

Sicherheitsanforderungen an Warmformmaschinen

Sachgebiet Kunststoffindustrie
Stand: 23.12.2023

Beim Betrieb von Warmformmaschinen kommt es in der Praxis immer wieder zu schweren und auch tödlichen Arbeitsunfällen. Als Unfallursachen werden oftmals fehlende oder manipulierte Schutzeinrichtungen festgestellt. In dieser Schrift soll auf die grundlegenden Sicherheitsanforderungen eingegangen werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	1
2	Anwendungsbereich	2
3	Hinweise zur Verwendung dieser Veröffentlichung	2
4	Rechtliche Betrachtungen	3
5	Technische Definitionen – Baugruppen an Warmformmaschinen	4
5.1	Plattenmaschinen	4
5.2	Rollenmaschinen	5
6	Sicherheitstechnische Anforderungen an Warmformmaschinen	6
6.1	Schutz vor Gefährdungen durch Ausfälle bzw. Störungen	6
6.2	Sicherer Aufstieg zu höher gelegenen Bereichen	6
6.3	Grundlegende sicherheitstechnische Anforderungen bei Einrichtarbeiten an Form- und Stanzstationen sowie des Vorstreckers von Warmformmaschinen	6
6.4	Schutzmaßnahmen bei Maschinen mit Ganzkörperzugang („begehbare Maschinen“)	10
6.5	Sicherheitstechnische Empfehlungen für Maschinen mit Teleskopschiebetüren („segmentierten Schutztüren“)	11
7	Schlussbemerkungen	12

1 Vorbemerkungen

Diese Schrift richtet sich sowohl an Betreiber als auch an Hersteller von Warmformmaschinen. Hersteller können die Veröffentlichung parallel oder ergänzend zur Norm anwenden.

Warmformmaschinen werden im allgemeinen Sprachgebrauch auch als „Tiefziehmaschinen“ oder „Thermoformmaschinen“ bezeichnet. Bei dieser Technologie handelt es sich um ein Verfahren zur Umformung thermoplastischer Kunststoffe unter Wärmeeinwirkung sowie mit Hilfe von Druckluft oder

Vakuum. Je nach Verfahren kommen als dünne Halbzeuge bis zu einer Dicke von etwa 1,5 mm Folien, ab ca. 1,5 mm Platten zum Einsatz.

In aller Regel werden Warmformmaschinen in Produktionslinien integriert. Die Zufuhr von Platten- oder Folienware wird in diesen Fällen voll- oder halbautomatisch vorgenommen. Die fertigen Formteile werden im Nachgang zum Verformungsprozess beispielsweise automatisch aus der Maschine herausgefördert, um dann ggf. ebenfalls automatisch gestapelt, gestanzt, palettiert, oder in anderer Weise gehandhabt zu werden.

In der betrieblichen Praxis sind Warmformmaschinen mit sehr unterschiedlichen Sicherheitsniveaus vorzufinden. Mit dieser Fachbereich-AKTUELL-Schrift sollen der Stand der Technik und die mögliche Umsetzung in die Praxis betrachtet werden. Häufig erkannte Manipulationen an Schutzeinrichtungen werden in dieser Schrift aufgezeigt. Die vorgestellten Sicherheitskonzepte reduzieren Manipulationsanreize und tragen zu einem sicheren Betreiben der Warmformmaschinen bei.

Zu beachtende Einschränkungen: Es werden nur Maßnahmen für mechanische Gefährdungen sowie Gefährdungen im Zusammenhang mit Absturzgefahren betrachtet. Von der Betrachtung ausgeschlossen sind insbesondere: Verbrennungsgefahren, Explosionsgefahren, elektrische Gefährdungen sowie Maßnahmen gegen die Gefährdungen durch Gefahrstoffe.

Die bestimmungsgemäße Verwendung und die Sicherheitskonzepte sind im Beschaffungsvorgang schriftlich zwischen dem Hersteller und dem Betreiber abzustimmen. Dann kann der Hersteller die Maschine auch für die spezifische Anwendung konform zur Maschinenrichtlinie (MRL) [1] herstellen. Dies gilt insbesondere beim Umgang mit Gefahrstoffen für die Maßnahmen zum Explosionsschutz und zur Vermeidung unzulässiger Expositionen (z. B. Kapselung, Anschlussstutzen für Absaugungen, Materialverträglichkeit).

2 Anwendungsbereich

Die beschriebenen Anforderungen gelten für Warmformmaschinen und deren Peripherieeinrichtungen, unabhängig von der Art der verarbeiteten Halbzeuge. Die in diesem Dokument beschriebenen Anforderungen können auf alle neuen und gebrauchten Warmformmaschinen angewendet werden.

Zu beachten ist, dass in dieser Veröffentlichung nicht auf alle Gefährdungen an Warmformmaschinen eingegangen wird. Bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung ist es daher erforderlich, dass auch die in dieser Veröffentlichung nicht genannten Themen beachtet werden.

3 Hinweise zur Verwendung dieser Veröffentlichung

Diese Fachbereich-AKTUELL-Schrift behandelt nur die sicherheitstechnischen Anforderungen für Warmformmaschinen. Das Umfeld der Maschinen, Wechselwirkungen mit anderen Maschinen etc. und die ergänzenden betriebspezifischen Maßnahmen (z. B. Unterweisung der Beschäftigten, Gefahren durch elektrostatische Aufladung) werden nicht abgehandelt.

Zu beachten sind dabei insbesondere folgende Gefährdungen, die in dieser Schrift nicht näher betrachtet werden:

- Mechanische Gefährdungen in weiteren Arbeitsbereichen
- Gefährdungen durch unbeabsichtigte Bewegungen in weiteren Arbeitsbereichen
- Gefährdungen durch unerwarteten Anlauf
- Gefährdungen durch ungeeignete Notfallmaßnahmen
- Gefährdung durch heiße Oberflächen
- Gefährdungen durch Lärm und Vibration
- Gefährdungen durch Einatmen gesundheitsgefährdender Stäube, Dämpfe oder Gase während des normalen Betriebs
- Gefährdungen durch ungeeignete Ergonomie
- Gefährdungen durch Lasereinrichtungen
- Peripheriegeräte

4 Rechtliche Betrachtungen

Die Sicherheitsanforderungen an Thermoformmaschinen sind in der europäisch harmonisierten arbeitsmittelspezifischen Norm DIN EN 12409 „Kunststoff- und Gummimaschinen – Warmformmaschinen – Sicherheitsanforderungen“, aktueller Stand vom Dezember 2011, [2] geregelt.

Eine allgemein zugängliche aktuelle Normenübersicht ist einzusehen unter:

<https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Gesetzlicheund-hoheitliche-Aufgaben/Produktsicherheitsgesetz/Normenverzeichnisse.html>

Die Unternehmerin bzw. der Unternehmer ist verpflichtet, die Sicherheit stetig zu verbessern, wobei sie bzw. er sich am Stand der Technik orientieren muss. Eine Anpassungspflicht für gebrauchte Maschinen besteht, wenn die Sicherheit für das Betreiben nicht ausreichend ist oder sich der Stand der Technik verändert und eine Überprüfung ergeben hat, dass eine Nachrüstung verhältnismäßig ist.

Allgemein gilt der Grundsatz, dass es keinen Bestandsschutz gibt und dass bei Nachrüstungen vom Stand der Technik nur abgewichen werden darf, wenn die Nachrüstung nicht verhältnismäßig ist und es mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist [3].

Bei den Sicherheitskonzepten sind alle Lebensphasen der Maschine, insbesondere der Normalbetrieb, das Rüsten, das Reinigen, die Störungsbehebung und die Wartung zu berücksichtigen.

Es gibt keinen Zwang, die sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung vollständig auf das Niveau der DIN EN ISO 13849-1:2016-06 [4] nachzurüsten. Bei Änderung von Schutzkonzepten sind entsprechend TRBS 1115 [5] die geänderten oder ergänzten Sicherheitsfunktionen neu zu bewerten und entsprechend dem Stand der Technik auszuführen.

Die in diesem Dokument dargelegten Anforderungen berücksichtigen die oben genannte Rechtslage. Es kann davon ausgegangen werden, dass die betreffenden Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung bei vollständiger Umsetzung der beschriebenen Anforderungen eingehalten sind. Andere Maßnahmen, die das gleiche Sicherheitsniveau erreichen, sind möglich.

5 Technische Definitionen – Baugruppen an Warmformmaschinen

Auf dem Markt ist eine große Vielfalt an unterschiedlichen Warmformmaschinen verfügbar. Je nach Verfahren kommen als dünne Halbzeuge bis zu einer Dicke von etwa 1,5 mm Folien, ab ca. 1,5 mm Platten zum Einsatz. Demzufolge werden die Maschinen in die Kategorien „Plattenmaschinen“ und „Rollenmaschinen“ unterteilt.

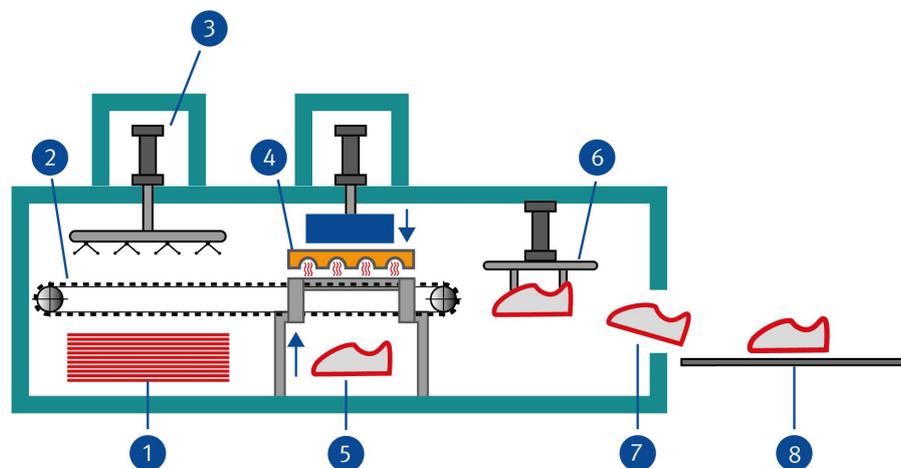
Warmformmaschinen setzen sich in aller Regel aus verschiedenen Baugruppen zusammen. Insbesondere kommen folgende Baugruppen in der Praxis zur Anwendung:

- Extruder zur Herstellung von Folien
- Folienabwickeleinrichtung und/oder Plattenzuführungseinrichtung
- Materialeinlauf
- Transporteinrichtung
- Heizung inklusive Vorheizung und Randheizung
- Beschickungs-/Einlegeeinrichtung für Komponenten
- Formstation
- Nachbearbeitungsstation
- Stapelstation
- Austragsstation
- Restfolienwickeleinrichtung
- Folienschneideinrichtung

5.1 Plattenmaschinen

Bei Plattenmaschinen erfolgt die Materialzuführung entweder von einer im Extruder produzierten Folienrolle, von einer gewickelten Folienrolle oder aus dem Plattenmagazin.

Plattenmaschine

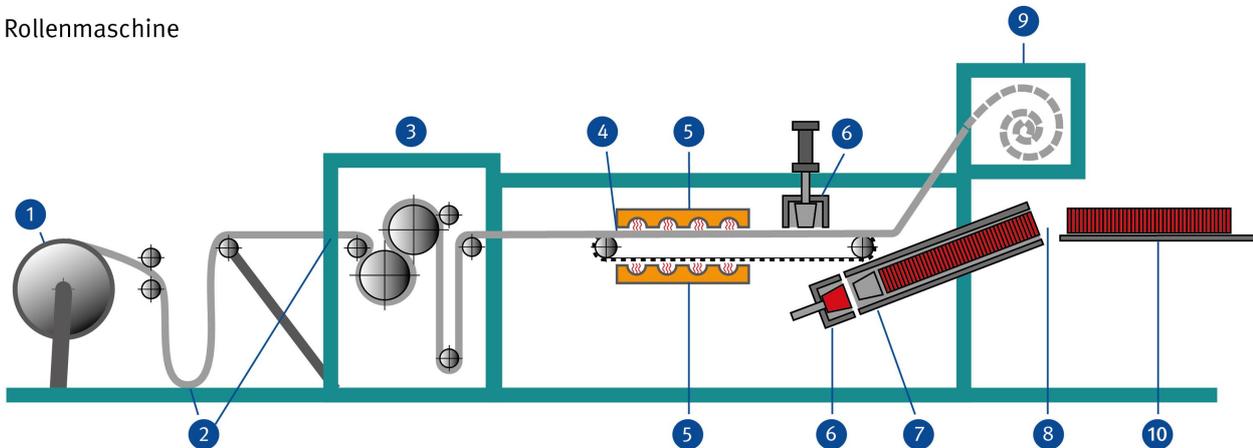


- | | |
|------------------------|--|
| 1 Plattenzuführung | 5 Formstation |
| 2 Transporteinrichtung | 6 Nachbearbeitungsstation z. B. Stanzstation |
| 3 Plattenhandling | 7 Austragsstation |
| 4 Heizstation | 8 Verpackungsstation und weitere Peripherie |

5.2 Rollenmaschinen

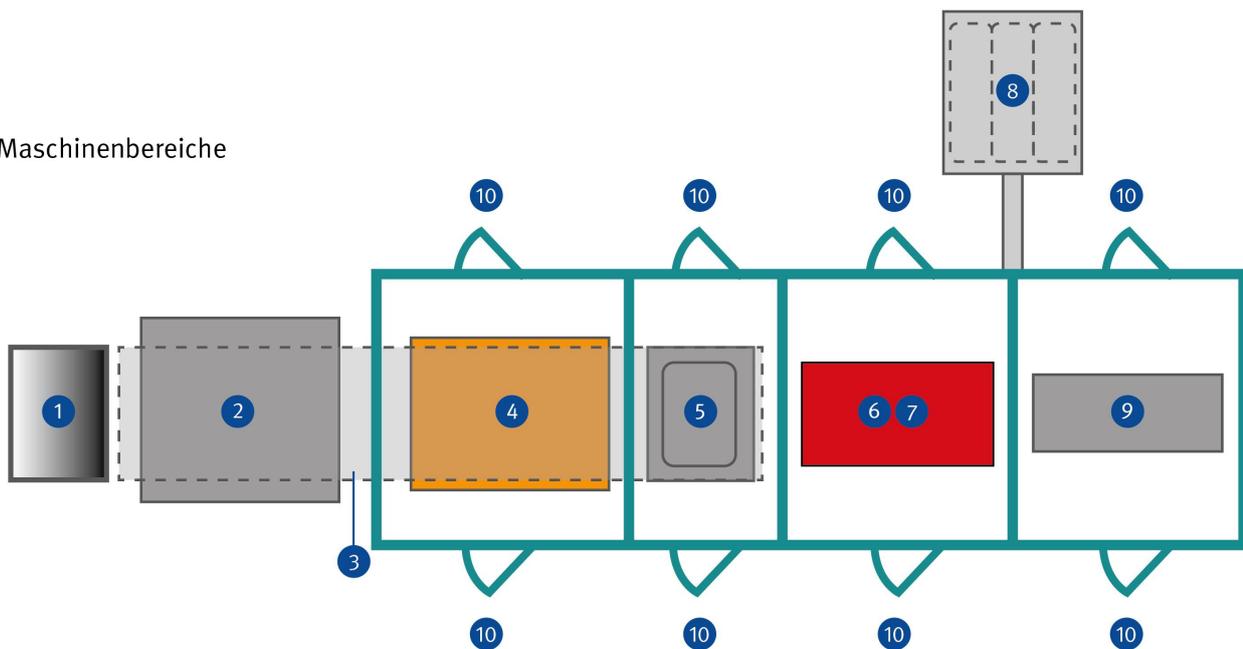
Bei Rollenmaschinen erfolgt die Materialzuführung von einer Folienrolle oder direkt aus der Folienherstellung (Extruder, Kalander). Es wird unterschieden in Anlagen für eine Kombination aus Formen und Nachbearbeiten (siehe Abbildung) und einem getrennten Prozess von Formen und Nachbearbeiten.

Rollenmaschine



- 1 Zuführung der Folienrollen
- 2 Puffer und Materialeinlauf
- 3 Vorheizung und ggf. Kalandrierung
- 4 Transporteinrichtung
- 5 Heizstation
- 6 Form- und Nachbearbeitungsstation bzw. Stanzstation
- 7 Stapelvorrichtung
- 8 Austragsstation
- 9 Folienmühle oder Aufwicklung der Folienreste
- 10 Verpackungsstation und weitere Peripherie

Maschinenbereiche



- 1 Zuführung der Folienrollen
- 2 Puffer und Materialeinlauf
- 3 Transportvorrichtung
- 4 Heizstation
- 5 Form- und Nachbearbeitungsstation bzw. Stanz-
- 6 stationStapelvorrichtung
- 7 Austragungsstation
- 8 Aufwicklung von Folienresten
- 9 Verpackungsstation und weitere Peripherie
- 10 Zugangstür, einzeln oder segmentiert

6 Sicherheitstechnische Anforderungen an Warmformmaschinen

Warmformmaschinen sind so zu konzipieren und zu gestalten, dass Gefahrenbereiche nicht zugänglich beziehungsweise nicht erreichbar sind. Diese Forderung kann zum Beispiel durch eine inhärent sichere Maschinenkonstruktion, durch feststehende bzw. bewegliche trennende Schutzeinrichtungen oder ähnliche Maßnahmen erreicht werden. Sicherheitsabstände müssen entsprechend der DIN EN ISO 13857:2020-04 [6] ausgeführt sein.

6.1 Schutz vor Gefährdungen durch Ausfälle bzw. Störungen

Es muss maschinenseitig sicher ausgeschlossen sein, dass es bei Ausfällen oder Störungen zu Gefährdungen der Beschäftigten kommt. Dies gilt insbesondere für:

- Gefährdungen durch Ausfall bzw. Störung des Steuerungssystems
- Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung
- Gefährdungen durch Ausfall bzw. Störung der pneumatischen Ausrüstung
- Gefährdungen durch Ausfall bzw. Störung der hydraulischen Ausrüstung.

6.2 Sicherer Aufstieg zu höher gelegenen Bereichen

Durch die Installation von festen Aufstiegshilfen, Podesten etc. kann es dazu kommen, dass Gefahrstellen von dieser Position aus erreicht werden können. Aus diesem Grunde ist sicherzustellen, dass von diesen Bereichen aus keine Gefahrenbereiche im Form-, Stanzbereich, Vorstrecker oder anderen Peripheriebereichen erreicht werden können.

Bei Bestandsmaschinen ist zu prüfen, ob Aufstiegshilfen, Podeste und dergleichen nachgerüstet werden können. Ist dies nicht der Fall, ist die Nutzung mobiler Aufstiegshilfen wie beispielsweise Hubsteiger oder Podest- oder Plattformleitern mit dreiseitigem Schutz vorzuschreiben, um die Absturzgefahr zu minimieren.

Die Nutzung von Leitern, Steigleitern, Podestleitern, etc. ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Der Transport von Werkzeugen oder anderen Gegenständen darf die sichere Nutzung von Leitern einschließlich Persönlicher Schutzausrüstungen gegen Absturz nicht beeinträchtigen.

Nach Möglichkeit sollten Stellen, die zu Wartungszwecken dienen (wie z. B. Schmiernippel) so gestaltet werden, dass sie ohne Aufsteigen (vom Hallenboden aus) erreicht werden können. Alternativ kann zur Erhöhung des Arbeitsschutzes und zur Reduzierung des Arbeitsaufwandes eine Zentralschmierung installiert werden.

6.3 Grundlegende sicherheitstechnische Anforderungen bei Einrichtarbeiten an Form- und Stanzstationen sowie des Vorstreckers von Warmformmaschinen

Das Sicherheitskonzept von Warmformmaschinen ist so zu gestalten, dass Einrichten, Umrüsten, „Teachen“, Fehlersuche, Störungsbeseitigung, Reinigung sowie Wartung und Instandhaltung entweder

- bei sicher stillgesetzter Maschine oder
- bei den im Produktionsbetrieb („Serienbetrieb“) wirksamen Sicherheitssystemen durchgeführt werden können. Es gelten die Grundsätze der DIN EN ISO 12100-2:2011-03 [7]. Ist dies nicht möglich, muss vom Hersteller eine Betriebsart „Einrichten“ vorgesehen werden.

6.3.1 Feststellungen aus der Praxis

In der Praxis ist oftmals festzustellen, dass insbesondere im Bereich der Form- bzw. der Stanzstation Manipulationen an Schutzeinrichtungen vorgenommen werden. Dies gilt sowohl für das Einrichten, die Störungsbeseitigung, als auch für den Serienbetrieb und stellt einen Unfallschwerpunkt bei dem Betrieb von Warmformmaschinen dar.

Manipulationen an Schutzeinrichtungen sind unzulässig und stellen einen Verstoß gegen geltendes Recht dar. Maschinen mit erkennbaren bzw. erkannten Manipulationen sind vom Betreiber unverzüglich stillzusetzen. Manipulationen können disziplinarische bzw. strafrechtliche Konsequenzen zur Folge haben.

Folgende Anreize können zum Umgehen der verriegelten Schutzeinrichtungen führen:

- Das Einrichten bei stillgesetzter Maschine ist aus prozesstechnischen Gründen oftmals nicht umsetzbar.
- Das Fehlen einer maschinenseitig vorgesehenen Betriebsart „Einrichten“.
- Abweichende Betriebsparameter (z. B. Bahngeschwindigkeit) im Einrichtbetrieb, die ein Nachjustieren für den Normalbetrieb erforderlich machen.
- Zeiteinsparung beim Einstellen der Parameter für Form- und Stanzeinheit.
- Verringerung des Materialverlustes.
- Manuelles Überprüfen, wie stark die Formteile noch mit der Grundfolie bzw. der Kunststoffplatte verbunden sind.
- Häufig notwendiges Nachstellen.
- Ergonomisch ungünstige Bedienbarkeit.

6.3.2 Erforderliche Maßnahmen zur Vermeidung von Manipulationsanreizen

Da beim Öffnen der vorderen Schutztüren immer die gesamte Maschine stillgesetzt wird, verlängert sich die Zeit des Einrichtens.

Die DIN EN 12409:2011-12 [2] beschreibt eine Alternative, welche auf einer Veränderung der Betriebsparameter (reduzierte Geschwindigkeit) beruht. Die bei reduzierter Geschwindigkeit gefundene Einstellung des Stanzhubs muss in aller Regel für den Produktionsbetrieb nachjustiert werden. Gleichwohl ist die im folgende beschriebene Lösung geeignet, den Manipulationsanreiz weiter zu reduzieren.

- Der Einbau eines abschließbaren Betriebsartenwahlschalters (BAWS), der eine Handsteuerung freigibt. Dieser Betriebsartenwahlschalter ist wie ein sicherheitsbezogenes Teil des Steuerungssystems zu konzipieren.
- In der Stellung „Einrichten“ des Betriebsartenwahlschalters wird die Verriegelung der vorderen Schutztür für die Formstation bzw. für die Stanze so verändert, dass jeweils nur die Formstation

bzw. die Stanze stillgesetzt werden, nicht jedoch die vor- und nachgeschalteten Einheiten. Voraussetzung dafür ist, dass keine Gefahrstellen erreichbar sind.

- Es ist sicherzustellen, dass die Betriebsart nicht ohne zusätzliche Schutzmaßnahme im laufenden Betrieb gewechselt werden kann.
- Es ist eine Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung nach DIN EN IEC 60947-5-8:2021-08 [8] erforderlich. Dabei handelt es sich um einen dreistufigen Taster, der vom Einrichter in der Hand gehalten wird und zum Einsatzort mitgenommen werden kann. In der Mittelstellung des dreistufigen Tasters wird eine Bewegung freigegeben. Beim Loslassen oder Durchdrücken des Schalters wird eine Stillsetzung der Bewegung erreicht. Um einen unterbrechungsfreien Betrieb zu ermöglichen, ist es zulässig, die Zugangstür während des laufenden Betriebs bei ausreichend reduzierter Geschwindigkeit zu öffnen. Grundvoraussetzung dafür ist, dass der Stanzhub unterbrochen wird und der dreistufige Taster in Mittelstellung durch den Einrichter vor dem Öffnen der Tür gedrückt wird. Dieser Vorgang darf ausschließlich von besonders qualifizierten Personen durchgeführt werden. Alternativ kann eine Zweihandschaltung nach DIN EN 13851:2019-11, Typ III C [9] verwendet werden.
- Der Zugang zu Gefahrbereichen benachbarter Baugruppen muss durch geeignete Maßnahmen wie z. B. feststehende oder bewegliche trennende Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 14120:2016-05 [10] sicher verhindert sein.
- Die Anzahl der gefahrbringenden Bewegungen ist bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen auf eine zu reduzieren.
- So weit möglich, ist nach der Stanze ein horizontaler Freiraum von mindestens 800 mm vorzusehen. Es ist dann bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung möglich, die Verbindung der fast ausgestanzten Formteile mit der Grundfolie zu prüfen.
- In der Stellung „Einrichten“ darf die der Stanzstation nachfolgende Stapleinrichtung keine gefahrbringende Bewegung mehr ausführen.
- Bei geöffneter verriegelter trennender Schutzeinrichtung kann der Zugriff zu Gefahrstellen im Auslaufbereich der Stanze auch durch sich automatisch sich einstellende trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden. Diese automatische Verstellung muss sich an der Formteilgröße orientieren und vom Einrichter auf die richtige Größe überprüft werden. Hierzu ist es ausreichend, wenn die in der SPS hinterlegten Daten für die Formteilgröße herangezogen werden
- Ein Zugriff zur Stanze darf von der Frontseite bei geöffneter trennender Schutzeinrichtung (die durch den Betriebsartenwahlschalter unwirksam ist) nicht möglich sein.
- Bei geöffneter Schutzeinrichtung (vordere Schutztür) erreichbare Auflaufstellen, die sich durch den Folientransport ergeben, müssen durch Schutzeinrichtungen wie Füllstücke gegen Eingriff gesichert sein.
- Bei Folienbreiten von mehr als 850 mm sind zusätzlich Aufstiegshilfen (z. B. ausklappbare Tritte) vorzusehen, um die manuellen Überprüfungen auch im hinteren Bereich durchführen zu können.
- Falls auch Manipulationsanreize beim Einstellen der Formstation bzw. des Stanzhubs vorliegen, müssen ggf. weitere Maßnahmen umgesetzt werden.

Über die vorstehend beschriebenen technischen Maßnahmen hinaus ist es von grundsätzlicher Bedeutung, die in der Praxis erprobten und bewährten Betriebsparameter zu dokumentieren. Der Ablauf der Einrichtarbeiten ist herstellerseitig in der Betriebsanleitung festzulegen. Der Betreiber hat auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung schriftliche Betriebsanweisungen zu erstellen. Die Betriebsanweisungen sind stets zu optimieren. Weiterhin ist es erforderlich, die einrichtenden

Personen entsprechend zu qualifizieren. Dafür ist es erforderlich, dass den Beschäftigten die Prozesse im Detail bekannt sind.

Da die in diesen Empfehlungen aufgeführten sicherheitstechnischen Verbesserungen die Sicherheit maßgeblich erhöhen und sie keine Härte darstellen, wird die Nachrüstung für alle Maschinen, die regelmäßig (mehrfach die Woche) umgerüstet werden, als notwendig eingestuft.

6.3.3 Sicherheitskonzepte mit berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS)

Sicherheitskonzepte mit Berührungslos Wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS) haben sich insbesondere bei Plattenmaschinen bewährt.

Es gelten die gleichen Anforderungen wie vorstehend beschrieben, wobei die Funktion der sich automatisch einstellenden trennenden Schutzeinrichtung durch eine Berührungslos Wirkende Schutzeinrichtung (BWS) übernommen wird. Bei der Anbringung der BWS sind folgende Punkte zu beachten:

- die BWS wird erst durch den Betriebsartenwahlschalter (BAWS) in der Stellung „Einrichten“ aktiviert
- das Schutzfeld der BWS wird nur aktiviert, wenn der Stanzhub durch die Steuerung eingeleitet wird (d. h. es wird nur die Schließbewegung gesichert, wodurch ein kontinuierlicher Ein-richtbetrieb der Maschine ermöglicht wird)
- die mit der Öffnungsbewegung der Stanze verbundenen Gefahrstellen müssen durch trennende Schutzeinrichtungen gesichert werden
- der Sicherheitsabstand der BWS ist gemäß DIN EN 13855:2010-10 [11] festzulegen, falls dies nicht erreichbar ist, sind folgende Abweichungen zulässig:
 - als Annäherungsgeschwindigkeit kann 1600 mm/s zu Grunde gelegt werden,
 - zusätzlich darf der nach DIN EN 13855:2010-10 [11] (mit 1600 mm/s) berechnete Sicherheitsabstand um 100 mm verringert werden, wenn der Nachlaufweg nicht mehr als 20 mm beträgt. Der Sicherheitsabstand muss aber mindestens 200 mm betragen.

6.3.4 Schutzmaßnahmen bei Maschinen mit Ganzkörperzugang („begehbare Maschinen“)

Für die Verpackung von Lebensmitteln werden häufig Thermoform Füll- und Verschließmaschinen, nachfolgend kurz als „Tiefziehmaschinen“ bezeichnet, verwendet. Elektrisch oder pneumatisch angetriebene Hubwerke in diesen Maschinen heben und senken das Form-, Siegel- oder Schneidwerkzeug, das unter Anwendung von Wärme eine Schale für die Aufnahme des Produktes formt. An diesen Hubwerken existieren Scher-, Quetsch- und Einzugsgefährdungen mit der möglichen Folge schwerwiegender Verletzungen bis hin zu Amputationen.

Die Analyse des Unfallgeschehens zeigt, dass Unfälle häufig durch Arbeiten bei geöffneten seitlichen Schutzeinrichtungen verursacht werden, da z. B. Fehlersuche oder Störungsbeseitigung im Bereich der Hubwerke [aufgrund geschlossener Edelstahlabdeckungen] oft nicht bei geschlossenen Schutzeinrichtungen durchgeführt werden können

Da die Bedienpersonen bei diesen Tätigkeiten durch gefährliche Bewegungen verletzt werden können, müssen für den Betrieb mit offenen Schutzeinrichtungen Maßnahmen zur Risikoreduzierung getroffen werden.

Basierend auf den gesetzlichen und normativen in Normen beschriebenen Anforderungen beschreibt die Veröffentlichung **Fachbereich AKTUELL FBNG-018** [12] Maßnahmen zur Risikoreduzierung durch die Anwendung der Betriebsart „Tippbetrieb“ bei offenen Schutzeinrichtungen. Darüber hinaus werden Informationen für die technische Umsetzung dieser Betriebsart bei unterschiedlichen Antriebstechnologien gegeben.

6.4 Schutzmaßnahmen bei Maschinen mit Ganzkörperzugang („begehbare Maschinen“)

Im Rahmen der Risikobeurteilung ist beim Hersteller zu prüfen, ob ein Ganzkörperzugang zu Gefahrbereichen möglich ist. Dies ist zudem durch den Betreiber in einer Gefährdungsbeurteilung zu überprüfen. Hilfestellung dazu bieten beispielsweise die DGUV Information 213-054 [13] und die Norm DIN EN ISO 13857 [6]. Zu betrachten ist der Zugang zu Gefahrbereichen, die von trennenden oder nicht trennenden (z. B. sensitiv bzw. berührungslos wirkend) Schutzeinrichtungen umschlossen sind.

Der Zugang zu einem Gefahrbereich muss durch eine der folgenden Schutzmaßnahmen überwacht werden:

- Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 14120:2016-05 [10] oder, falls nach den Auswahlkriterien der DIN EN ISO 14119:2014-03 [14] erforderlich, verriegelte trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung nach DIN EN ISO 14120:2016-05 [10]. Für die sicherheitsbezogenen Teile des Steuerungssystems gilt, PLr 'd' nach DIN EN ISO 13849:2016-06 [4].
- Das Öffnen der verriegelten trennenden Schutzeinrichtung muss die gefahrbringenden Bewegungen rechtzeitig stillsetzen. Wenn mit gefährlichem Nachlauf zu rechnen ist, muss eine Zuhaltung der Schutzeinrichtung vorgesehen werden.
- Sensitive Schutzeinrichtungen (z.B. eine Schaltmatte) nach DIN EN ISO 12100:2011-03 [7] und PLr 'd' nach DIN EN ISO 13849:2016-06 [4], müssen so angeordnet sein, dass die Gefährdung eliminiert ist, bevor der Zugang möglich ist (siehe DIN EN ISO 13855:2010-10 [11]). Dies bedeutet, dass das Auslösen der sensitiven Schutzeinrichtungen die gefahrbringenden Bewegungen rechtzeitig stoppen muss.
- Falls der Zugang nicht mehr als einmal pro Woche erforderlich ist (z. B. für Wartungsarbeiten), sind feststehende, trennende Schutzeinrichtungen nach DIN EN ISO 14122:2016-05 [15] vorzusehen.
- Ein Quittierschalter ist vorzusehen, dabei müssen folgende ergänzende Anforderungen erfüllt sein:
 - Der Quittierschalter ist ein sicherheitsbezogenes Teil des Steuerungssystems und muss entsprechend des Schutzkonzeptes und der Anforderungen der DIN EN ISO 13849:2023-12 [4] ausgeführt und in die Steuerung eingebunden sein.
 - Eine Fehlfunktion des Quittierschalters darf nicht zum Ausfall einer Sicherheitsfunktion führen.
 - Quittierschalter müssen direkt an den Zugangspunkten zum Gefahrbereich angeordnet sein.
 - Der Schalter muss von der den Gefahrbereich verlassenden Person betätigt werden, bevor der Startbefehl durch einen separaten Schalter gegeben werden kann.
 - Es darf nicht möglich sein, den Quittierschalter vom Gefahrbereich aus zu betätigen.
 - Vom Quittierschalter aus muss ein freier Blick auf den Gefahrbereich gewährleistet sein.
 - Falls kein freier Blick auf den Gefahrbereich möglich ist, müssen mehrere Quittierschalter oder Einrichtungen zur Erkennung von Personen (z. B. Schaltmatten) vorgesehen werden.

Ein Quittierschalter ist unter folgenden Bedingungen nicht erforderlich:

- Wenn seine Funktion durch eine Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfersystem gemäß DGUV Information 202-087 [16] („Auswahl und Anbringung von Schlüsseltransfersystemen“) übernommen wird.
- Wenn innerhalb der Umzäunung eine wirksame Aufenthaltserkennung gegeben ist. Dies ist gewährleistet, wenn die Aufenthaltsüberwachung nicht umgangen werden kann, ausreichendes Auflösungsvermögen besitzt und der vollständige Gefahrenbereich erfasst wird. Dies kann z. B. erreicht werden durch:
 - druckempfindliche Schutzeinrichtungen, wie z. B. eine Schaltmatte nach DIN EN ISO 13856-1:2013-08 [17].
 - berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen wie z. B. Laserscanner nach DIN EN IEC 61496-1:2021-06 [18] sowie DIN EN IEC 61496-3:2019-10 [19].

6.5 Sicherheitstechnische Empfehlungen für Maschinen mit Teleskopschiebetüren („segmentierten Schutztüren“)

An größeren Warmformmaschinen werden zur besseren Erreichbarkeit der Maschinenbereiche häufig Teleskopschiebetüren verwendet. Bei diesen segmentierten Schutztüren werden die mittleren Türelemente durch „Mitnehmer“ geöffnet bzw. geschlossen, sobald die äußeren Türen bewegt werden.

In der Praxis ist des Öfteren festzustellen, dass die Mitnehmer der mittleren Schutztüren außer Kraft gesetzt werden. Wenn nur die äußeren Türen in der Sicherheitssteuerung der Maschinen durch Endschalter eingebunden sind, können die dazwischen liegenden Segmente geöffnet werden, ohne dass die Sicherheitsfunktion („Nothalt“) der Maschine einsetzt. Hierbei handelt es sich um eine Manipulation der Schutzeinrichtung, der Eingriff in bzw. der Zugang zu Gefahrenbereichen ist möglich.

Die Teleskopschiebetüren sowie deren „Mitnehmer“ sind ein essentieller Bestandteil des Schutzkonzepts der Maschine, weshalb an diese Bauteile besondere Anforderungen zu stellen sind.

Folgende Maßnahmen sind beim Betrieb von Maschinen mit Teleskopschiebetüren („segmentierten Schutztüren“) erforderlich:

- Die Mitnahme aller Türen muss zwangsläufig erfolgen. Dies kann z.B. durch ineinandergreifende Konstruktionen („inhärent sichere Konstruktion“) erfolgen.
- Werden „Mitnehmer“ verwendet, sind diese unlösbar mit der Schutztür zu verbinden. Dies kann durch Verschweißen, die Verwendung von Nieten, unlösbaren Schrauben, etc. erfolgen.
- Die einfache Verwendung von Maschinenschrauben (z. B. Innensechskantschrauben) ist nicht zulässig.
- Wenn die aufgeführten Maßnahmen nicht realisierbar sind, müssen alle Segmente der Teleskopschiebetür einzeln abgefragt werden. Die Ausführung der Abfrage muss dem Schutzniveau der vorderen Schutztür PLr 'd' nach DIN EN ISO 13849-1:2016-06 [4] entsprechen.

7 Schlussbemerkungen

Die in dieser Fachbereich-AKTUELL-Schrift beschriebenen Sicherheitskonzepte lösen keine Vermutungswirkung aus, wonach die Maschinenrichtlinie bei vollständiger Umsetzung aller Anforderungen eingehalten ist. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bei Einhaltung der Anforderungen ein hohes Maß an Sicherheit erreicht ist.

Folgende Ziele sind daher mit dieser Information nicht erreichbar:

- *die Vermutungswirkung auf Einhaltung der Maschinenrichtlinie (MRL),*
- *eine verbindliche Interpretation der MRL.*

Trotzdem ist anzumerken, dass die Beschlüsse von Fachgremien im Streitfall vor Gericht beachtet und bewertet werden und sich insoweit positiv auswirken.

Bei vollständiger Umsetzung der Anforderungen aus diesen Empfehlungen für Gebrauchsmaschinen kann davon ausgegangen werden, dass die Betriebssicherheitsverordnung in Bezug auf mechanische Gefährdungen eingehalten wird und dass die Nachrüstverpflichtungen aus dem Arbeitsschutzgesetz und der Betriebssicherheitsverordnung eingehalten sind.

Anlage 1: Bildanhang



Bild 1: Fest installierte trennende Schutzeinrichtung im rückwärtigen Bereich der Warmformmaschine



Bild 2: Verriegelte Türen an der automatisierten Plattenzufuhr

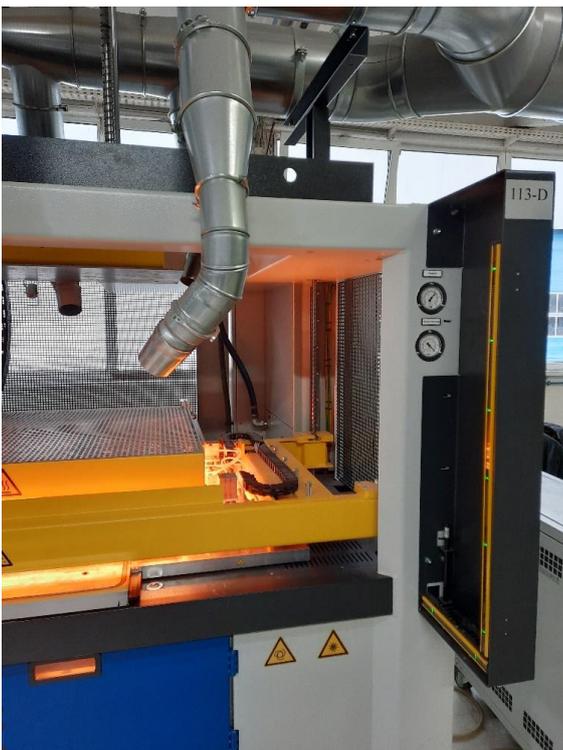


Bild 3: Bedienseite mit sensibler Schutzeinrichtung („Lichtvorhang“)



Bild 4: Austragsseite mit sensibler Schutzeinrichtung („Lichtvorhang“)

Literaturverzeichnis

- [1] „EG-Maschinenrichtlinie“ (MRL) 2006/42/EG mit der am 25. November 2009 veröffentlichten Richtlinie 2009/127/EG“.
- [2] DIN EN 12409:2011-12: „Kunststoff- und Gummimaschinen – Warmformmaschinen – Sicherheitsanforderungen“.
- [3] EmpfBS 1114 „Empfehlungen zur Betriebssicherheit, Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“.
- [4] DIN EN ISO 13849:2023-12 „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“.
- [5] TRBS 1115 „Technische Regel für Betriebssicherheit, sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen“.
- [6] DIN EN ISO 13857:2020-0: „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“.
- [7] DIN EN ISO 12100:2011-03 „Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 2: Technische Leitsätze“.

- [8] DIN EN IEC 60947-5-8 VDE 0660-215:2021-08 „Niederspannungsschaltgeräte, Teil 5-8: Steuergeräte und Schaltelemente – Drei-Stellungs-Zustimmschalter“.
- [9] DIN EN ISO 13851:2019-11, Typ III C „Sicherheit von Maschinen - Zweihandschaltungen - Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze“.
- [10] DIN EN ISO 14120:2016-05 „Sicherheit von Maschinen - Trennende Schutzeinrichtungen - Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen“.
- [11] DIN EN ISO 13855:2010-10 „Sicherheit von Maschinen - Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen“.
- [12] Fachbereich AKTUELL FBNG-018 „Schutzmaßnahmen für Arbeiten an Tiefziehmaschinen – Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen““.
- [13] DGUV Information 213-054 „Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ (Merkblatt T 008 der BG RCI).
- [14] DIN EN ISO 14119:2014-03 „Sicherheit von Maschinen - Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen - Leitsätze für Gestaltung und Auswahl“.
- [15] DIN EN ISO 14122:2016-10 „Sicherheit von Maschinen - Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen - Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs und allgemeine Anforderungen“.
- [16] DGUV Information 202-087 „Auswahl und Anbringung von Schlüsseltransfersystemen“.
- [17] DIN EN ISO 13856-1:2013-08 „Sicherheit von Maschinen - Druckempfindliche Schutzeinrichtungen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalmatten und Schaltplatten“.
- [18] DIN EN IEC 61496-1:2021-06 „Sicherheit von Maschinen - Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen“.
- [19] DIN EN IEC 61496-3:2019-10 „Sicherheit von Maschinen - Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen - Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflexion nutzende Schutz-einrichtungen (AOPDDR)“.

Bildnachweis

Die gezeigten Fotos wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Dr. Karl Gert Fischer GmbH & Co. KG, Zum Alten Wasserwerk 31-33, 51491 Overath

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Kunststoffindustrie

im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie
der DGUV www.dguv.de

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie ist die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie] der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUELL haben mitgewirkt:

- Sachgebiet „Kunststoffindustrie“ im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie
- Sachgebiet „Maschinen, Robotik und Fertigungsautomation“ im Fachbereich Holz und Metall
- Sachgebiet „Maschinen der chemischen Industrie“ im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie
- Dr. Fischer Kunststofftechnik GmbH & Co. KG