlseinrichtungen auf der Vorder- und Rückseite des Werkzeugbereichs innerhalb des Bereichs der beweglichen verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen (Schiebetür) funktionsfähig?				
Bei Spritzgießmaschinen, deren senkrechter oder waagerechter Abstand zwischen den Holmen bzw. Führungen mehr als 1200 mm beträgt und bei denen eine Standfläche zwischen den Aufspannplatten vorhanden ist: Ist die Schutzeinrichtung funktionsfähig und wird mit dieser sowohl die Einleitung einer Werkzeugschließbewegung, als auch die Schließbewegung der kraftbetätigten Schutzeinrichtung (Schiebetür) verhindert? Bsp.: Funktioniert eine Trittplatten/Schaltmattensicherung bei Belastung (Funktionsprüfung mit Prüfgewicht von max. 35 kg)?				
Betrieb				
Ist eine Druckspeicherprüfung erforderlich und gegebenenfalls erfolgt?				

Dieses Dokument finden Sie im Medientcenter der BG RCI unter mediencenter.bgrci.de

Anhang 2: Muster-Betriebsanweisungen

Muster-Betriebsanweisung Spritzgießmaschinen Bedienen, Stillsetzen, Reinigen

Nummer: 2808
Maschinentyp: Spritzgieß3000
Stand/Datum: 30.04.2026

Betrieb: Werk Formteilhausen
Standort: Spritzerei, Halle 4

ZUGEHÖRIGE BETRIEBSANWEISUNG

Nr. 2809: Inbetriebnahme, Rüsten, Störungsbeseitigung, Probelauf, Prüfung

ANWENDUNGSBEREICH

Bedienen, Stillsetzen, Reinigen von Spritzgießmaschinen

GEFÄHRDUNGEN

Durch die hohen Schließkräfte ergeben sich Quetschgefahren, die zum Verlust von Gliedmaßen bis hin zum Tod führen können. Weiterhin besteht an mehreren Stellen Verbrennungsgefahr.

- Mechanische Gefährdungen:
 - Quetschgefahr durch Werkzeugbewegung
 - Schnittgefahr an Spritzgießmaschinen (z. B. an Auswerfern oder Trennkanten) und beim Umgang mit Messern
 - Stoßgefahr an Holmen und Spritzgießwerkzeugteilen bei manueller Entnahme
- Thermische Gefährdungen:
 - Verbrennungsgefahren, z. B. an Plastifiziereinheit, Entgasungsöffnung, Spritzgießwerkzeug, Heißkanal oder flüssiger (und noch nicht abgekühlter) Schmelze
- Weitere Gefährdungen:
 - Rutschgefahr durch Granulat, Wasser oder Öl auf dem Boden sowie ggf. Gefahr durch freiwerdende Gefahrstoffe

SCHUTZMAßNAHMEN BEIM BETRIEB VON SPRITZGIEßMASCHINEN

- Maschine nur in Gang setzen oder betreiben, wenn alle Sicherheitseinrichtungen intakt sind.
- Bei auftretendem Nebel oder stechendem Geruch Maschine stillsetzen und Vorgesetzten informieren.
- Bei jeder Störung Maschine stillsetzen und sofort den Vorgesetzten informieren.
- Arbeitsplatz stets aufgeräumt und sauber halten (z. B. frei von Öl und Granulat).
- Schutzverkleidungen niemals entfernen, übersteigen oder unterkriechen.
- Folgende persönliche Schutzausrüstungen benutzen:
 - Immer die bereitgestellten Sicherheitsschuhe, wenn entgratet werden muss.
 - Je nach Art der Entgratung Schnittschutzhandschuhe, Schnittschutzhandschuhe ohne Fingerkuppen, Kettenhandschuhe. **Fragen Sie Ihren Vorgesetzten!**
- Stets die ausgegebene enganliegende, langärmelige Arbeitskleidung tragen.
- Keinen Schmuck, Uhren o. Ä. tragen.
- **Zur Pause:** Artikel entnehmen und ggf. Heizung gemäß Anweisung zurücknehmen.
- **Zum Arbeitsende:** Materialzufuhr stoppen, Zylinder leerfahren, Artikel entformen, Heizungs- und Hauptschalter ausschalten.
- **Beim Putzen:** Das Spritzgießwerkzeug so weit schließen, dass es nicht unter Druck steht und kein Schmutz hineinfallen kann.
- Im Spritzgießwerkzeug ausschließlich mit Kupfer-Werkzeug, niemals mit Schraubendrehern o. Ä. arbeiten.
- Abspritzfladen auf der Maschine auskühlen lassen, dann mit dem Haken in den grauen Rollwagen geben.



VERHALTEN BEI ARBEITSUNFÄLLEN, ERSTE HILFE

- Jede Verletzung, auch „kleine“ Schnittverletzungen, leichte Verbrennungen o. Ä., dem Ersthelfer und dem Vorgesetzten melden und in das Verbandsbuch eintragen.
- Bei schweren Verletzungen oder Brand Notruf 112 wählen und folgende Angaben machen:
 1. Wo ist es passiert?
 2. Wer meldet?
 3. Was ist es passiert? Ggf.: was brennt?
 4. Wie viele Verletzte?
 5. Warten auf Rückfragen!Ggf.: welche Art der Verletzung?



PRÜFUNGEN

Vor jedem Schichtbeginn ist durch den Schichtführer die tägliche Sicherheitsprüfung („Für Ihre tägliche Sicherheit“) durchzuführen. Das Ergebnis der Prüfung ist in der an der Maschine hängenden Liste zu vermerken.

BETRIEBSBEZOGENE ERGÄNZUNGEN

Datum: _____
Nächste turnusmäßige
Überprüfung: _____

Unterschrift: _____
(Unternehmer/Geschäftsleitung) _____

Muster-Betriebsanweisung Spritzgießmaschinen Inbetriebnahme, Rüsten, Störungsbeseitigung, Probelauf, Prüfung

Nummer: 2809
Maschinentyp: Spritzgieß3000
Stand/Datum: 30.04.2026

Betrieb: Werk Formteilhausen
Standort: Spritzerei, Halle 4

ZUGEHÖRIGE BETRIEBSANWEISUNG

Nr. 2808: Bedienen, Stillsetzen, Reinigen

ANWENDUNGSBEREICH

Inbetriebnahme, Rüsten, Störungsbeseitigung, Probelauf, Prüfung von Spritzgießmaschinen

GEFÄHRDUNGEN

Durch die hohen Schließkräfte ergeben sich Quetschgefahren, die zum Verlust von Gliedmaßen bis hin zum Tod führen können. Weiterhin besteht an mehreren Stellen Verbrennungsgefahr.

- Mechanische Gefährdungen:
 - Quetschgefahr durch Bewegung des Spritzgießwerkzeugs.
 - Schnittgefahr an Spritzgießwerkzeugen (z. B. an Auswerfern oder Trennkanten) und beim Umgang mit Messern.
 - Stoßgefahr an Holmen und Spritzgießwerkzeugteilen.
- Thermische Gefährdungen:
 - Verbrennungsgefahren, z. B. an Plastifiziereinheit, Entgasungsöffnung, Spritzgießwerkzeug, Heißkanal oder flüssiger (und noch nicht abgekühlter) Schmelze.
- Elektrische Gefährdungen:
 - Körperdurchströmung bei Arbeiten an elektrischen Verbindungen.
- Gefährdungen durch Druck:
 - Unkontrollierte Bewegungen oder unkontrollierten Austritt von Medien durch druckbeaufschlagte hydraulische und pneumatische Verbindungen.
- Weitere Gefährdungen:
 - Rutschgefahr durch Granulat, Wasser oder Öl auf dem Boden sowie ggf. Gefahr durch freiwerdende Gefahrstoffe.
 - Absturzgefahr bei Arbeiten an höher liegenden Maschinenbereichen.

SCHUTZMAßNAHMEN

- Einrichtung nur unter wirksamen Schutzausrüstungen vornehmen.
- Beim Justieren der Peripheriegeräte, wie Roboter etc. Wirkbereich der Maschine verlassen und Fernbedienung nutzen.
- Ggfs. demontierte Schutzeinrichtungen vor Inbetriebnahme wieder montieren. Dies gilt auch für Peripheriegeräte.
- Nur vollständig gesicherte Maschinen in den Serienbetrieb übergeben.
- Arbeitsplatz stets aufgeräumt und sauber halten (z. B. frei von Öl und Granulat).
- Persönliche Schutzausrüstungen benutzen:
 - Die von der Materialausgabe bereitgestellten Sicherheitsschuhe sowie eine Anstoßkappe tragen.
 - Grau-blaue Lederhandschuhe tragen.
 - Bei Arbeiten an heißen Bereichen (Düse, Schnecke, Heißkanal etc.) Vollgesichtsschutz (Visier) tragen.
- Stets die ausgegebene enganliegende, langärmelige Arbeitskleidung tragen.
- Keinen Schmuck, keine Uhren o. Ä. tragen.
- Im Spritzgießwerkzeug ausschließlich mit Kupfer-Werkzeug, niemals mit Schraubendreher o. Ä. arbeiten.
- Abspritzfladen auf der Maschine auskühlen lassen, dann mit dem Haken in den grauen Rollwagen geben.
- Einhaltung der 5 Sicherheitsregeln beim Umgang mit Strom und Druck.
- Feste Aufstiege, im Ausnahmefall Leitern, benutzen, um höher gelegene Arbeitsplätze zu erreichen.



VERHALTEN BEI ARBEITSUNFÄLLEN, ERSTE HILFE

- Jede Verletzung, auch „kleine“ Schnittverletzungen, leichte Verbrennungen o. Ä., dem Ersthelfer und dem Vorgesetzten melden und in das Verbandsbuch eintragen.
- Bei schweren Verletzungen oder Brand Notruf 112 wählen und folgende Angaben machen:
 1. Wo ist es passiert?
 2. Wer meldet?
 3. Was ist es passiert? Ggf. was brennt?
 4. Wie viele Verletzte?
 5. Warten auf Rückfragen!

Ggf. welche Art der Verletzung?



PRÜFUNGEN

- Vor Maschinenübergabe an das Bedienpersonal die Sicherheitskurzprüfung durchführen („Für Ihre tägliche Sicherheit“). Das Ergebnis der Prüfung ist in der an der Maschine hängenden Liste zu vermerken.
- Wartungsarbeiten nach Herstellerangabe turnusmäßig durchführen, die jährliche Überprüfung der Sicherheitseinrichtungen ist zu dokumentieren.

Datum: _____
Nächste turnusmäßige
Überprüfung: _____

Unterschrift: _____
(Unternehmer/Geschäftsleitung)

Anhang 3: Kurzprüfung vor Arbeitsbeginn

Nicht alle im Folgenden genannten Punkte treffen auf jede Spritzgießmaschine zu.

Für Ihre tägliche Sicherheit

1. Eingriff in Quetschstellen allseitig ausgeschlossen? (Eingriff auch von unten, ggf. von Podesten sowie Peripheriegeräte wie Handling- oder Robotersysteme beachten!)
2. Alle Quetsch- und Scherstellen am Werkzeug gegen Eingreifen gesichert? (z. B. Auswerferpaket, Kernzüge, Materialzuführung)
3. Alle Positionsschalter an Schutztür beziehungsweise Schutzhaube funktionsfähig?
4. Anschläge und Führungen an Schutztür beziehungsweise Schutzhaube funktionsfähig?
5. Alle Quetsch- und Scherstellen an der Plastifiziereinheit gegen Eingreifen gesichert?
6. Maschine und Peripheriegeräte frei von Öl- und Wasserleckagen?
7. Arbeitsplatz, Aufstiege und Podeste frei von Stolperstellen, Granulat und anderen Verunreinigungen?
8. Heizung auf den zu verarbeitenden Kunststoff abgestimmt?
9. Einrichtfunktionen gegen unbefugten Zugriff gesichert? (z. B. Menü mit Code gesichert, Schlüssel abgezogen)
10. **Falls vorhanden:** Kontaktleiste an Schutztür/-haube funktionsfähig?
11. **Falls vorhanden:** Ausfallöffnung gegen Eingriff ins Werkzeug gesichert (alle Verdeckungen vorhanden)?
12. **Falls vorhanden:** Trittplattensicherung/Schaltmatten funktionsfähig und frei von Gegenständen?
13. **Falls vorhanden:** Lichtvorhänge, Lasercanner, etc. funktionsfähig?



Anhang 4: Kurz-Audit für Führungskräfte zum sicheren Arbeiten an Spritzgießmaschinen

Die folgenden Fragen dienen der Überprüfung, ob die elementaren Sicherheitsregeln in der betrieblichen Praxis eingehalten werden. Dieses Kurz-Audit sollte in die Managementprozesse des Unternehmens eingebunden werden.

Sie können die erledigten Punkte mit einem Haken markieren.

J N

1	Sind an der Maschine nur geeignete und unterwiesene Personen tätig?
2	Gibt es eine aktuelle Gefährdungsbeurteilung?
3	Werden die aus der Gefährdungsbeurteilung abgeleiteten Arbeits- und Betriebsanweisungen eingehalten und wird die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen regelmäßig überprüft?
4	Werden im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auch Tätigkeiten außerhalb des Routinebetriebes wie Störungsbeseitigung und Wartung betrachtet?
5	Werden die Punkte „Für Ihre tägliche Sicherheit“ vor Arbeitsbeginn geprüft und dokumentiert?
6	Ist sichergestellt, dass die Prozessparameter (Verarbeitungstemperatur, Druck etc.) eingehalten werden und eine Überhitzung des Kunststoffes vermieden wird?
7	Wird bei Maschinenstillständen (Störungen, Pausen, etc.) die Temperatur an der Plastifiziereinheit angepasst, um eine Materialüberhitzung zu vermeiden?
8	Werden bei Tätigkeiten außerhalb des Routinebetriebes die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen getroffen? (z. B. Maschine stromlos schalten und gegen Wiedereinschalten sichern, gespeicherte Energien sicher ableiten)
9	Wird vor Tätigkeiten an der Plastifiziereinheit sichergestellt, dass diese erkaltet ist und das System nicht unter Druck steht?
10	Werden Beschädigungen an der Maschine und anderen betrieblichen Einrichtungen unverzüglich der zuständigen Führungskraft gemeldet?
11	Sind sämtliche Sicherheitseinrichtungen funktionsfähig?
12	Sind die Beschäftigten dafür sensibilisiert, dass Sicherheitseinrichtungen keinesfalls manipuliert (entfernt, unwirksam gemacht) werden dürfen?
13	Sind die gemäß Betriebsanweisung vorgesehenen persönlichen Schutzausrüstungen vorhanden und werden diese bestimmungsgemäß benutzt?
14	Sind sämtliche Kennzeichnungen (Warnpiktogramme, Typenschild, CE-Kennzeichnung, etc.) vorhanden.
15	Sind Aufstiegshilfen vorhanden und werden diese genutzt? Bevorzugt sind feste Aufstiege oder Podeste vorzusehen.
16	Ist sichergestellt, dass in den Ausfallbereich der Maschine nicht eingegriffen werden kann?
17	Sind den Beschäftigten die Zuständigkeiten und konkreten Ansprechpersonen zu Fragen der Arbeitssicherheit bekannt?

Anhang 5: Checkliste für Sicherheitsbeauftragte

Sicherheitsfragen	Werkbereich	
Gibt es Arbeitsplätze, die nicht ordnungsgemäß aufgeräumt sind (z. B. Werkzeug nicht am vorgesehenen Platz)?		
Gibt es Stolperstellen oder Rutschgefahren (z. B. am Boden herumliegende Teile oder Wasser)?		
Sind die Beleuchtung, Arbeitsfläche, Ergonomie, Klima und Lautstärke am Arbeitsplatz angemessen?		
Gibt es Rettungs- und Fluchtwege, die nicht ausreichend gekennzeichnet, durch Gegenstände zugestellt oder blockiert sind?		
Gibt es mangelhafte Zuleitungen zu elektrischen Geräten, defekte Steckdosen oder Steckverbindungen?		
Gibt es fehlende oder defekte persönliche Schutzausrüstungen?		
Gibt es Verkehrswege für Personen und Fahrzeuge, die nicht ausreichend markiert sind oder in denen sich Hindernisse (z. B. abgestellte Gegenstände) befinden?		
Fehlen Schutzeinrichtungen an Maschinen und Einrichtungen oder sind sie defekt?		
Werden Arbeitsmittel nicht bestimmungsgemäß oder vorschriftswidrig benutzt?		
Fehlen Betriebsanweisungen, z. B. für Maschinen, oder werden sie nicht befolgt?		
Fehlen Feuerlöscher, sind sie nicht frei zugänglich oder ist ihr Prüfdatum überschritten?		

[illegible]

Sicherheitsfragen	Werkbereich	
Sind Sammelbehälter eindeutig gekennzeichnet?		
Fehlen vorgeschriebene Aushänge (Flucht- und Rettungsplan, Anleitung zur Ersten Hilfe usw.)?		
Fehlen Warnschilder oder Sicherheitskennzeichnungen?		
Sind defekte Leitern und Tritte im Umlauf?		
Werden Arbeitsmittel regelmäßig geprüft, z. B. Anschlagmittel, Flurförderzeuge?		

	Sofort beseitigt (Sachverhalt, Name)	Gemeldet z. B. an SiFa oder Abteilungsleitung (Name/Funktion)	Am (Datum)

Anhang 6: Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde beziehungsweise des zuständigen Unfallversicherungsträgers erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und desjenigen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention und [fachwissen.bgrci.de](http://www.bgrci.de/fachwissen).

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI und Downloads von Schriften und Arbeitshilfen enthält das Mediencenter der BG RCI unter mediencenter.bgrci.de. Dort können auch Schriften bestellt werden.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

1 Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln,
Freier Download unter eur-lex.europa.eu/de/index.htm

- 1 Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt
- 2 Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (Maschinenrichtlinie)
- 3 Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- 4 Maschinenverordnung: Verordnung (EU) 2023/1230 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates

2 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) beziehungsweise www.baua.de (Technische Regeln und Bekanntmachungen)

- 5 Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- 6 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) und Empfehlungen des Ausschusses für Betriebssicherheit, insbesondere:
- 7 TRBS 1111: Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
- 8 TRBS 1112: Instandhaltung

- 9 TRBS 1203: Zur Prüfung befähigte Personen
- 10 EmpfBS 1113: Beschaffung von Arbeitsmitteln
- 11 EmpfBS 1114: Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln
- 12 Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
- 13 TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- 14 TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
- 15 TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
- 16 TRGS 500: Schutzmaßnahmen
- 17 TRGS 505: Blei
- 18 TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- 19 TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
- 20 Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)
- 21 Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. ProdSV)
- 22 Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Arbeitsstätten-Richtlinien, insbesondere:
- 23 Arbeitsstätten-Richtlinie ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- 24 Arbeitsstätten-Richtlinie ASR A1.7: Türen und Tore
- 25 Arbeitsstätten-Richtlinie ASR A1.8: Verkehrswege
- 26 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
- 27 Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) mit Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV)
- 28 TRLV Lärm Teil 3: Lärmschutzmaßnahmen

3 Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

**Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin, www.dguv.de
Freier Download unter publikationen.dguv.de**

- 29 DGUV Regel 100-500: Betreiben von Arbeitsmitteln (nur online) (bisher BGR 500)
- 30 DGUV Regel 109-002: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
- 31 DGUV Regel 112-189: Benutzung von Schutzkleidung
- 32 DGUV Regel 112-190: Benutzung von Atemschutzgeräten
- 33 DGUV Regel 112-191: Benutzung von Fuß- und Knieschutz
- 34 DGUV Regel 112-192: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
- 35 DGUV Regel 112-193: Benutzung von Kopfschutz
- 36 DGUV Regel 112-194: Benutzung von Gehörschutz
- 37 DGUV Regel 113-004: Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- 38 DGUV Regel 112-195: Benutzung von Schutzhandschuhen
- 39 DGUV Regel 113-020: Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulik-Flüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz
- 40 DGUV Information 203-003: Auswahl und Anbringung elektromechanischer Verriegelungseinrichtungen für Sicherheitsfunktionen (bisher BGI 575)
- 41 DGUV Information 203-049: Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel – Praxistipps für Betriebe
- 42 DGUV Information 203-072: Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und ortsfester Betriebsmittel – Fachwissen für Prüfpersonen
- 43 DGUV Information 208-016: Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten
- 44 DGUV Information 208-033: Muskel-Skelett Belastungen – erkennen und beurteilen
- 45 DGUV Information 211-005: Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes
- 46 DGUV Information 211-010: Sicherheit durch Betriebsanweisungen
- 47 DGUV Information 212-024: Gehörschutz
- 48 DGUV Information 213-728: Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung – Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe in Spritzgießmaschinen
- 49 IFA Prüfgrundsatz GS-IFA-M010: „Ausreißsichere Armaturen an Hydraulikschlauchleitungen“ unter www.dguv.de/medien/dguv-test-medien/_pdf_zip_doc_ppt/pruefgrundsaeetze/ifa-gs-ifa-m10_2021-03.pdf
- 50 DGUV Grundsatz 308-001: Qualifizierung und Beauftragung der Fahrerinnen und Fahrer von Flurförderzeugen außer geländegängigen Teleskopstaplern
- 51 DGUV Grundsatz 309-003: Auswahl, Unterweisung und Befähigungsnachweis von Kranführern
- 52 DGUV Empfehlungen für Arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen, 2. Auflage 2024 unter www.dguv.de/de/praevention/themen-a-z/arb_vorsorge/dguv-empfehlungen/index.jsp
- 53 DGUV Test Information 05: Allgemeine Grundsätze für die sicherheitstechnische Bewertung von künstlicher Intelligenz (KI)
- 54 Fachbereich AKTUELL FBHM-046: Hydrospeicher – Inverkehrbringen, einbauen und verwenden
- 55 Fachbereich AKTUELL FBHM-068: Werkzeuge/Formen – Außerhalb des Anwendungsbereiches der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

- 56 Fachbereich AKTUELL FBHM-102: Safety und Security in der vernetzten Produktion
- 57 Fachbereich AKTUELL FBHM-133: Sichere Fernwartung von Maschinen

Bezugsquellen: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, mediencenter.bgrci.de oder Jedermann-Verlag GmbH, Mittelgewannweg 15, 69123 Heidelberg, www.jedermann.de, verkauf@jedermann.de

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- 58 DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- 59 DGUV Vorschrift 2: Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit
- 60 DGUV Vorschrift 3: Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
- 61 DGUV Vorschrift 52: Krane
- 62 Merkblatt A 001: Schriften und Medien für Sicherheit und Gesundheitsschutz
- 63 Merkblatt A 006: Verantwortung im Arbeitsschutz
- 64 Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
- 65 Merkblatt A 009: Zusammenarbeit im Betrieb, Sicherheitstechnisches Koordinieren
- 66 Merkblatt A 010: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- 67 Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- 68 Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- 69 Merkblatt A 021: Auf Nummer Sicher gehen – Stolpern, Rutschen und Stürzen vermeiden
- 70 Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz
- 71 Merkblatt A 029: Fremdfirmenmanagement – Ein Leitfaden für die Praxis
- 72 Merkblatt M 053: Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- 73 Merkblatt M 062: Lagerung von Gefahrstoffen (DGUV Information 213-084)
- 74 Merkblatt T 002: Schlauchleitungen – Sicherer Einsatz
- 75 Merkblatt T 008: Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen
- 76 Merkblatt T 008-0: Maschinen – Herstellung, Beschaffung und Zur-Verfügung-Stellen
- 77 Merkblatt T 008-1: Checklisten Maschinen – Prüfung vor Erstinbetriebnahme
- 78 Merkblatt T 008-2: Checklisten Maschinen – Wiederkehrende Prüfung
- 79 Merkblatt T 008-3: Checklisten Maschinen – Elektrische, hydraulische und pneumatische Ausrüstung
- 80 Merkblatt T 033: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung
- 81 Merkblatt T 035: Leitern sicher benutzen
- 82 Merkblatt T 041: Ergonomische Handwerkzeuge
- 83 Sicherheitskurzgespräch: Leitern und Tritte (SKG 021)
- 84 Sicherheitskurzgespräch: Sicheres Arbeiten an Spritzgießmaschinen (SKG 026)
- 85 Ordner „Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen“

4 Normen

Bezugsquelle: DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; dinmedia.de

- 86 DIN EN ISO 20430:2020-11, Kunststoff- und Gummimaschinen; Spritzgießmaschinen; Sicherheitsanforderungen
- 87 DIN EN ISO 14120:2016-05, Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen
- 88 DIN EN 61496-1:2021-06, Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
- 89 DIN EN ISO 13849-1:2021-06, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze
- 90 DIN EN ISO 13855:2022-04, Sicherheit von Maschinen - Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (Entwurf)
- 91 DIN EN ISO 13856-1:2013-08, Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schuttmatten und Schaltplatten
- 92 DIN EN ISO 13857:2020-04, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen
- 93 DIN EN ISO 14119:2021-02, Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit rennenden Schutzeinrichtungen; Grundsätze für Gestaltung und Auswahl
- 94 DIN EN ISO 23582-1:2023-08, Kunststoff- und Gummimaschinen – Spannsysteme – Teil 1: Sicherheitsanforderungen für Magnetspannsysteme
- 95 DIN EN ISO 4413:2011-04, Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile

5 Andere Schriften und Medien

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Mittelgewannweg 15, 69123 Heidelberg, www.jedermann.de und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 101480, 69004 Heidelberg, mediencenter.bgrci.de

- 96 Kompendium Arbeitsschutz als Online-Datenbank oder Download-Fassung (beides kostenpflichtig): Vorschriften- und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programme zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok Pro-Demover-sion, GefDok KMU und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter www.kompendium-as.de

Bezugsquelle: Publikationsdatenbank des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) unter www.dguv.de/ifa/publikationen/datenbank-publikationen/index.jsp

- 97 Hertwig, R. „Geräuschminderung an pneumatischen Anlagen; Geräuschgeminderte Druckluftdüsen; Marktübersicht, Schallpegel, Blaskraft und Luftverbrauch aus Labormessungen, LSA 05-351 Lärmschutz-Arbeitsblatt (Ausgabe 7/1997) 20 S., 7 Lit., 4 Tab., 5 Abb. (BGI 680, früher ZH 1/564.1). Carl Heymanns Verlag, Köln
- 98 Hertwig, R., Geräuschminderung an pneumatischen Anlagen. Geräuschgeminderte Druckluftdüsen. Anwendungsbeispiele aus der betrieblichen Praxis, LSA 06-351 Lärmschutz-Arbeitsblatt (Ausgabe 4/1998) 10 S., 2 Lit., 1 Tab., 6 Abb. (BGI 681, früher ZH 1/564.17). Carl Heymanns Verlag, Köln

Anhang 7: Bildnachweis

Die im Merkblatt verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen/Tabellen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild, 30, 33, 36, 47, 49, 51, 52, 53, 54a-54c, 58, 59, 60:

MONTAPLAST GmbH
Krottorfer Straße 25
51597 Morsbach
www.montaplast.com

Abbildungen 1, 3, 11, 28, 46, 48:
anton clemens GmbH & Co. KG
Braunsberg 35
51429 Bergisch Gladbach
www.anton-clemens.de

Abbildung 4:
Dr. Schneider Unternehmensgruppe
Lindenstraße 10–12
96317 Kronach-Neuses
www.dr-schneider.com

Abbildung 29, 55:
Gerflor Mipolam GmbH
Mülheimer Straße 27
53840 Troisdorf
www.gerflor.de

Abbildungen 31:
ITW Fastener Products GmbH,
Global Fasteners
Am Pulverhäuschen 7
67677 Enkenbach-Alsenborn
www.itw-fasteners.com

Abbildung 40:
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastr. 40
10117 Berlin
www.dguv.de
(aus der DGUV Regel 113-006 „Branche Kunststoffindustrie, Teil 1: Spritzgießen“)

Abbildungen 43:
Precision Dispensing Solutions Europe GmbH
Schulstraße 33
65795 Hattersheim
www.precisionglobal.com

Abbildung 50:
Hydraulik Schmitz Siegen GmbH
Seelbacher Weg 16
57072 Siegen

Abbildung 56:
Manfred Hoffmann GmbH + Co. KG
Marie-Curie-Straße 2
42477 Radevormwald
www.gummi-hoffmann.de

Abbildung 57:
MARTOR KG
Heider Hof 60
42653 Solingen
www.martor.com

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Postfach 10 14 80
69004 Heidelberg
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg
www.bgrci.de



Ausgabe 4/2026

Diese Schrift können Sie über das Mediacenter unter mediacenter.bgrci.de beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?
Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,
Prävention, Grundsatzfragen und Information, Medien
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: medien@bgrci.de
- **Kennen Sie unsere Medien-Hotline?**
Sie erreichen uns unter 06221 5108-44444 (Mo.–Fr. 8:00–14:00 Uhr)
oder unter medienhotline@bgrci.de



Jedermann-Verlag GmbH
Mittelgewannweg 15
69123 Heidelberg
Telefon 06221 1451-0
info@jedermann.de
www.jedermann.de