

# Sicherheitskonzepte für neue Extrusionsanlagen zur Herstellung von Flachfolien / Blasfolien

Empfehlungen des FB RCI – SG Maschinen der chemischen Industrie

Stand 11.06.2015

## Inhaltsverzeichnis

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Vorbemerkungen .....  | 5  |
| 2       | Rechtsgrundlagen.....   | 6  |
| 3       | Anwendungsbereich .....   | 7  |
| 4       | Sicherheitstechnische Empfehlungen für Flachfolienanlagen mit Kühlwalzen .... | 8  |
| 4.1     | Granulatversorgung.....   | 8  |
| 4.2     | Dosiereinrichtung .....   | 8  |
| 4.3     | Extruder .....  | 8  |
| 4.3.1   | Reinigung der Schnecke.....   | 8  |
| 4.3.2   | Temperaturüberwachung der Beheizung Schmelze führender<br>Komponenten .....   | 9  |
| 4.3.3   | Sicherheitseinrichtungen an kraftbetätigten Siebwechseleinrichtungen<br>..... | 9  |
| 4.3.3.1 | Begriffsbestimmungen und Erläuterungen .....                                  | 10 |
| 4.3.3.2 | Herausspritzendes Material .....  | 10 |
| 4.3.3.3 | Gefahrbringende Bewegungen .....  | 11 |
| 4.3.4   | Reinigung von Zuführeinrichtungen .....                                       | 12 |
| 4.4     | Kühlwalze.....  | 12 |
| 4.4.1   | Reinigungsarbeiten.....   | 12 |
| 4.4.2   | Einstellung der Breitschlitzdüse .....  | 17 |
| 4.4.3   | Andruckrollen .....   | 17 |
| 4.4.4   | Glätte durch Ablagerungen .....   | 17 |
| 4.5     | Verarbeitung der Randstreifen .....   | 17 |
| 4.5.1   | Zuführung der Randstreifen zur Zerkleinerung .....                            | 17 |
| 4.5.2   | Aufwicklung von Randstreifen.....   | 19 |
| 4.6     | Vorbehandlung .....   | 19 |
| 4.7     | Not-Halt-Einrichtungen .....  | 19 |
| 4.7.1   | Wirkung .....   | 19 |
| 4.7.2   | Lage der Not-Halt-Einrichtungen .....   | 20 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.8    | Heiße Oberflächen .....   | 20 |
| 4.9    | Steuerungstechnische Anforderungen .....                          | 21 |
| 4.10   | Bestimmung des Emissionsschalldruckpegels an Arbeitsplätzen ..... | 21 |
| 4.11   | Gefährdungen durch elektrostatische Aufladung .....               | 21 |
| 4.12   | Schadstoffemissionen .....  | 22 |
| 5      | Sicherheitstechnische Empfehlungen für Blasfolienanlagen .....    | 23 |
| 5.1    | Granulatversorgung mit Vakuumpumpen .....                         | 23 |
| 5.2    | Dosiereinrichtung .....   | 23 |
| 5.3    | Extruder .....  | 23 |
| 5.4    | Siebwechsler .....  | 23 |
| 5.5    | Bereich Blaskopf .....  | 23 |
| 5.5.1  | Ausbau und Transport .....  | 23 |
| 5.5.2  | Anfahren .....  | 23 |
| 5.5.3  | Hochgelegener Arbeitsplatz .....                                  | 24 |
| 5.6    | Heiße Oberflächen .....   | 24 |
| 5.7    | Folienkühlung .....   | 24 |
| 5.8    | Folienkalibriereinrichtungen .....                                | 24 |
| 5.8.1  | Automatische Einstellung .....                                    | 25 |
| 5.8.2  | Manuelle Einstellung .....  | 25 |
| 5.9    | Dickenmessung .....   | 25 |
| 5.10   | Folienabzug .....   | 26 |
| 5.10.1 | Folienflachlegung mit Seitenführung und Seitenfaltung .....       | 26 |
| 5.10.2 | Abzugswalzen mit Anpresswalze .....                               | 26 |
| 5.10.3 | Reversierung .....  | 27 |
| 5.10.4 | Blasfolienturm .....  | 27 |
| 5.10.5 | Sicherung von Quetschwalzen .....                                 | 27 |
| 6      | Schnittstellen zwischen Hersteller und Betreiber .....            | 29 |
| 7      | Teilnehmerliste .....   | 30 |
| 8      | Bildanhang .....  | 31 |

|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
| 8.1 | Flachfolienanlage mit Kühlwalze ..... | 31 |
| 8.2 | Blasfolienanlage .....                | 32 |

## 1 Vorbemerkungen

Für Anlagen zur Herstellung von Folien existiert keine europäisch harmonisierte Norm. Nur für die Teilmaschinen

- Extruder (EN 1114-1)<sup>1</sup>
- Wickelmaschinen<sup>2</sup> (EN 13418)
- Schneidmühlen (EN 12012)

wurden bisher europäisch harmonisierte Normen ausgearbeitet, wobei die sicherheitstechnischen Anforderungen aus diesen Normen jedoch nur die jeweilige Maschine betreffen, das Zusammenwirken der Maschinen in einer Produktionslinie wird hingegen nicht behandelt. Es wird davon ausgegangen, dass die Teilmaschinen bis auf die Bereiche, die von diesen Empfehlungen abgehandelt werden, normgerecht ausgeführt werden.

Die von Normen abweichenden Sicherheitskonzepte oder zusätzliche Anforderungen für die o.g. Teilmaschinen werden in den Abschnitten 3 und 4 beschrieben. Im Schwerpunkt beschreiben diese Empfehlungen jedoch Sicherheitskonzepte für Gefährdungen in Anlagenbereichen für die keine harmonisierten Normen bestehen.

---

<sup>1</sup> Hinweis: Bei allen in diesen Empfehlungen aufgeführten Normen ist jeweils die aktuelle Ausgabe der aufgeführten Norm heranzuziehen.

<sup>2</sup> Für Wickelmaschinen hat die BGRCI Empfehlungen zur Sicherung der Einzugstelle an der Wickelwalze ausgesprochen, die sich in der Praxis bewährt haben. Diese Konzepte sollten bevorzugt umgesetzt werden.

## 2 Rechtsgrundlagen

Aus vorgenannten Gründen wurden in einem Erfahrungsaustausch zwischen Herstellern, Betreibern, Berufsgenossenschaften und Verbänden Sicherheitskonzepte entwickelt.

Folgende Ziele sind mit dieser Information nicht erreichbar:

- Auslösung der Vermutungswirkung für die von der Norm abweichenden Sicherheitskonzepte
- eine verbindliche Interpretation der europäischen Maschinenrichtlinie (MRL)

Trotzdem ist anzumerken, dass die Beschlüsse von Fachgremien (siehe Teilnehmerliste im Abschnitt 6) im Streitfall vor Gericht beachtet und bewertet werden und sich insoweit positiv auswirken.

Da sich je nach den betrieblichen Randbedingungen unterschiedliche sicherheitstechnische Anforderungen ergeben können (z.B. für Luftschallemissionen, Anfahrvorgänge, Reinigungsarbeiten etc.), ist es generell empfehlenswert, sicherheitstechnische Einzelheiten im Rahmen der Auftragsvergabe im Vorwege schriftlich zwischen Hersteller und Betreiber festzulegen.

Ferner soll im Vorwege geklärt werden, wer für die Ausstellung der Konformitätserklärung für die gesamte Anlage verantwortlich ist.

### 3 Anwendungsbereich

Diese Empfehlungen gelten für neue Anlagen<sup>3</sup> der kunststoffverarbeitenden Industrie zur Herstellung von flachen Folien. Diese Produktionslinien bestehen typischerweise aus folgenden Teilmaschinen (vergl. Abb. 5 und 6):

- Granulatversorgung mit Vakuumpumpen
- Dosiereinheit
- Extruder
- Kühlwalze/Blasturm
- Dickenmesseinrichtung
- Schneideinrichtung für Randstreifen
- Zerkleinerungsmaschinen für Randstreifen
- Verarbeitung von Randstreifen
- Oberflächenvorbehandlung
- Wickelmaschine
- Andere Anlagenteile, die Bestandteil von Extrusionsanlagen sein können, werden zu einem späteren Zeitpunkt in dieses Papier eingearbeitet.

---

<sup>3</sup> Nach §3(7) der Betriebssicherheitsverordnung muss der Arbeitgeber die Gefährdungsbeurteilung regelmäßig aktualisieren. Dabei ist der Stand der Technik zu berücksichtigen. Es wird weiterhin gefordert, dass die Schutzmaßnahmen bei gebrauchten Arbeitsmitteln entsprechend anzupassen sind. Soweit es wirtschaftlich keine Härte darstellt, sind also auch bereits in Betrieb befindliche Flachfolienanlagen entsprechend den Angaben der vorliegenden Empfehlungen nachzurüsten.

## 4 Sicherheitstechnische Empfehlungen für Flachfolienanlagen mit Kühlwalzen

Eine typische Anlage dieser Art ist in Abschnitt 7.1 dargestellt. In den folgenden Abschnitten werden besondere Gefährdungen der Teilbereiche der Anlage abgehandelt.

### 4.1 Granulatversorgung

Die Vakuumpumpen der Granulatversorgung erzeugen einen hohen Lärmpegel<sup>4</sup>. In diesem Bereich sind daher Lärminderungsmaßnahmen erforderlich, z. B.:

- Kapselung der Pumpen oder
- Aufstellung der Pumpen in einem separaten Raum
- Kapselung der Materialzuführung

Insbesondere im Bereich der Staubfilter können sich je nach eingesetztem Granulat staubexplosionsgefährdete Bereiche ergeben. Über die Zoneneinteilung und die sich daraus ergebenden Maßnahmen muss eine Abstimmung zwischen Betreiber und Hersteller erfolgen. In der Betriebsanleitung muss der Hersteller wichtige Informationen zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes durch den Betreiber liefern. Bei der Beurteilung der Explosionsgefährdungen ist der Stand der Technik zu berücksichtigen.

### 4.2 Dosiereinrichtung

Der Zugriff zu Gefahrstellen an Dosiereinrichtungen, insbesondere zur Schnecke, muss gesichert sein. Es wird folgende Maßnahme empfohlen:

- Sicherung des Gefahrenbereichs durch eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung. Andere Schutzmaßnahmen erfordern eine Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber.

### 4.3 Extruder

#### 4.3.1 Reinigung der Schnecke

Zur Reduzierung der mechanischen Gefährdungen durch die rotierende Schnecke (z.B. für Reinigungsvorgänge) wird empfohlen:

---

<sup>4</sup> oft mehr als 100 dB(A)



- Die Stellung des abschwenkbaren Extruderkopfes ist z. B. durch einen Positionsschalter zu überwachen.
- Bei abgeschwenktem Kopf darf sich die Schnecke nur im Tippbetrieb mit reduzierter Drehzahl (so langsam wie möglich, bewährt haben sich in den meisten Fällen Drehzahlen zwischen 3-5 U/min) betreiben lassen.
- Falls in Ausnahmefällen höhere Drehzahlen erforderlich sind, ist eine Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber erforderlich.
- Vom Ort des Tipptasters muss der Gefahrenbereich leicht einsehbar sein.

Hinweise: Der Betreiber hat geeignete Reinigungsgeräte zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich müssen den Beschäftigten Schutzhandschuhe gegen Verbrennungen, Schutzbrillen und Gesichtsschutz gegen Schmelzeaustritt und enganliegende Kleidung zur Verfügung gestellt werden.

#### **4.3.2 Temperaturüberwachung der Beheizung Schmelze führender Komponenten**

Die Risikobeurteilung muss den Ausfall von Temperaturfühlern mit berücksichtigen, um die Gefährdung durch Überhitzung (Brand) zu verhindern. Dies kann z. B. erreicht werden durch:

- redundante Ausführung der Temperaturüberwachung (zwei Temperaturfühler) oder Vergleich von Heizleistung und Temperaturanstieg auf Plausibilität. Der Vergleich kann durch eine SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) erfolgen.
- Weiterhin muss der Betreiber entsprechend der Bedienungsanleitung des Herstellers und der örtlichen Gegebenheiten Maßnahmen und Verhaltensweisen für die Mitarbeiter festlegen und diese darüber unterrichten.

#### **4.3.3 Sicherheitseinrichtungen an kraftbetätigten Siebwechseleinrichtungen**

An Siebwechslern sind die Gefährdungen durch das Herausspritzen heißen geschmolzenen Materials sowie gefahrbringende Bewegungen durch Schutzmaßnahmen zu sichern.

#### 4.3.3.1 Begriffsbestimmungen und Erläuterungen

**Automatikbetrieb:** alle kraftbetätigten Bewegungen des Siebwechslers<sup>5</sup> werden ohne Eingriffe des Bedienpersonals automatisch durch die Maschinensteuerung gestartet und ausgeführt.

**Manueller Betrieb:** alle kraftbetätigten Bewegungen des Siebwechslers werden nur durch bewusste Betätigung von Befehlseinrichtungen ausgelöst oder erfolgen ausschließlich durch Muskelkraft.

**Antriebsseite:** es treten keine Gefährdungen durch Herausspritzen des heißen Materials auf. Es werden nur Gefahrstellen durch Bewegungen der Stellglieder (z. B. Hydraulikzylinder) hervorgerufen. An dieser Seite sind keine regelmäßigen Eingriffe erforderlich.

**Siebwechselfseite:** es treten sowohl mechanische Gefährdungen als auch Gefährdungen durch herausspritzendes Material auf. An dieser Seite werden Wartungsarbeiten, insbesondere das Auswechseln der Siebe, durchgeführt.

#### 4.3.3.2 Herausspritzendes Material

Der Schutz gegen das Herausspritzen heißen geschmolzenen Materials an der Siebwechselfseite

kann bei **automatischen** und **manuellen** Siebwechslern z. B. erfolgen durch:

- Fest angebrachte oder verriegelte trennende Schutzeinrichtungen (Gehäuse) oder
- fest angebrachte Bleche zur gefahrlosen Ableitung des Materials oder
- Bewegungen der Siebe nur im drucklosen Zustand. Dies kann z. B. erreicht werden durch:
  - Verriegelung des Extruders mit dem Antriebsaggregat des Siebwechslers (d. h. der Siebwechsler lässt sich nur bei stillstehender Schnecke des Extruders betätigen) oder
  - Abschaltung der Extruderschnecke durch Masse-Druck-Sensoren (d. h. bei einem Herausfahren des Siebes bei laufender Schnecke erfolgt automatisch die Abschaltung der Schnecke durch den ansteigenden Massedruck).

---

<sup>5</sup> insbesondere das Ein- und Ausfahren der Siebe

#### 4.3.3.3 Gefahrbringende Bewegungen

Der Schutz gegen gefährliche Bewegungen des kraftbetriebenen Siebwechslers im **Automatikbetrieb** kann erreicht werden durch:

- a) Verriegelte trennende Schutzeinrichtungen, d. h. der Antrieb des Siebwechslers werden unterbrochen, sofern die Schutzeinrichtung geöffnet wird. Sie muss so gebaut sein, dass erforderliche Wartungsarbeiten bei offener Schutzeinrichtung leicht durchführbar sind.

**oder**

- b) Wenn die vorhersehbaren Eingriffe in den Gefahrenbereich seltener als 1x pro Woche sind, können anstelle der verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen fest angebrachte Schutzeinrichtungen angebracht werden.

**oder**

- c) Anstelle der verriegelten trennenden Schutzeinrichtungen können folgende Maßnahmen ergriffen werden:
- gefahrbringende Bewegungen erfolgen mit einer Geschwindigkeit von kleiner 12 mm/s und
  - die gefahrbringenden Bewegungen bilden keine Gefahrstellen für den Kopf und
  - vor dem Anlaufen gefahrbringender Bewegungen wird eine optische oder akustische Anlaufwarnung gegeben, die mindestens 5s vor dem Anlaufen der Bewegung einsetzt. Die Warneinrichtung muss am Siebwechsler angebaut sein und
  - im gesamten Gefahrenbereich müssen leicht erreichbare Nothalteinrichtungen vorhanden sind. Diese Nothalteinrichtungen setzen alle gefahrbringenden Bewegungen des Siebwechslers still.

Als Schutzmaßnahme für den **manuellen** Betrieb von kraftbetätigten Siebwechslern sind folgende Schutzeinrichtungen erforderlich:

- Kraftbetätigte Bewegungen dürfen sich nur im Tippbetrieb mit einer reduzierten Geschwindigkeit von kleiner 25 mm/s ausführen lassen. Vom Ort des Tipptasters aus muss eine vollständige Einsehbarkeit in den Gefahrenbereich vorliegen.
- Falls keine vollständige Einsehbarkeit besteht, müssen Schutzeinrichtungen wie für den Automatikbetrieb beschrieben, vorhanden sein.

#### 4.3.4 Reinigung von Zuführeinrichtungen

Wenn für Reinigungsarbeiten Teile von Materialzuführungen entfernt werden und hierbei Gefahrstellen erreichbar sind, müssen Schutzmaßnahmen vorhanden sein. Diese können z. B. sein:

- fest eingebaute trennende Schutzeinrichtungen z. B. Gitter im Zuführschacht oder Schiebekulisse oder
- Verriegelung der gefahrbringenden Bewegung mit der Schutzeinrichtung.

Hinweis: Über die Häufigkeit des Zugriffs (und damit über die Notwendigkeit verriegelter Schutzeinrichtungen) muss eine Abstimmung zwischen Betreiber und Hersteller erfolgen. Bei Zugriffshäufigkeiten > 1/ Tag sind Verriegelungen notwendig.

#### 4.4 Kühlwalze

Das Sicherheitskonzept für den Bereich der Kühlwalze muss

- das Reinigen der Walze und
- das Einstellen der Breitschlitzdüse

erforderlichenfalls auch bei laufendem Betrieb gefahrlos ermöglichen.

Die Hauptgefährdungen im Bereich der Kühlwalze sind Einzugsgefährdungen im Bereich der Düse und an Andruckwalzen.

##### 4.4.1 Reinigungsarbeiten

Zum Reinigen der Walzen ist sicherzustellen, dass der Bediener nicht in den Einzugs spalt eingezogen wird. Diese Anforderung ist z.B. bei den im Folgenden beschriebenen Maßnahmen

eingehalten. Bei der Gestaltung der Sicherheitseinrichtungen ist folgende Rangfolge einzuhalten:

- Die Gefahrstellen sind durch verriegelte trennende Schutzeinrichtungen gesichert. Ein Zugriff auf die Walzenoberfläche ist bei geschlossenen Schutzeinrichtungen nicht möglich. Zum Reinigen müssen die Schutzeinrichtungen geöffnet werden, wodurch die Kühlwalze stillgesetzt wird.

**oder** falls das vorgenannte Konzept nicht möglich sein sollte:

- Die vor genannte Schutzeinrichtungen geben den Zugriff auf die Walzenoberfläche nur bei reduzierter Geschwindigkeit frei. Hierbei ist die verfahrenstechnisch kleinstmögliche Geschwindigkeit zu wählen. Zusätzlich sind Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (z.B. BWS vor Einzugs spalten) im Bereich von Einzugsstellen anzubringen. Falls dies nicht möglich sein

sollte, müssen leicht erreichbare Not-Halt-Einrichtungen (z.B. vorgespannte Reißleinen, die über die gesamte Breite der Walze reichen) im Bereich von Einzugstellen vorhanden sein.

**oder** falls das vorgenannte Konzept nicht möglich sein sollte:

- Die Reinigung erfolgt bei voller Produktionsgeschwindigkeit. Es sind hierfür Schutzeinrichtungen wie in Abb. 1 dargestellt notwendig:
  - Ein Teil der Walzenoberfläche ist für Reinigungszwecke frei zugänglich. Falls die freie Oberfläche nicht von der Standfläche vom Boden aus erreichbar ist, ist ein Podest und ein sicherer Aufstieg zu installieren (siehe Abb. 2).
  - Falls die Einzugstelle zur Düse erreichbar ist: Es ist eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung (Nr.1 in Abb.1) vorzusehen, die beim Aufschwenken die Walze stillsetzt.
  - Die verriegelten Schutzeinrichtungen 2 und 3 aus Abb. 1 bewirken nur das Abschwenken der Andruckrollen auf 120 mm Abstand zur Walzenoberfläche.

**oder** falls das vorgenannte Konzept nicht möglich sein sollte:

- Einbau von Umwehrungen von mindestens 1200 mm Höhe, so dass der Bediener mit den oberen Gliedmaßen die Gefahrstellen nicht erreichen kann (Einhaltung der Sicherheitsabstände nach EN 13857). Hierbei kann die Benutzung von zusätzlichen Hilfsmitteln für die Reinigung erforderlich werden.

**und**

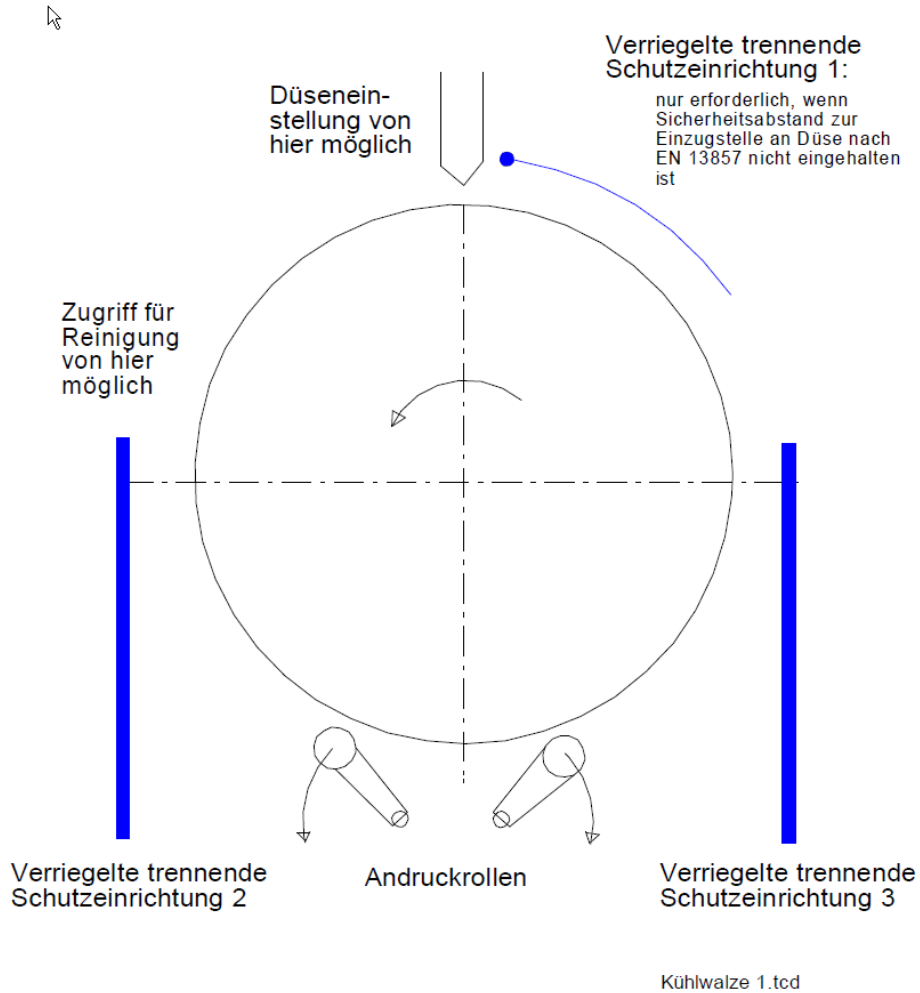
- verriegelte trennende Schutzeinrichtungen nur für Andruckrollen (vergl. Abb. 3)

**oder** falls das vorgenannte Konzept nicht möglich sein sollte:

- Einbau von Umwehrungen, wobei die Einzugsstelle noch erreichbar ist. In diesem Fall muss die Einzugstelle durch zusätzliche Schutzeinrichtungen gesichert werden:
  - verriegelte trennende Schutzeinrichtung unmittelbar vor der Einzugstelle (z.B. schwenkbare Klappe) oder
  - BWS vor der Einzugstelle und
- verriegelte trennende Schutzeinrichtungen nur für Andruckrollen.

Wenn Gefährdungen durch Gefahrstoffe auftreten können, müssen z.B. folgende Maßnahmen ergriffen werden:

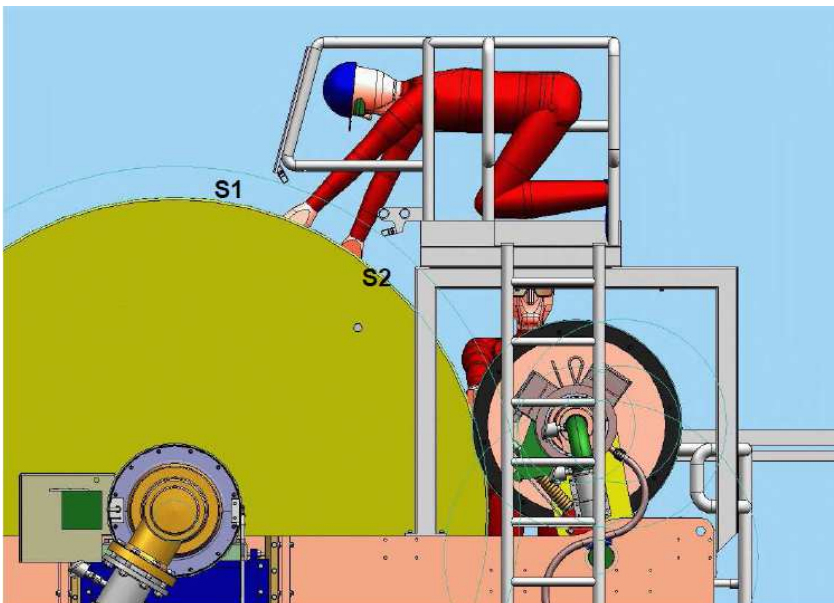
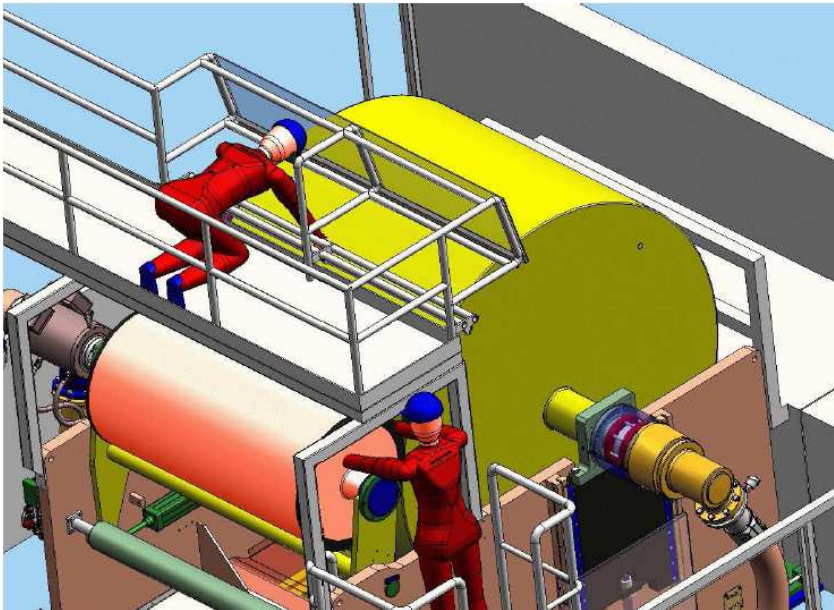
- Absaugeinrichtung
- Luftschleier



**Abbildung 1: Schutzkonzept für die Düseneinstellung und für das Reinigen von Kühlwalzen**

Wirkungen der verriegelten Schutzeinrichtungen aus Abb.1:

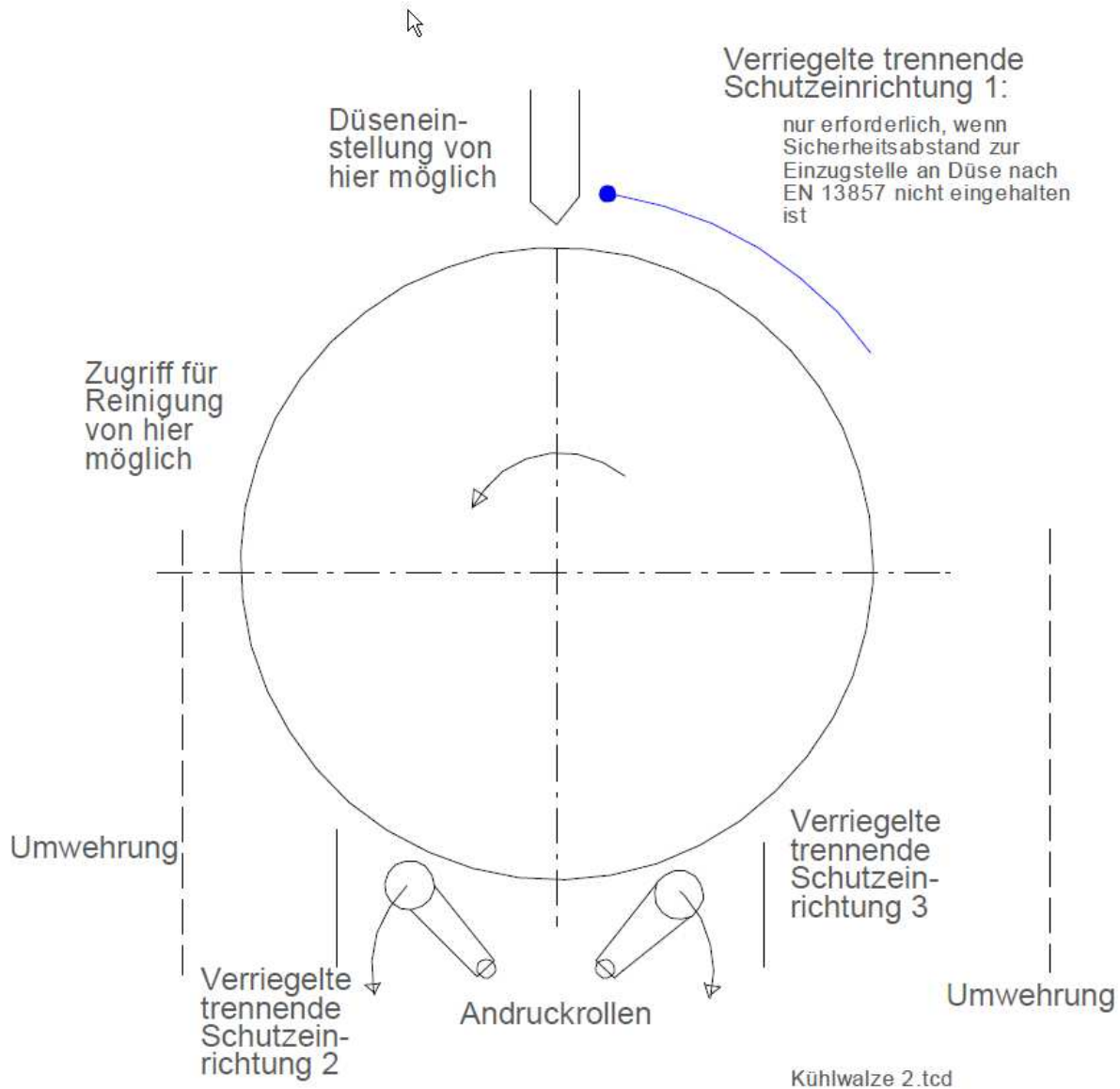
- Schutzeinrichtung 1: Stillsetzen der Kühlwalze
- Schutzeinrichtung 2 und 3: Abschwenken der Andruckrollen



**Abbildung 2: Gestaltung von Podesten für das Reinigen von Kühlwalzen**

Hinweise zur Abb. 2:

- Die Schaltleisten S1 und S2 sichern die Einzugstellen zwischen Podest und Kühlwalze: bei Berührung wird die Kühlwalze stillgesetzt (Kühlwalze kann beide Drehrichtungen annehmen).
- An den Stirnseiten sind trennende Schutzeinrichtungen, die für die Einzugstellen erforderlich sind, nicht eingezeichnet.



**Abbildung 3: Schutzkonzept für das Reinigen der Kühlwalze und für das Einstellen der Düse**

Wirkung der Schutzvorrichtungen aus Abb. 3:

- Schutzvorrichtung 1: setzt Kühlwalze still
- Schutzvorrichtungen 2 und 3: schwenken Andruckrollen ab



#### 4.4.2 Einstellung der Breitschlitzdüse

Das manuelle Einstellen der Breitschlitzdüse muss an der Auslaufseite (vergl. Abb.1) möglich sein. Sofern erforderlich, sind sichere Zugänge (Podest, Aufgang) vorzusehen. An der Entstehungsstelle sind die austretenden Gase und Dämpfe abzusaugen.

#### 4.4.3 Andruckrollen

Andruckrollen sind durch verriegelte trennende Schutzeinrichtungen (vergl. Abb.1) zu sichern. Beim Öffnen der Schutzeinrichtungen müssen die Rollen auf mindestens 120 mm von der Walze abschwenken.

#### 4.4.4 Glätte durch Ablagerungen

Es ist zwischen Hersteller und Betreiber abzustimmen, ob die eingesetzten Produkte Stoffe ausscheiden, die Glätte hervorrufen. Falls dies der Fall ist, muss eine Absaugung an der Entstehungsstelle für Gase und Dämpfe vorhanden sein und durch besonders griffige Gestaltung der Laufflächen der Rutschgefahr vorgebeugt werden.

### 4.5 Verarbeitung der Randstreifen

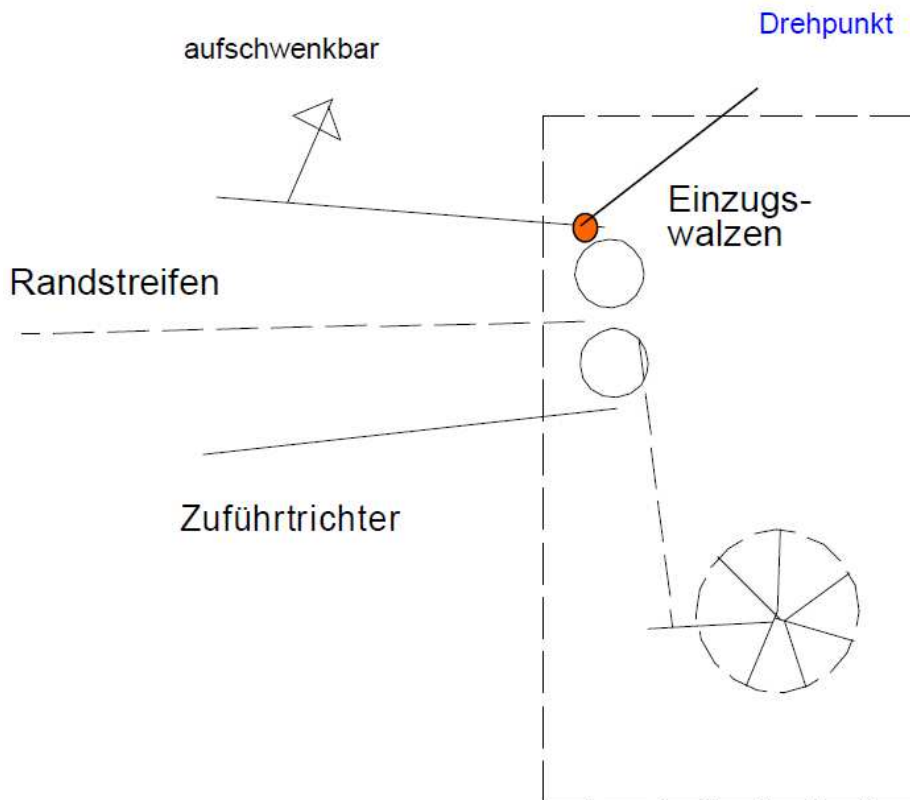
#### 4.5.1 Zuführung der Randstreifen zur Zerkleinerung

Gefährdungen ergeben sich insbesondere beim manuellen Zuführen des Randstreifens zu Zerkleinerungsmaschinen mit kraftbetätigten Einzugswalzen. Bei der Aufstellung und sicherheitstechnischen Gestaltung sind folgende Gefährdungen zu berücksichtigen:

- Schlaufenbildung des Randstreifens
- Gefährdungen durch benachbarte Bereiche
- Einzug durch Einzugswalzen

Folgende Sicherheitsmaßnahmen sind erforderlich:

- Zerkleinerungsmaschine von anderen Gefahrbereichen der Anlage durch trennende Schutzeinrichtungen trennen
- bei kraftbetätigten Einzugswalzen (vergl. Abb. 4):
  - Einbau eines Zuführtrichters von 850 mm Länge und
  - beim Aufschwenken des oberen Teils des Trichters erfolgt das Auseinanderfahren und das Stillsetzen der Einzugswalzen: in dieser Stellung kann manuell eingefädelt werden und
  - bei Schlaufenbildung wirkt die vorgenannte Schutzeinrichtung ebenfalls zwangsläufig bei Annäherung an den Einzugsspalt



Flachfolien\_Zerkleinerung 1.tcd

**Abbildung 4: Sicherung der Einzugsstelle einer Zerkleinerungsmaschine für Randstreifen**

Wirkung und Ausführung der Schutzeinrichtungen aus Abb. 4:

- Das Aufschwenken des Trichters (beim Einziehen des Arms durch Schlingenbildung des Randstreifens) bewirkt das Stillsetzen und Auseinanderfahren der Einzugsrollen auf mindestens 25 mm (sofortiges Unterbrechen der Einzugskraft).
- Der Einzugstrichter hat eine Länge entsprechend DIN EN 13857 „Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“. In der Regel ist ein Sicherheitsabstand von 850mm erforderlich.

#### 4.5.2 Aufwicklung von Randstreifen

Falls Randstreifen aufgewickelt werden, sind folgende Schutzmaßnahmen notwendig:

- Wickelmaschine von anderen Gefahrenbereichen der Anlage durch trennende Schutzeinrichtungen trennen
- Zugkraft der Wickelmaschine auf max. 150 N begrenzen

#### 4.6 Vorbehandlung

Die Gefährdungen der Vorbehandlung liegen insbesondere in der anliegenden Hochspannung und in der Freisetzung von Ozon. Es sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Das Gehäuse der Vorbehandlung ist soweit wie möglich geschlossen zu halten.
- Es ist eine Absaugung für Ozon anzubringen.
- Es ist für Wartungszwecke eine verriegelte Zugangsmöglichkeit zu schaffen.  
Die Verriegelung muss die anliegende Hochspannung abschalten
- In der Bedienungsanleitung ist darauf hinzuweisen, dass die Reinigung mit Lösemitteln nicht zulässig ist.

#### 4.7 Not-Halt-Einrichtungen

##### 4.7.1 Wirkung

Bei der Gestaltung der Not-Halt-Einrichtungen<sup>6</sup> ist von folgenden Grundsätzen auszugehen:

- Es sind Not-Halt-Einrichtungen vorzusehen, die die gesamte Anlage stillsetzen (rot-gelb).
- Im Bedarfsfall können zusätzliche Schnell-Stopp-Einrichtungen<sup>7</sup> für die Teilmaschinen an der Gesamtmaschine eingebaut werden.(rot-schwarz)

---

<sup>6</sup> Not-Halt-Einrichtungen haben das Ziel, gefahrbringende Bewegungen so schnell wie möglich stillzusetzen. Das schnelle Trennen von der Energieversorgung ist nicht das primäre Ziel.

<sup>7</sup> Schnell-Stopp-Einrichtungen haben das Ziel, Teilmaschinen stillzusetzen, wenn dadurch eine unnötige Produktionsunterbrechung der Gesamtanlage vermieden werden kann, z. B. Schnell-Stopp für den Reversierantrieb im Folienabzug ( siehe Pkt. 4.10.3).

Hinweis: Die Unterbrechung des Umlaufs von Wärmeübertragungsmitteln, Kühl- und Absaugsystemen ist nicht erforderlich

#### 4.7.2 Lage der Not-Halt-Einrichtungen

Bei der örtlichen Anordnung der Not-Halt-Einrichtungen ist von folgenden Grundsätzen auszugehen:

- Es sind mindestens an folgenden Bedienpulten Not-Halt-Einrichtungen für die Gesamtanlage vorzusehen:
  - am Hauptbedienpult
  - am Bedienpult des Wicklers
  - im Abzugsbereich.
- Für alle Gefahrenbereiche, in denen manuelle Eingriffe in oder in der Nähe der Gefahrstellen erforderlich sind (z.B. am Betätigungsort für die Höhenverstellung des Blaskopfes) sind Not-Halt-Einrichtungen für die Teilmaschinen erforderlich.

#### 4.8 Heiße Oberflächen

Bei der Minimierung von Gefährdungen, die durch heiße Oberflächen hervorgerufen werden können, werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Besteht die Gefahr, heiße Oberfläche zu berühren, sind diese zu isolieren oder durch abweisende Schutzeinrichtungen (z.B. Umwehungen) zu sichern.
- In einigen Maschinenbereichen kann es aus technischen Gründen nicht möglich sein, abweisende Schutzeinrichtungen oder Isolierungen anzubringen, wie z.B. an folgenden Baugruppen:
  1. Siebwechseleinrichtung
  2. Düsenpalteinstellung
  3. beheizte Längsschneidmesser, etc.

Die nicht durch Schutzeinrichtungen geschützten gefährdeten Bereiche sind mittels Warnschildern zu kennzeichnen.

- In der Betriebsanleitung müssen Informationen über das Tragen geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen vorhanden sein.
- Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass Arbeiten an oder in der Nähe von heißen Oberflächen nur durch geschultes Fachpersonal ausgeführt werden.

## 4.9 Steuerungstechnische Anforderungen

Die Bestimmung des erforderlichen Performance Level für die einzelnen Sicherheitsfunktionen ist nach DIN ISO 13849- 1/2 durchzuführen.

## 4.10 Bestimmung des Emissionsschalldruckpegels an Arbeitsplätzen

Die Bestimmung des A-bewerteten Emissionsschalldruckpegels an Extrusionsanlagen erfolgt nach der Maschinenrichtlinie Anhang I, Abschnitt 1.7.4.2u und der Externorm EN1114- 1:2011, Abschnitt 5.6 Lärm mit Anhang A. Zusätzlich sind die Anforderungen an lärmarme Konstruktion zu berücksichtigen: Maschinenrichtlinie Anhang I, Abschnitt 1.5.8.

Es ist von folgenden Grundsätzen auszugehen:

- Die Messung des A-bewerteten Schalldruckpegels an der Extrusionsanlage muss an allen relevanten Arbeitsplätzen des Operators erfolgen. Definierte Arbeitsplätze sind häufig:
  - am Bedienpult der Extrusionsanlage
  - am Bedienpult des Wicklers
  - an der Folienrollenentnahme

Falls sich die Arbeitsplätze nicht festlegen lassen, müssen die Lärmmessungen des Abewerteten Emissionsschalldruckpegels in einer Höhe von 1,60 m über dem Boden und in 1 m Abstand zur Maschinenoberfläche vorgenommen werden.

Grundsätzlich gilt: Die Betriebsbedingungen der Maschine während der Messung und die Messmethode sind im Messbericht zu beschreiben. Die Lärmmessungen müssen hierbei unter realistischen Betriebsbedingungen der Maschine durchgeführt werden.

## 4.11 Gefährdungen durch elektrostatische Aufladung

Elektrostatische Aufladungen sind zu verhindern durch:

- Potentialausgleich
- Entionisierungsstäbe

Erfahrungsgemäß treten starke Aufladungen auf

- im Bereich des Wicklers
- in Bereichen, in denen Folien getrennt werden

#### **4.12 Schadstoffemissionen**

Der Hersteller muss in der Betriebsanleitung einen Hinweis auf mögliche Schadstoffemissionen geben und den Betreiber darauf hinweisen, dass die Sicherheitsdatenblätter der verwendeten Materialien beachtet und ggf. entsprechende Maßnahmen einleitet werden müssen (z. B. vorzugsweise Absaugungen anbringen oder nachrangig persönliche Schutzausrüstung tragen).

## 5 Sicherheitstechnische Empfehlungen für Blasfolienanlagen

### 5.1 Granulatversorgung mit Vakuumpumpen

siehe Abschnitt 3.1

### 5.2 Dosiereinrichtung

siehe Abschnitt 3.2

### 5.3 Extruder

siehe Abschnitt 3.3

### 5.4 Siebwechsler

siehe Abschnitt 3.3.3

### 5.5 Bereich Blaskopf

#### 5.5.1 Ausbau und Transport

Wenn der Blaskopf auf einem fahrbaren Gestell montiert ist, kann sich der ausgebaute Blaskopf auf schrägem Untergrund unkontrolliert in Bewegung setzen.

Empfohlene Maßnahmen:

Die unkontrollierte Bewegung muss durch Feststelleinrichtungen sicher verhindert werden können. Die kann z.B. durch Räder mit Feststellbremsen oder durch fest an der Maschine angebrachte Feststelleinrichtungen erfolgen. Die Verwendung der Bremseinrichtungen ist in der Betriebsanleitung zu beschreiben.

#### 5.5.2 Anfahren

Beim Anfahrvorgang können z.B. ausgehärtete Schmelzereste mit der Kühlluft aufgewirbelt werden. Dadurch besteht die Gefahr von Augenverletzungen. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

- Hinweis in der Betriebsanleitung auf Restgefahren aufnehmen und auf das Tragen der Schutzbrille hinweisen.
- Piktogramm auf dem Blaskopfkühlteller anbringen (Gebotschild zum Tragen von Schutzbrillen).

### 5.5.3 Hochgelegener Arbeitsplatz

Bei Einrichtarbeiten am Extruderblaskopf besteht Absturzgefahr. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

- Anbringung ortsfester oder ortsveränderlicher Arbeitsbühnen. Wenn dies durch den Betreiber erfolgt, ist in der Betriebsanleitung auf die Norm „Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen“ DIN EN ISO 14122, Teil 1-3 hinzuweisen. Eine ausreichende Standfestigkeit muss unter Berücksichtigung der durchzuführenden Arbeiten gewährleistet sein. (siehe hierzu auch Abschnitt 5)

### 5.6 Heiße Oberflächen

siehe Abschnitt 3.8

### 5.7 Folienkühlung

An Antriebs- und Verstellelementen (z.B. Ketten oder Spindeln) sowie zwischen den höhenverstellbaren Kühlringen und dem Blaskopf entstehen Gefahrstellen. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

Für manuellen Betrieb:

- Der Verstellvorgang darf nur im Tippbetrieb mit einer Verfahrgeschwindigkeit (bezogen auf die Quetschstellen) von max. 25 mm/s erfolgen.
- Die Einzugs- und Fangstellen an den Antriebs- und Verstellelementen sind durch trennende Schutzeinrichtungen, z.B. Faltenbälge, zu sichern.
- Der Tiptaster muss so angeordnet werden, dass der Gefahrenbereich einsehbar ist.

Für automatischen Betrieb:

- Die Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegungen darf max. 5mm/s betragen.
- Vor Beginn der Bewegung ist eine Anlaufwarnung abzugeben (optisch oder akustisch).
- Es müssen leicht erreichbare Not-Halt-Einrichtungen für diese Bewegungen vorhanden sein.

### 5.8 Folienkalibriereinrichtungen

Bestehen Quetschgefährdungen bei der Durchmesser- und Höhenverstellung werden folgende Maßnahmen empfohlen:



### 5.8.1 Automatische Einstellung

Für die Durchmesser- und Höheneinstellung beim Formatwechsel:

- Die Verstellgeschwindigkeit für das Führungselement der Durchmesserverstellung darf nicht mehr als 5 mm/s betragen.
- Die Verstellgeschwindigkeit für die Korbhöhe darf max. 25 mm/s betragen.
- Zu allen feststehenden Maschinenteilen muss mindestens ein Abstand von 120mm bestehen.
- Vor dem Anlaufen der Bewegungen ist eine optische oder akustische Anlaufwarnung in der Nähe des Gefahrenbereichs automatisch zu aktivieren.
- Der Abstand Oberkante Kühlring zur Unterkante Kalibriervorrichtung muss mindestens 500 mm betragen. Wenn dies nicht möglich ist, müssen Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (z. B. Schaltleisten) vorhanden sein.

Falls die vorgenannten Werte nicht eingehalten werden, können z.B. folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Zugang zum Gefahrenbereich nur durch eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung, die die Antriebe für die gefahrbringenden Bewegungen stillsetzt.

### 5.8.2 Manuelle Einstellung

Die Einstellung für Durchmesser und Höhe darf im Tippbetrieb mit max. Geschwindigkeit von 100 mm/s erfolgen. Der Gefahrenbereich muss vom Bedienort einsehbar sein.

## 5.9 Dickenmessung

Der Dickenmesskopf muss gegen Herabfallen gesichert sein.

Bestehen Quetsch- und Schergefährdungen durch die reversierende Drehbewegung, werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Kraftbegrenzung so, dass die Drehbewegung von Hand gestoppt werden kann.
- Einzugstellen an Führungsrollen sind durch Abweisbleche zu sichern.

Hinweis: Bei radiometrischen Messeinrichtungen ist die Strahlenschutzverordnung einzuhalten.

## 5.10 Folienabzug

### 5.10.1 Folienflachlegung mit Seitenführung und Seitenfaltung

#### Automatikbetrieb

Für die Verstellung beim Formatwechsel:

- Verstellgeschwindigkeit max. 25 mm/s. Zu allen feststehenden Maschinenteilen muss mindestens ein Abstand von 120mm bestehen.
- Vor dem Anlaufen der Bewegungen ist eine optische oder akustische Anlaufwarnung in der Nähe des Gefahrenbereichs automatisch zu aktivieren.

Falls die vorgenannten Werte nicht eingehalten werden, können z.B. folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Zugang zum Gefahrenbereich durch eine verriegelte trennende Schutzeinrichtung, die die Antriebe für die gefahrbringenden Bewegungen stillsetzt.

#### Manuelle Einstellung

- Die Verstellung darf im Tipbetrieb mit max. Geschwindigkeit von 100 mm/s erfolgen. Der Gefahrenbereich muss vom Bedienort einsehbar sein.

### 5.10.2 Abzugswalzen mit Anpresswalze

Gefährdung durch Einzugs- und Quetschstellen. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

- Der Zugriff zur Einzugsstelle ist durch eine feststehende Schutzeinrichtung zu sichern  
und
- die Anschwenkbewegung der Anpresswalze lässt sich z.B. mit einem Schlüsselschalter sperren. Die Befehleinrichtung zum Anschwenken befindet sich im Sichtbereich der Anpresswalze. Dies kann auch durch den Schlüsselschalter erfolgen.

Falls eine zweite Bedienstelle für das Anschwenken vorhanden ist:

- Das Anschwenken darf durch die zweite Bedienstelle nur ausgelöst werden können, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Vor dem Anschwenken wird eine Anlaufwarnung ausgelöst und die Anschwenkbewegung erfolgt nur, wenn die Walzenrotation<sup>8</sup> vorliegt.

oder

- Einbau einer Bereichssicherung vor der Einzugsstelle, z. B. durch Trittschaltmatte.

### 5.10.3 Reversierung

Die Reversierbewegung ruft Scher- und Quetschstellen hervor. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

- Reversiergeschwindigkeit max. 25 mm/s und
- Reißleine für den Reversierantrieb mit Not-Halt-Funktion, die von allen Quetschstellen leicht erreichbar sein muss.

oder

- Zugang zum Gefahrenbereich durch verriegelte Zugangstür und
- herabsetzen der Reversiergeschwindigkeit auf max. 25 mm/s.

### 5.10.4 Blasfolienturm

Bei der Turmkonstruktion müssen die Normen DIN EN ISO 14122, Teil 1-4 "Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen" berücksichtigt werden.

### 5.10.5 Sicherung von Quetschwalzen

Für das Zusammenfahren von Quetschwalzen sind z.B. folgende Maßnahmen zu realisieren:

- 2-Handsteuerungen
- Tipptaster mit einem Abstand zur Quetschstelle von mindestens 1800 mm
- Tipptaster mit reduzierter Geschwindigkeit auf max. 25 mm/s. Abstand beliebig
- bei allen Maßnahmen muss vom Betätigungsort aus der Gefahrenbereich gut einsehbar sein

---

<sup>8</sup> Es wird davon ausgegangen, dass der Zugriff nur von der Auslaufseite der Walzen möglich ist. Durch die Walzenrotation wird der Zugriff zur Quetschstelle verhindert.

- die Steuerung muss mit der Übernahme des Steuerbefehls mindestens einen  $PI = c$  nach EN 13849 erreichen.

## 6 Schnittstellen zwischen Hersteller und Betreiber

In diesem Abschnitt werden die Bereiche beschrieben, in denen es erfahrungsgemäß Abstimmungsbedarf zwischen Hersteller und Betreiber gibt. Es ist empfehlenswert, diese Fragen bereits vor Vertragsabschluss zu klären:

- In welchen Bereichen sind vom Hersteller Arbeitsbühnen / Aufgänge zu liefern?
- (Filter, Dosierung, Wartungs- und Kontrollpunkte, Vakuumsystem)
- Für welche Tätigkeiten soll der Hersteller Hebezeuge liefern? (Ein- und Ausbau der Schnecken, Ausbau großer Antriebe)
- In welchen Bereichen darf der Betreiber (bereits vorhandene) Komponenten beistellen? (es dürfen keine Behinderungen hervorgerufen werden: z.B. schwere Erreichbarkeit von Not-Halt, erschwelter Ausbau von Maschinenteilen, keine Zugänglichkeit von Filtern)
- Angaben über Lärmpegel der Anlage
- Zuständigkeit für die Konformitäts- oder Einbauerklärung mit Montageanleitung
- beim Einsatz von Materialien, die Gefahrstoffe freisetzen oder die explosionsfähige Atmosphäre freisetzen, ist zu klären, ob zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> In derartigen Fällen kommt der Definition der bestimmungsgemäßen Verwendung eine Schlüsselrolle zu.

## 7 Teilnehmerliste

An den Beratungen nahmen teil:

- Fa. Windmüller & Hölscher, Lengerich
- Fa. Battenfeld Extrusionstechnik, Bad Oeynhausen
- Fa. Kreyenborg GmbH, Münster
- Fa. Brückner Maschinenbau GmbH & Co. KG, Siegsdorf
- Fa. Currenta GmbH & Co. OHG (Bayer/Lanxess), Leverkusen
- Fa. Reifenhäuser, Troisdorf
- Fa. RKW SE Nordhorn
- Fa. Flexofilm GmbH, Holdorf
- Verband Deutscher Sicherheitsingenieure
- Wirtschaftsverband der Deutschen Kautschukindustrie Frankfurt
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, Frankfurt
- HMBG, Düsseldorf
- BG RCI Heidelberg

## 8 Bildanhang

### 8.1 Flachfolienanlage mit Kühlwalze

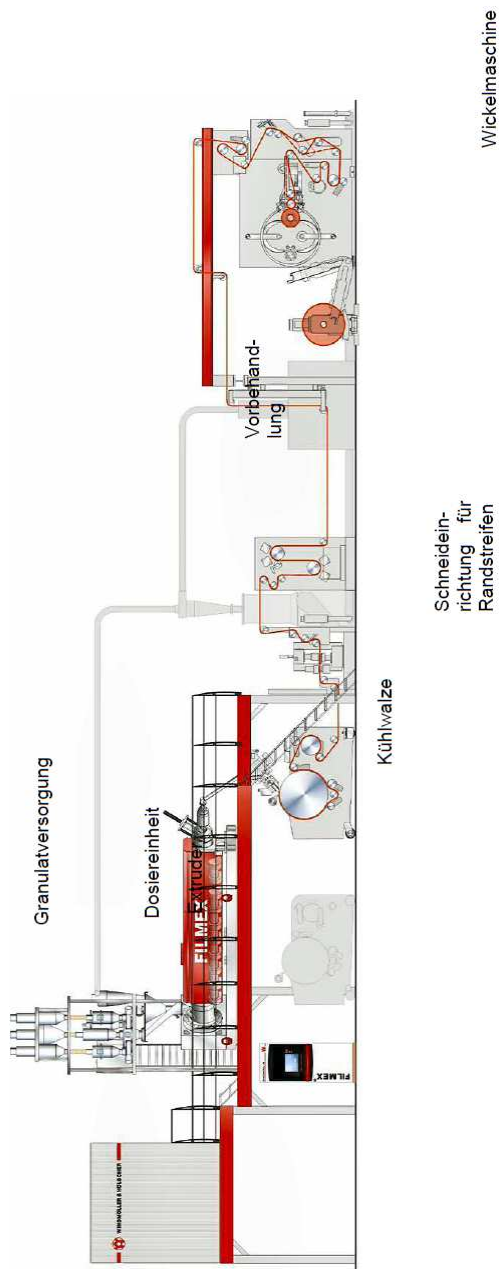


Abbildung 5: Typischer Aufbau einer Flachfolienanlage mit wichtigen Baugruppen

## 8.2 Blasfolienanlage

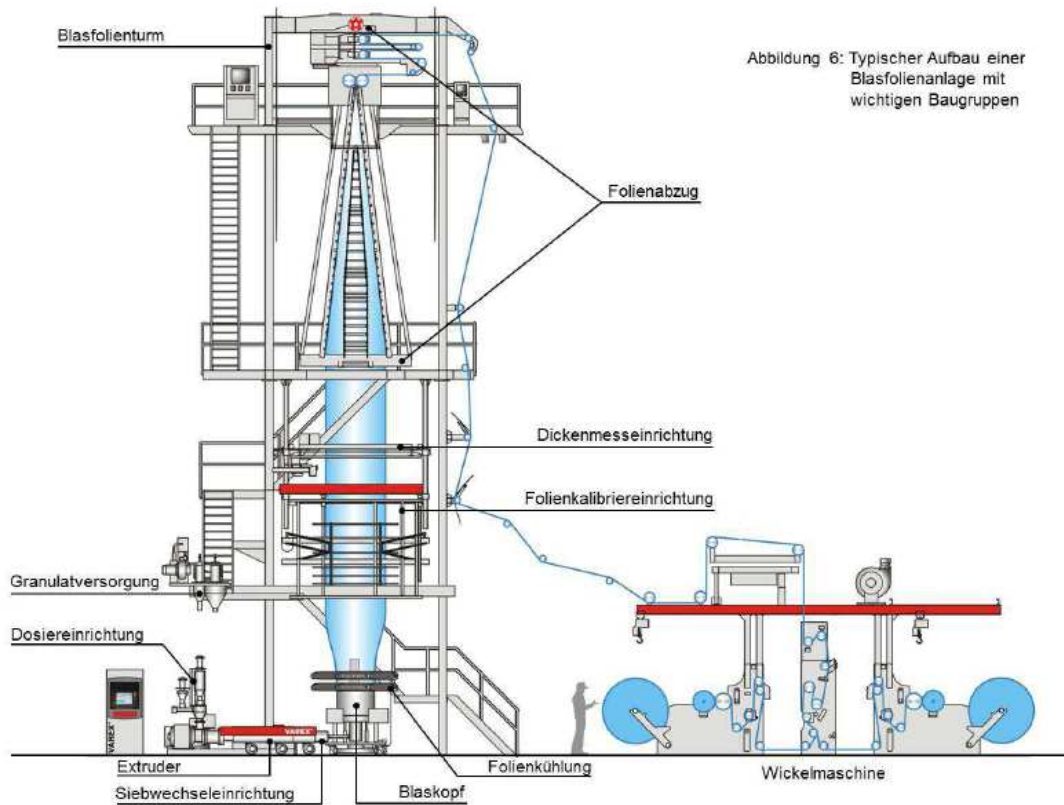


Abbildung 6: Typischer Aufbau einer  
Blasfolienanlage mit  
wichtigen Baugruppen

Abbildung 6: Typischer Aufbau einer Blasfolienanlage