

## Folien – Herstellungsprozesse

- Kalandrierung
- Extrusion
- Coextrusion
- Blasextrusion
- Blascoextrusion
- Beschichten / Laminieren
- Recken / Orientieren
- Flexodruck

### Kalandrierung

Unter Kalandrieren versteht man ein Verfahren, das die Herstellung qualitativ hochwertiger Folien in großen Produktionslosen ermöglicht. Es ist vor allem für die Herstellung von PVC-Folien geeignet, es können aber auch andere Polymere wie PE, PP, ABS und weitere Thermoplaste zu Folien kalandriert werden. Ein wichtiger Aspekt der Kalandrierung von Folien ist die Möglichkeit der Gestaltung der Oberfläche, wie beispielsweise das Prägen der Folien oder die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Folien durch Verstrecken.

Beim Kalandrieren wird das Polymer unter Einwirkung von Wärme und Druck in einem Extruder/Kneter aufgeschmolzen und compoundiert. Mithilfe von Kalandrierwalzen wird die Masse zu einer Folie ausgewalzt. Die verwendete Rezeptur und die Verarbeitungsbedingungen verleihen der Folie ihre besonderen Eigenschaften. Eine typische Kalandrierlinie umfasst folgende Stationen.

### **Dosier- und Mischvorrichtungen für das Rohmaterial**

Zur Herstellung von Folien werden sowohl flüssige als auch feste Rohstoffe verwendet. Die festen Materialien werden pneumatisch aus Silos in Behälter befördert, in Chargen abgewogen und in einen Hochgeschwindigkeitsmischer gefüllt. Die flüssigen Zuschlagstoffe werden mithilfe von Kolbenpumpen oder anderen Volumendosiervorrichtungen dosiert.

### **Aufbereitung und Beschickung**

Die Aufbereitung des Materials erfolgt in einem kontinuierlichen Mischprozess. Der Extruder wird mit dem aufgearbeiteten Rohstoff beschickt. Die gleichmäßige Aufbereitung des Rohstoffs gewährleistet eine minimale Wärmebeeinflussung und durchgängige Dosierung, die Einfluß auf Farbe, Foliendicke und Oberfläche hat.

## Konfiguration des Walzenstuhls

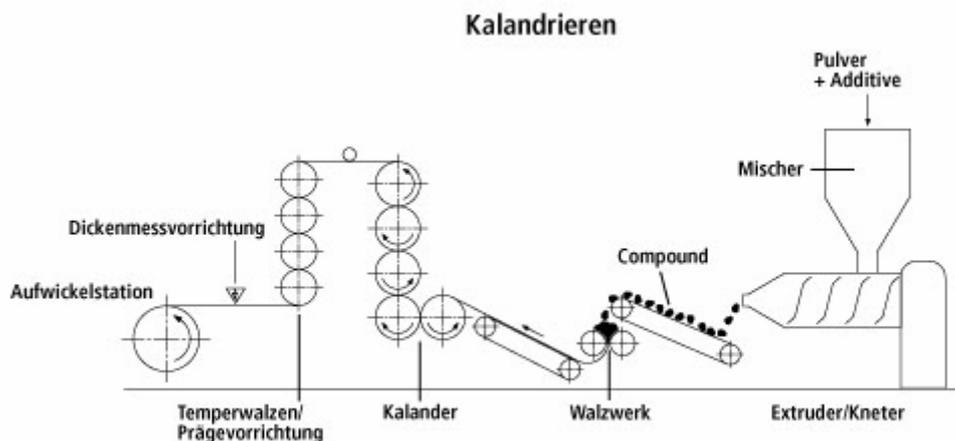
Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen zwei vorherrschenden Walzenstuhlformen, nämlich dem „L“-Kalender und dem „Inverted L“-Kalender mit 4 bis 7 Walzen. Die Walzen werden angetrieben; ihre Temperatur wird geregelt. Die Temperatur und Drehgeschwindigkeit der Walzen beeinflusst die Eigenschaften der kalandrierten Folie.

## Temperwalzen/Prägevorrichtung

Die Folie tritt zwischen einer Prägewalze und einer gekühlten Gummiwalze hindurch. Die Prägeeinheit verleiht der Folie definierte Oberflächenmerkmale. Um einen definierte Effekt auf der Folie zu erzeugen, können die Walzen unterschiedlich ausgebildet sein.

## Wickelstation

Die Wickelstation umfasst eine Vorrichtung für den Randbeschnitt sowie die Vorrichtung für den Inline-Rollenschneider.



## Extrusion

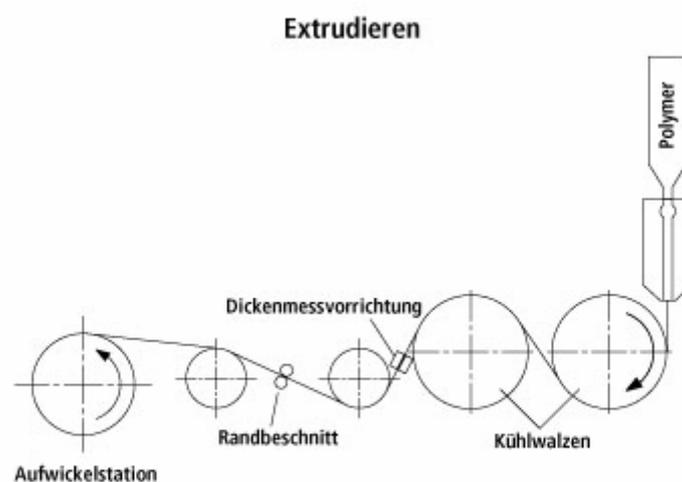
Beim Extrudieren wird Kunststoff in Pulver- oder Granulatform zu einer kontinuierlichen, gleichmäßigen Schmelze verarbeitet, die ein Werkzeug mit einem bestimmten Querschnitt passiert und nach Abkühlen die gewünschte Form erhält. Der Extrusionsprozess ermöglicht die Herstellung von Profilen, Platten, und Granulaten.

Das Rohmaterial in Granulat- oder Pulverform wird pneumatisch aus Silos in Behälter gefüllt, in Chargen abgewogen und gelangt durch eine vertikale Öffnung in die Beschickungssektion des Extruders, wo es einer rotierenden Schnecke zugeführt wird. Das Material wird im Extruder auf eine bestimmte Temperatur erwärmt und von der Schnecke mit einem bestimmten Druck zu dem Formwerkzeug transportiert. Die Temperaturen der verschiedenen Extruderzonen richten sich nach dem jeweiligen Werkstoff, der Schneckenkonstruktion und den Verarbeitungszielen.

### **Chill-Roll-Extrusion (Gießfolienextrusion)**

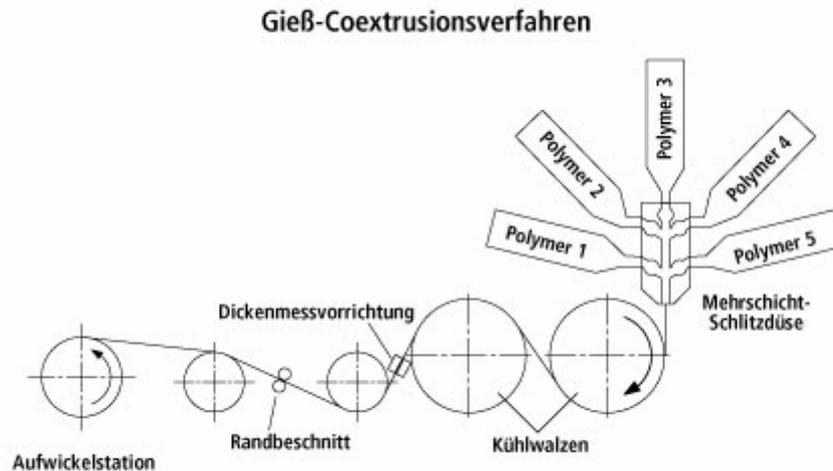
Das Gießen von Folien ist ein kontinuierlicher Vorgang, bei dem ein thermoplastischer Werkstoff geschmolzen und durch ein flaches Werkzeug auf eine Kühlwalze extrudiert wird, wo er abgekühlt und wieder verfestigt wird. Die dabei entstehende Folie wird von der Kühlwalze abgezogen und zur weiteren Verarbeitung oder Veredelung zu einer Rolle aufgewickelt.

Im Anschluss an die Abkühlwalzen passiert die Folie eine Dickenmessvorrichtung. Zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften werden Folien häufig coronabehandelt, um eine bessere Haftung von Laminaten oder Farben zu erzielen, oder siliconbeschichtet, um eine bessere Entstapelung zu erzielen. Zum Schluss gelangt die Folie zur Wickelstation, die wiederum Schneidvorrichtungen für den Randbeschnitt sowie In-Line-Rollenschneider umfasst.



## Chill-Roll-Coextrusionsverfahren

Bei dem Chill-Roll-Coextrusionsverfahren werden verschiedene Polymere zu einer Mehrschichtfolie kombiniert, um die unterschiedlichen mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Polymere zu nutzen. Hierbei speisen mehrere Extruder eine einzelne Schlitzdüse.

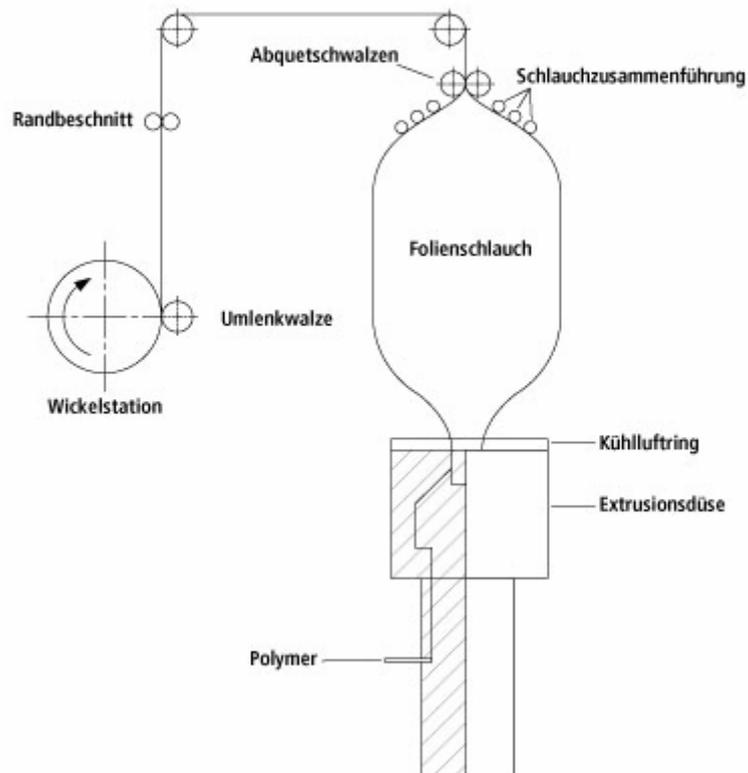


## Blasfolienextrusion

Blasfolien werden normalerweise vertikal in Schlauchform extrudiert, gekühlt, zusammengelegt und als Folie aufgewickelt. Nach Austreten aus der Runddüse wird der extrudierte Folienschlauch aufgeblasen und mithilfe von Kühlluft aus einem Kühlring an der Außenseite abgekühlt. In einigen Fällen erfolgt die Kühlung auch von der Innenseite des Schlauchs.

Sobald das Polymer unter den Schmelztemperaturbereich abgekühlt ist, wird der Schlauch mithilfe von zwei gegenüberliegenden Gleitwalzen zusammengelegt, bevor er von den Abquetschwalzen abgezogen wird. Der jetzt flachgelegte Schlauch wird von Führungsrollen zur nachgeordneten Schneidvorrichtung transportiert und in einzelne Bahnen konfektioniert. Anschließend wird die Folie zu Folienrollen aufgewickelt. Außerdem kann die Folie auch in einer In-Line-Siegelmaschine zu Beuteln verarbeitet werden.

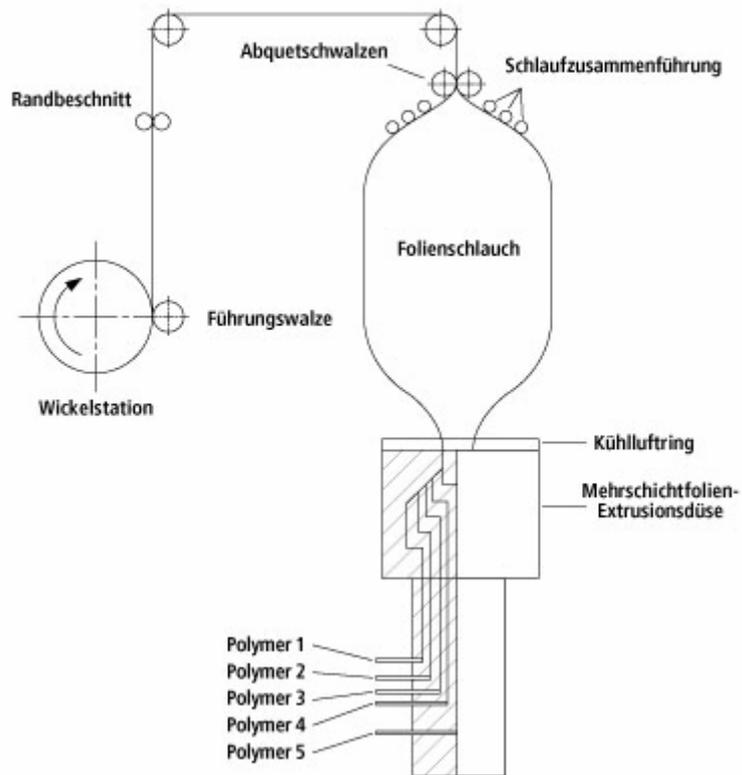
## Blasfolien-Extrusion



### ***Blasfoliencoextrusion***

Die Blasfoliencoextrusion ist eine Technik, die zunehmend an Bedeutung gewinnt, um Folien aus mehreren Polymeren herzustellen, beispielsweise Mehrschichtfolien. Diese Technik setzt mehrere Extruder und spezielle Düsenwerkzeuge voraus, um die betreffenden Schichten zusammenzuführen.

## Balsfolien-Coextrusion

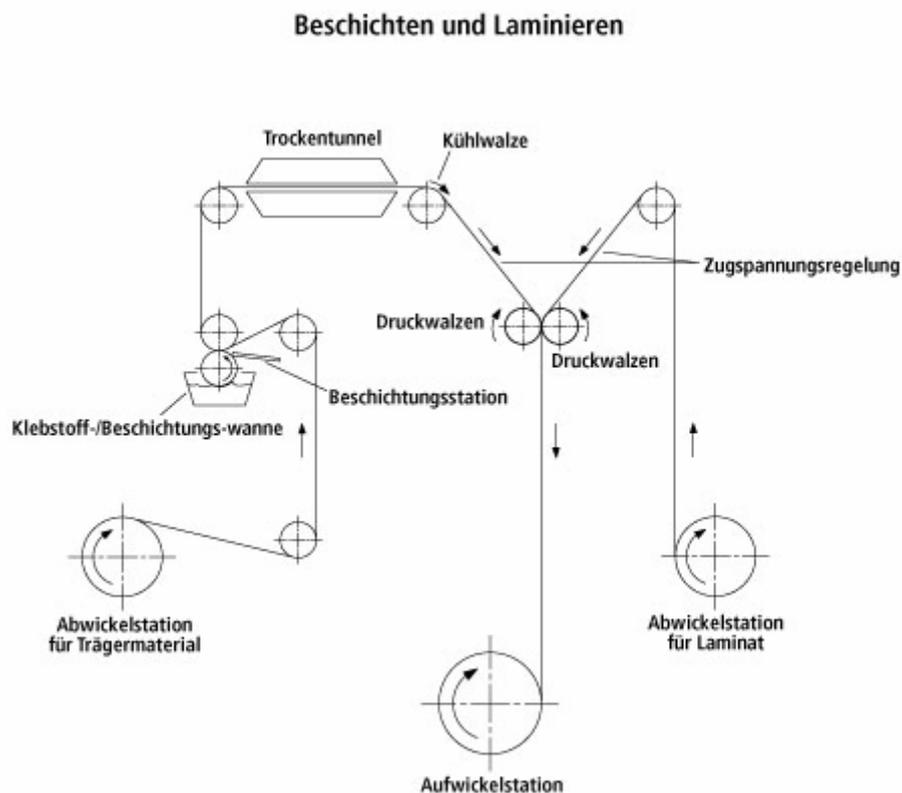


## Beschichten und Laminieren

Beim Beschichten und Laminieren werden zwei oder mehrere Polymerschichten miteinander verbunden. Die Beschichtung und Laminierung wird unter anderem eingesetzt, um eine bedruckte oder dekorierte Folie auf eine andere Folie aufzubringen, um eine strapazierfähige Oberfläche oder eine Schutzschicht auf eine bedruckte oder dekorierte Oberfläche aufzubringen oder um Materialien mit unterschiedlichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften zu kombinieren.

Die beim Beschichten und Laminieren von Folien vorwiegend verwendeten Verfahren sind das Aufschmelzen, die Nassverklebung und die Heißlaminierung. Beim Aufschmelzen werden zwei oder mehrere Folienschichten unter Druck und Wärmeeinwirkung miteinander verbunden. Bei der Nassverklebung werden Folienverbunde hergestellt, indem zunächst ein Klebstoff aufgebracht und danach die einzelnen Schichten unter Druck in einem kontinuierlichen Prozess miteinander verbunden werden. Bei der Heißlaminierung wird eine vorbeschichtete Folie erwärmt, wodurch der zuvor aufgetragene Haftvermittler reaktiviert wird, so dass er seine Verbundkraft entwickeln kann.

Neben dem Laminieren können auch spezielle Beschichtungen aufgetragen werden, um der Folie bestimmte Eigenschaften zu verleihen, beispielsweise eine Barriere gegen Wasserdampf oder Gase.



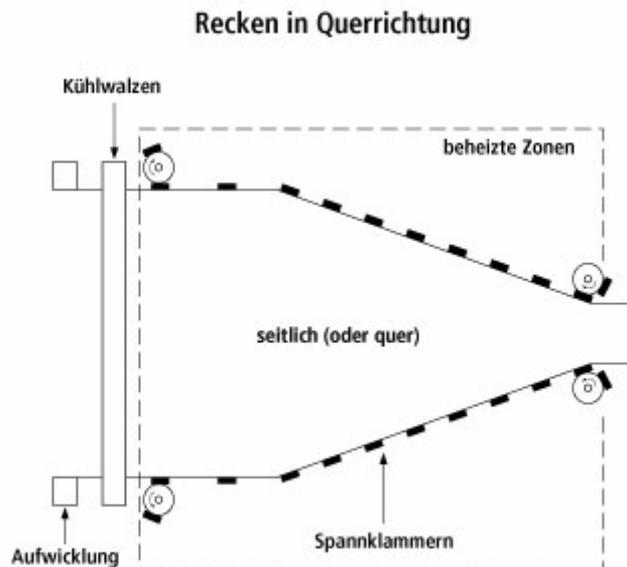
## Recken / Orientieren

Zur Herstellung von Schrumpffolien werden die Folien gereckt. Hierbei unterscheidet man in Querrichtung gereckte und in Längsrichtung (Maschinenrichtung) gereckte Folien.

### Recken in Querrichtung

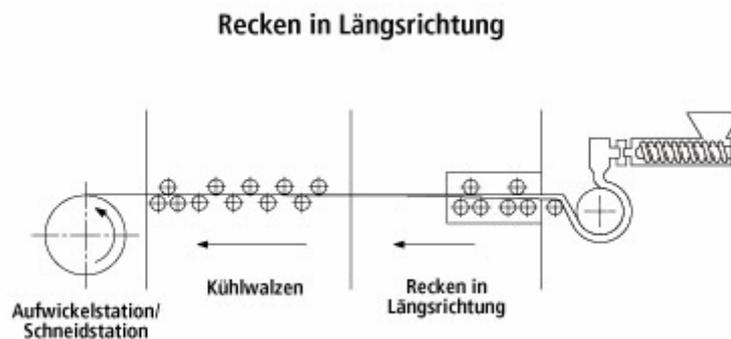
Durch das Recken in Querrichtung wird die Folie quer zur Maschinenrichtung uniaxial gereckt oder orientiert. Hierbei werden entsprechende Spanntechniken zur Erzielung der gewünschten Schrumpfeigenschaften verwendet. Die zum Recken von Kunststoffen in Querrichtung verwendete Vorrichtung wird als Reckrahmen bezeichnet.

Die Folie wird einem Reckrahmen zugeführt, der aus zwei divergierenden Endlosbahnen oder Ketten besteht, an denen die Folie mithilfe von Spannklammern befestigt wird. Diese Spannklammern halten die Folie fest, so dass sie während des Transports in Querrichtung gereckt wird. Der Reckbereich wird unter genauer Temperaturregelung erwärmt. Hierzu passiert die Folie normalerweise einen Temperofen. Beim Austreten aus dem Reckrahmen kühlt die Folie über einer Reihe von Kühlwalzen ab und wird dann aufgewickelt.



## Recken in Längsrichtung

Durch das Recken in Längsrichtung wird die Folie während des Kalandrierens zur Erzielung der gewünschten Schrumpfeigenschaften uniaxial in Maschinenlaufrichtung gereckt oder orientiert. Nach Austreten aus dem Kalandrierer wird die Folie in einer Vorrichtung in Längsrichtung über Rollen gereckt, die mit unterschiedlicher Geschwindigkeit laufen. Die Rollen sind beheizt, um die Folie auf die für das Verfahren geeignete Temperatur zu erwärmen. Unter diesen Bedingungen wird die Folie in Maschinenrichtung, d.h. in Längsrichtung verstreckt. Anschließend kühlt die Folie ab und erhält dabei ihre Orientierung.



## Bedrucken im Flexodruck

Bei diesem Hochdruckverfahren liegen die zu bedruckenden Bereiche erhaben, so dass die Farbe durch Gegendruck auf die Folie übertragen wird. Für jede Farbe kommt ein separates Druckwerk zum Einsatz.

