

Schutzmaßnahmen für Arbeiten an Tiefziehmaschinen – Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“

Sachgebiet Verpackung

Stand: 01.09.2023

Thermoform-Füll- und Verschleißmaschinen, nachfolgend kurz als „Tiefziehmaschinen“ bezeichnet, werden unter anderem für das Verpacken von Lebensmitteln wie Wurst, Fleisch oder Käse verwendet.¹ Elektrisch oder pneumatisch angetriebene Hubwerke in diesen Maschinen heben und senken das Formwerkzeug, das unter Anwendung von Wärme eine Schale für die Aufnahme des Produktes formt. Anschließend wird die Schale verschlossen und abgetrennt. An diesen Hubwerken existieren Scher-, Quetsch- und Einzugsgefährdungen mit der möglichen Folge schwerwiegender Verletzungen bis hin zu Amputationen. Daher werden für diese Hubwerke in der Regel trennende Schutzeinrichtungen verwendet.

Die Analyse des Unfallgeschehens zeigt aber, dass Unfälle häufig bei Arbeiten bei geöffneten seitlichen Schutzeinrichtungen auftreten, da z. B. Fehlersuche oder Störungsbeseitigung im Bereich der Hubwerke 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 geöffneten Schutzeinrichtungen Maßnahmen zur Risikoreduzierung getroffen werden.

Basierend auf den gesetzlichen und in Normen beschriebenen Anforderungen beschreibt diese Fachbereich AKTUELL die Maßnahmen zur Risikoreduzierung durch die Anwendung der Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“. Darüber hinaus werden Informationen für die technische Umsetzung dieser Betriebsart bei unterschiedlichen Antriebstechnologien gegeben.

Inhaltsverzeichnis

1	Gesetzliche und normative Anforderungen	2
2	Schutzkonzept für den Tippbetrieb bei Tiefziehmaschinen	2
2.1	Anforderungen an die Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ unabhängig von der Antriebsart.....	3
2.2	Anforderungen für unterschiedliche Antriebsarten von Hubwerken.....	6
3	Anforderungen an die Benutzerinformation	7
4	Schlussbemerkung	7

¹ Abzugsgrenzen hiervon sind Warmformmaschinen. Anforderungen an diesen Maschinentyp sind der Publikation des Sachgebiets Kunststoffindustrie im DGUV Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie zu entnehmen: Fachbereich AKTUELL FBRCI-026 „Sicherheitsanforderungen an Warmformmaschinen“.

1 Gesetzliche und normative Anforderungen

Für das Inverkehrbringen von Tiefziehmaschinen gilt die Maschinenrichtlinie [2]. Diese fordert in Anhang I, Abschnitt 1.2.5:

„Ist für bestimmte Arbeiten ein Betrieb der Maschine bei geöffneter oder abgenommener trennender Schutzeinrichtung und/oder ausgeschalteter nichttrennender Schutzeinrichtung erforderlich, so sind der entsprechenden Stellung des Steuerungs- und Betriebsartenwahlschalters gleichzeitig folgende Steuerungsvorgaben zuzuordnen:

- Alle anderen Steuerungs- oder Betriebsarten sind nicht möglich;
- der Betrieb gefährlicher Funktionen ist nur möglich, solange die entsprechenden Befehlseinrichtungen betätigt werden;
- der Betrieb gefährlicher Funktionen ist nur unter geringeren Risikobedingungen möglich, und Gefährdungen, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, werden ausgeschaltet;
- der Betrieb gefährlicher Funktionen durch absichtliche oder unabsichtliche Einwirkung auf die Sensoren der Maschine ist nicht möglich.

Können diese vier Voraussetzungen nicht gleichzeitig erfüllt werden, so muss der Steuerungs- oder Betriebsartenwahlschalter andere Schutzmaßnahmen auslösen, die so angelegt und beschaffen sind, dass ein sicherer Arbeitsbereich gewährleistet ist.“

Eine Umsetzung dieser Anforderungen kann erfolgen, indem die Maschine über eine Betriebsart "Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen" verfügt.

Die Anforderungen der Maschinenrichtlinie werden für Tiefziehmaschinen in der europäischen Norm EN 415-3:2021 [3] konkretisiert. Diese verweist in Abschnitt 4.1.2.8 „Aufgaben, bei denen die trennenden Schutzeinrichtungen geöffnet sein müssen, während Maschinenteile bewegt werden“ auf EN 415-10:2014 [4], Abschnitt 5.16.3. Die dort gestellten Anforderungen werden nachfolgend erläutert.

Gemäß Betriebssicherheitsverordnung [1] darf der Arbeitgeber für die Beschäftigten nur solche Maschinen bereitstellen, die der Maschinenrichtlinie entsprechen und/oder die Gesundheit der Beschäftigten nicht gefährden. Daher muss er bei Erkennen einer Gefährdung, unabhängig vom Zustand der Maschine beim Erwerb, Maßnahmen nach dem Stand der Technik ergreifen, um das Risiko für die Beschäftigten so gering wie möglich zu halten. Die oben genannten Normen sind hilfreich und werden bei den nachfolgenden Erläuterungen berücksichtigt.

2 Schutzkonzept für den Tippbetrieb bei Tiefziehmaschinen

Die normativen Schutzkonzepte für diese Maschinen sehen im Bereich der Hubwerke verriegelte trennende Schutzeinrichtungen vor. Dies ist der Stand der Technik und bei der Risikobeurteilung zu beachten.

Die Mehrheit der Maschinenhersteller verwendet geschlossene Edelstahlverkleidungen. Dies berücksichtigt die Belange von Hygiene und Produktschutz. In der Folge ist eine Beobachtung von Maschinenbewegungen, u. a. zur Störungsanalyse, erschwert. Daher besteht für derartige Tätigkeiten die Notwendigkeit, die Schutzeinrichtungen zu öffnen.

Das Arbeiten bei geöffneten Schutzeinrichtungen ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen stellt ein nicht tolerierbares Risiko dar. Für Tätigkeiten, bei denen sich nicht vermeiden lässt, mit geöffneten Schutzeinrichtungen zu arbeiten, muss ein Paket an Maßnahmen getroffen werden, um das Verletzungsrisiko so gering wie möglich zu halten.

Das Unfallgeschehen zeigt auch, dass für diese Tätigkeiten Schutzeinrichtungen manipuliert werden. In der Folge kommt es zu Unfällen mit teilweise schweren Verletzungen. Ziel des Schutzkonzeptes ist es daher, diese Arbeiten ohne Manipulation der Schutzeinrichtungen ausführen zu können.

Diese Fachbereich AKTUELL beschreibt eine Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“, die eine angemessene Risikoreduktion für Tätigkeiten sicherstellt, bei denen vorübergehend Schutzeinrichtungen geöffnet sein müssen.

Für die Realisierung dieser Betriebsart wird in der Regel ein zusätzliches handbetätigtes Befehlsgerät verwendet, das mit einer Zustimmungseinrichtung (Zustimmungsschalter) und einem oder mehreren Tipptastern (Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung) ausgestattet ist.

Gleichwohl besteht bei dieser Betriebsart ein höheres Risiko, als wenn bei geschlossenen Schutzeinrichtungen gearbeitet wird. Ein hohes Risiko entsteht z. B. an den Kurbelwellen der Hubwerke, die sich in ganzen Umdrehungen kreisförmig oder aber in Kreisabschnitten hin- und herbewegen. Ein durch Pleuel verbundenes Werkzeug kann sich dabei in höchster Position vor, im oder hinter dem oberen Totpunkt des Kurbelwellenantriebs befinden und sich bei einem nicht sicheren Halt gegebenenfalls unkontrolliert bewegen.

2.1 Anforderungen an die Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ unabhängig von der Antriebsart

2.1.1 Allgemeine Anforderungen für den Tippbetrieb

Schutzeinrichtungen, die für den Tippbetrieb nicht geöffnet werden müssen, müssen aktiv bleiben.

Gefahrbringende Bewegungen von Bauteilen, die für die Arbeitsaufgabe nicht erreicht bzw. beobachtet werden müssen, müssen durch zusätzliche lokale Schutzeinrichtungen gesichert sein, z. B. müssen Kettentriebe und Zahnräder abgedeckt sein.

Maßnahmen zur Befreiung von Personen müssen auch in der Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ vorhanden und wirksam sein.

Die durch den Tippbetrieb ausgelösten Bewegungen müssen für die Bedienerperson logisch und vorhersehbar sein, um die Gefährdung besser einschätzen zu können. Dazu gehört z. B. auch, dass die Anordnung der Betätiger für die Tippifunktion mit der Bewegungsrichtung des Hubwerks übereinstimmt.

2.1.2 Auswahl der Betriebsart Tippbetrieb

Die Wahl der Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ muss durch einen Betriebsartenwahlschalter erfolgen, der nur mit Schlüssel oder Passwort oder Benutzer-Chip betätigt werden kann, um die Beschränkung auf einen hierfür qualifizierten Personenkreis zu gewährleisten.

Mechanische Betriebsartenwahlschalter müssen in allen Stellungen abschließbar gestaltet sein. Der Schlüssel muss sich in allen Positionen abziehen lassen.

2.1.3 Einbindung des Tippbetriebs in die Steuerung

Der Automatikbetrieb muss während der Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ verhindert sein.

Das Umschalten der Betriebsart darf nicht zu einer Gefährdung führen, z. B. durch unerwarteten Anlauf der Maschine.

Die Umschaltung der Betriebsart darf in der unsicheren Steuerung erfolgen, solange die verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen geschlossen sind (und damit die Gefahrstellen nicht erreicht werden können) und der Zustand der Schutzeinrichtungen durch eine Sicherheitsfunktion überwacht wird.

Tipp-Bedienelemente dürfen nur aktiv sein, wenn die Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ ausgewählt ist.

Gefährliche Bewegungen dürfen im Tippbetrieb erst nach Betätigen des Zustimmungstasters möglich sein. Diese Sicherheitsfunktion muss auf Grund der möglichen Verletzungsschwere sowie der räumlichen Nähe zur Gefahrstelle und mangelnden Möglichkeit zur Vermeidung des Schadens in Performance Level PL=d (nach EN ISO 13849-1:2015 [5]) ausgeführt sein.

Zusätzlich müssen Betätiger für die Tipp-Funktion(en) vorhanden sein. Die Funktion der Betätiger braucht nicht sicherheitsgerichtet verarbeitet zu werden.

Ein Ausfall oder Abschalten der Energie während des Tippbetriebs soll zu keiner Gefährdung führen.

2.1.4 Ortsbindung der Person während des Tippbetriebs

Die Zustimmungseinrichtung muss so gestaltet sein, dass die Bedienperson während des Tippbetriebs alle ungesicherten Gefahrstellen einsehen kann, z. B. indem sie gezwungen ist, sich während des Tippbetriebs in dem Bereich der Öffnung der Schutzeinrichtung aufzuhalten, die für diese Tätigkeit geöffnet ist. Die Betätigungseinrichtungen müssen so gestaltet sein, dass Zustimmungseinrichtung und Betätiger für die Tippfunktion von einer Person zu bedienen sind.

Diese Ortsbindung kann gewährleistet werden, indem die Bedienelemente am Maschinenrahmen fest angebracht werden. Bei beweglichen Betätigungseinrichtungen wird die Ortsbindung z. B. gewährleistet durch:

- Einsatz von RFID zur Erkennung der Position der Betätigungseinrichtung oder
- Einsatz von Kurzstreckenfunk zur Erkennung der Position der Betätigungseinrichtung bei funkbasierter Betätigungseinrichtung oder
- Begrenzung der Kabellänge (bei einer kabelgebundenen Betätigungseinrichtung).

2.1.5 Ortsbindung der Hände während des Tippbetriebs

Bei der Gestaltung der Ortsbindung wird davon ausgegangen, dass es im Rahmen der Störungsanalyse kein vernünftigerweise vorhersehbares Verhalten ist, dass die Betätigungseinrichtung in den Gefahrenbereich eingebracht und gleichzeitig bedient wird.

Die Ortsbindung der Hand an der Betätigungseinrichtung ist in der Regel ausreichend, wenn risikoreduzierende Maßnahmen, wie z. B. Langsamlauf/Schrittschaltung, umgesetzt sind.

Können diese risikoreduzierenden Maßnahmen nicht angewandt werden, ist auch die Bindung der zweiten Hand erforderlich. Dies gilt insbesondere dann, wenn die maximale Nachlaufzeit der ausgeführten Bewegung der Hubwerke mehr als 0,2 s beträgt oder die Maximalgeschwindigkeit der ausgeführten Bewegung des am schnellsten bewegten Teils der Hubwerke (z. B. Bahngeschwindigkeit der Kurbel) größer als 250 mm/s ist.

Falls eine Bindung der zweiten Hand erforderlich ist, muss grundsätzlich eine Zweihandschaltung nach DIN EN ISO 13851:2019 [6] verwendet werden. Alternativ kann eine Zweihandbindung auch dadurch erzeugt werden, dass eine Hand durch einen 3-Stufen-Zustimmungstaster und die andere Hand durch einen fest installierten 2-Stufen-Zustimmungstaster gebunden ist. Zur Vermeidung der Betätigung mit nur einer Hand müssen beide Taster so angeordnet sein, dass eine gleichzeitige Betätigung nicht ohne die Verwendung beider Hände möglich ist (z. B. räumlich getrennte Anordnung).

In diesem Fall sind zur Verhinderung der dauerhaften Betätigung des zweiten Zustimmungstasters alle folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- Das Einleiten eines neuen Startbefehls ist nur nach Lösen beider Taster und erneuter Betätigung möglich und
- beide Taster sind flankenüberwacht und
- die Dauer eines Tippzyklus ist auf eine angemessene Zeit begrenzt, z. B. auf 30 s.

2.1.6 Anforderungen an den Not-Halt bei Tippbetrieb

Im Gefahrenbereich, in dem mit Tippbetrieb gearbeitet wird, dürfen beim Auslösen der Not-Halt-Funktion keine gefährlichen Bewegungen ausgelöst werden. Das heißt, unabhängig davon, ob der Tipptaster gedrückt ist oder nicht, darf es beim Auslösen der Not-Halt-Funktion nicht zu unerwarteten gefährlichen Bewegungen kommen, z. B. zum Absenken der Hubwerke durch Entlüften. Daher kann die Not-Halt-Funktion an einem Hubwerk während des Normalbetriebs eine andere Auswirkung haben als während der Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“.

Ein Not-Halt muss ausgelöst werden durch:

- Durchdrücken des 3-Stufen-Zustimmungstasters oder
- Betätigen einer Not-Halt-Befehlseinrichtung der Maschine.

Bei den folgenden Aktionen muss kein Nothalt ausgelöst werden, sondern ein Normalhalt ist ausreichend:

- Lösen des 3-Stufen-Zustimmungstasters oder
- Lösen des 2-Stufen-Zustimmungstasters (bei Bindung der zweiten Hand).

Bei der beschriebenen Lösung kann entsprechend den Anforderungen der EN 415-10:2014 [4] auf eine Not-Halt-Befehlseinrichtung an einer ortsveränderlichen Betätigungseinrichtung verzichtet werden.

2.2 Anforderungen für unterschiedliche Antriebsarten von Hubwerken

Als Antriebsquellen der Kurbelwellen der Hubwerke kommen sowohl elektrische Servo-Hubwerke als auch pneumatische Antriebssysteme wie Pneumatik-Hubwerke mit Hubzylinder zum Einsatz.

2.2.1 Elektrische Servo-Hubwerke

Elektrische Servo-Hubwerke müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Die Kombination aus Frequenzumrichter und Motor muss in der Lage sein einen Stillstand mit ausreichendem Haltedrehmoment sicherzustellen. Der Stillstand muss durch eine aktive Positionsregelung des Antriebsreglers erreicht und gehalten werden. Die Aufrechterhaltung des Stillstandes muss eine Sicherheitsfunktion sein und muss den gleichen Performance Level wie die Zustimmungsfunktion aufweisen.
- Das Loslassen des Zustimmungstasters darf keine Bewegung des Hubwerks auslösen. Eine Synchronisierung mit der virtuellen Leitachse muss im Tippbetrieb verhindert sein, wenn dadurch eine gefährliche Bewegung ausgelöst würde.
- Die maximale Nachlaufzeit beim Stillsetzen der Bewegung muss so kurz wie möglich gehalten werden, auf jeden Fall nicht länger als 0,2 s.
- Die Hubbewegung muss mit geringer Geschwindigkeit erfolgen können.
- Im stromlosen Zustand, z. B. auch bei Energieausfall, muss durch das Einfallen einer Bremse, durch automatische Blockiereinrichtungen oder durch die Verwendung von selbsthemmenden Getrieben ein sicherer Halt erreicht werden.
- Das Ausfallen der Bremse während des Tippbetriebs muss ausgeschlossen werden können. Eine hinreichend geringe Wahrscheinlichkeit ist gegeben, wenn die Bremse im Normalbetrieb zyklisch getestet oder durch Prozessfehlererkennung detektiert wird. Andernfalls muss nach dem Umschalten in den Tippbetrieb eine zusätzliche erfolgreiche Testung der Bremsfunktion vor der ersten eingeleiteten Bewegung erfolgen.
- Wird das Werkzeug durch eine automatische Blockiereinrichtung gehalten, z. B. durch eine Sperrklinke, so muss die Funktion der Sperrklinke bei jedem Umschalten der Betriebsart vor der ersten eingeleiteten Bewegung getestet werden.

2.2.2 Pneumatik-Hubwerke

Pneumatik-Hubwerke müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Der Stillstand wird durch Einsperren der Druckluftvolumina im Zylinder erreicht.
- Das Loslassen des Zustimmungstasters und der Tipp-Betätiger darf zu keiner gefährlichen Bewegung führen, z. B. nicht zum Absenken durch Entlüften.
- Die Bewegung des Hubwerks darf nur durch einen aktiven Steuerungsbefehl erzeugt werden, um zu verhindern, dass sich im Tippbetrieb Hubwerke nach Überfahren des oberen Totpunktes des Kurbelantriebs unkontrolliert bewegen können, z. B. durch Schwerkraft.
Diese Anforderung muss über die gesamte Lebensdauer der Maschine unter Berücksichtigung des vorhersehbaren Verschleißes sichergestellt sein.
Falls eine unkontrollierte Bewegung im Tippbetrieb nicht konstruktiv verhindert werden kann, muss nach dem Umschalten in den Tippbetrieb eine zusätzliche erfolgreiche Testung des Stillstandes vor der ersten eingeleiteten Bewegung erfolgen.

3 Anforderungen an die Benutzerinformation

In der Betriebsanleitung muss die Betriebsart „Tippbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen“ beschrieben sein.

Dazu gehören insbesondere Informationen, ...

- dass der Tippbetrieb ein erhöhtes Restrisiko aufweist und deshalb auf einen speziell unterwiesenen und begrenzten Benutzerkreis zu beschränken ist. Die Betriebsanleitung muss die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten dieses Benutzerkreises beschreiben.
- wie die Aktivierung des Tippbetriebs erfolgen muss.
- wie ein Test des Stillstandes gegebenenfalls durchzuführen ist und welche Kriterien für einen bestandenen Test erfüllt sein müssen.
- welche Maßnahmen erforderlich sind, wenn ein Test des Stillstandes nicht erfolgreich ist.
- welche Restgefährdungen insbesondere während des Tippbetriebs bestehen und welche Maßnahmen durch die Bedienpersonen zu beachten sind.

Zu den Restgefährdungen gehören z. B.

- potenzielle Energien durch angehobene Lasten bzw. Werkzeuge,
- bei pneumatisch angetriebenen Hubwerken deren plötzliche Bewegung nach Lösen einer Verklemmung, z. B. im Fall von Produkt im Werkzeug, durch den Druck der eingesperren Luftvolumina im Zylinder (Federeffekt),
- unerwartete Bewegungen durch Undichtigkeiten im Pneumatiksystem,
- unerwartete Bewegungen durch Entlüften der Druckluftvolumina im Zylinder,
- gefährliche Bewegungen während der Nachlaufzeiten, die je nach Gestaltung der Zylinder-/Ventilkombination unterschiedlich lang sein können (pneumatische Signalkette).
- in welchen Intervallen welche Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind, um z. B. das Verharren des Antriebs (der Kurbelwelle) im unsicheren Zustand zu verhindern.
- wie die Not-Halt-Funktion in den verschiedenen Betriebsarten wirkt.

4 Schlussbemerkung

Mit den beschriebenen Maßnahmen kann ein akzeptables Risiko erreicht werden, wenn Arbeiten bei geöffneten Schutzeinrichtungen erforderlich sind. Diese Publikation stellt den Stand der aktuellen Diskussion im Fachbereich Nahrungsmittel der DGUV dar. Rückmeldungen von Praxiserfahrungen mit der Umsetzung der beschriebenen Anforderungen sind ausdrücklich erwünscht und werden gegebenenfalls in ein Folgedokument eingearbeitet.

Literaturverzeichnis

- [1] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), geändert 13. Juli 2015 (BGBl. I S. 1187)
 - [2] Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG
 - [3] EN 415-3:2021, Sicherheit von Verpackungsmaschinen - Teil 3: Form-, Füll- und Verschleißmaschinen; Füll- und Verschleißmaschinen
 - [4] EN 415-10:2014, Sicherheit von Verpackungsmaschinen — Teil 10: Allgemeine Anforderungen
 - [5] EN ISO 13849-1:2015, Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015)
 - [6] EN ISO 13851:2019, Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze (ISO 13851:2019)
-

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 Verpackung
im Fachbereich Nahrungsmittel
der DGUV www.dguv.de/fb-nahrungsmittel Webcode: d137345

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