

Die luftdichte Abdeckung von Silagen

Dr. Hansjörg Nußbaum

Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf

Das Konservierungsprinzip bei der Silagebereitung beruht neben einer raschen Ansäuerung auf luftdichter Lagerung. Je schneller nach der letzten Befüllung- und dem Nachwalzen ein luftdichter Abschluss mittels Silofolien hergestellt wird, desto günstigere Gärbedingungen werden geschaffen. Das Risiko der Schimmelbildung und Nacherwärmung wird so vermindert. Gleichzeitig verhindert eine sorgfältige Abdeckung das Eindringen von Regenwasser. Derzeit sind verschiedene Silofolien und Abdecksysteme auf dem Markt. Der nachfolgenden Beitrag von Dr. Hansjörg Nußbaum von der Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf (Baden-Württemberg) stellt einen Überblick über gängige Abdecksysteme sowie Einsatzempfehlungen dar.

Anforderungen an PE-Silofolien

Silofolien werden derzeit fast ausschließlich aus umweltfreundlichem Polyethylen (PE) in verschiedenen Farben (weiß, schwarz, grün, schwarz-grau, schwarz-weiß), Breiten (4 - 16 m), Dicken von 100-200 µm und drei Qualitätsklassen (Standard, Qualität, DLG-geprüft) mit einer Preisspanne von etwa 0,20 bis 0,40 €/m² angeboten. Die Verwendung **DLG-geprüfter Folien** ist dabei trotz tendenziell etwas höherem Preis anzuraten, weil sie u.a. auf Materialbeschaffenheit, Folienstärke, Reißkraft, Reißfestigkeit, Dehnfähigkeit und Gasdurchlässigkeit sowie Säurebeständigkeit und Alterungsverhalten für den Silageeinsatz neutral überprüft worden sind. Ferner wird auf Gehalt an Regeneraten und physiologische Unbedenklichkeit geachtet. Einige DLG-geprüfte Silofolien enthalten eine regenerathaltige Mittellage. Bei der Verwendung von nicht DLG-geprüften Silofolien sollte besonders auf die vorgenannten Merkmale geachtet werden.

Einfärbung

Silofolien sind meist einfarbig weiß oder schwarz eingefärbt. Bei zweifarbigen Silofolien ist die Oberseite weiß und die Unterseite schwarz oder auch grün.

Transparente Folien eignen sich nicht als Siloabdeckfolien, weil sie nicht UV-stabilisiert sind und im Laufe der Zeit die erforderliche Gasdichtigkeit verlieren. Sie sind lediglich als Unterziehfolie geeignet.

Weißer Silofolien reflektieren einen Anteil der Sonneneinstrahlung und vermindern dadurch die Erwärmung des Futters unter der Folie. Die Siloabdeckung mit weißer Folie ist dort angebracht, wo sie der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist und nicht ganzflächig, etwa mit Sand oder schwarzer Abdeckplane, beschwert wird.

Schwarze Silofolien erhalten durch den Zusatz von Ruß ihre Farbe. Sie zeichnen sich durch eine hohe UV-Stabilität aus (Witterungsbeständigkeit).

Grüne Silofolien: Unter grüner Silofolie erwärmt sich der Futterstock nahezu ebenso stark wie unter schwarzer Folie. Da die UV-Stabilisierung grüner Folien aufwendiger und komplizierter ist, sind solche Folien teurer. Ihre grüne Farbe ist unter Umständen jedoch optisch weniger störend.

Mehrschichtfolien, bestehend aus einer weißen Oberfolie und einer schwarzen Unterfolie, die untrennbar miteinander verbunden sind. Man versucht so, die Vorzüge weißer und schwarzer Folien zu kombinieren. Durch die schwarze Unterfolie ist eine fast völlige

Lichtundurchlässigkeit gegeben. Bei Kostengleichheit mit schwarz eingefärbter Qualitätsware kann der Einsatz empfohlen werden.

Empfehlung:

Hinsichtlich Folienfarbe kann uneingeschränkt schwarze Folie empfohlen werden, auch wenn direkt unter der schwarzen Folie die Temperatur höher als unter weißer Folie liegt (z. B. im Hochsommer 60 °C gegenüber 45 °C). Da sich die erhöhte Temperatur nur maximal 10 bis 15 cm weit in die Silage hinein fortsetzt und zudem keine Einflüsse auf die Silagequalität festgestellt werden können, ist der Einsatz auch bei längerer Lagerungsdauer (z.B. Grassilage 1. Aufwuchs) möglich. Bei Rundballensilage liegen schwedische Ergebnisse vor, die für den bevorzugten Einsatz weißer Stretchfolie sprechen.

Kontrolle der Folienqualität

Beim Kauf sollte die Folienverpackung nicht beschädigt sein. Rollenware ist besonders an beiden Enden, den Faltstellen der Folie gefährdet. Folienrollen sollten daher liegend gelagert werden. Der Folienhersteller sollte auf dem Verpackungsetikett und der Folie eindeutig erkennbar sein. Der Folienaufkleber ist für eventuelle Ansprüche bei Beanstandungen aufzuheben. Vor dem Einsatz sind folgende Kontrollen an der Folie möglich:

Oberfläche: Sie soll sich wachsartig anfühlen und glänzen. Sie darf nicht stumpf sein und keine sichtbaren Unregelmäßigkeiten aufweisen.

Gleichmäßigkeit: Gegen Licht gehalten dürfen gute Folien keine Schlieren oder Körnungen zeigen.

Foliendicke: Polyethylen hat ein spezifisches Gewicht von 0,92 g/cm³.

100 m² einer 0,15 mm dicken Folie wiegen demnach 13,8 kg.

100 m² einer 0,20 mm dicken Folie wiegen demnach 18,4 kg.

Eine Rolle von 10 x 50 m = 500 m² muss somit ca. 69 kg bzw. 92 kg wiegen zuzüglich 1 kg bis 2 kg Verpackungsmaterial.

Beim Kauf sind Qualitätsfolien „DLG-geprüft“ bzw. von bekannten Herstellern zu bevorzugen. Bei „billigen“ Folien ist Vorsicht geboten, da die Gefahr besteht, dass diese den hohen Qualitätsanforderungen nicht entsprechen. Zudem gilt, dass Futterverluste aufgrund ungeeigneter Abdeckfolie letztendlich teurer kommen als der Mehrpreis für eine geprüfte, qualitativ bessere Silofolie.

Arten von Silofolie

Unterziehfolie

Sauerstoff ist der Auslöser für Schimmelbildung in Silagen und begünstigt das unerwünschte Wachstum von Hefepilzen (Nacherwärmung). Je enger sich eine Folie dem Futterstock anpasst, desto weniger Sauerstoff verbleibt nach dem Abdecken im Silo bzw. desto weniger Sauerstoff kann bei der Entnahme in den Futterstock eindringen. Eine dünne, transparente oder leicht grün eingefärbte Unterziehfolie (40 oder 50 µm) „saugt“ sich durch Adhäsion quasi dem frischsiliierten Futter an, deshalb wird bei dieser Folie auch von „Saugfolie“

gesprächen. Der Einsatz einer transparenten Unterziehfolie (Preis: ca. 0,08 bis 0,10 €/m² incl. MwSt.) ist unabhängig von der Art der zusätzlichen Silofolie grundsätzlich zu empfehlen.

Silofolie

Die „normale“ Silofolie weist üblicherweise eine Stärke von 120 bis 200 µm auf und wird in den Farben weiß, schwarz, schwarz-weiß sowie schwarz-grau angeboten. Neuerdings gelangen auch Folien mit 120 µm auf den Markt, die nur bei Vorliegen einer am DLG-Standard orientierten Qualitätsuntersuchung und dem Einsatz eines zusätzlichen Schutzgewebes zu empfehlen sind. [Wir haben sehr gute Ergebnisse mit dieser Folie erzielt.](#) Silofolien haben die Aufgabe, die Unterziehfolie vor UV-Licht und mechanischer Belastung zu schützen. Wenn starke mechanische Beanspruchungen [und Krähen oder andere Vogelarten die Folien beschädigen](#) zu erwarten sind, sollte als dritte Schicht über die Unterzieh- und Silofolie ein Schutzgewebe oder ein Schutzgitter gezogen werden. Wegen hoher Anforderungen an die Luftdichtigkeit sind Silofolien der Stärken 120 bis 200 µm nur für den einmaligen Gebrauch zu empfehlen.

Multisilofolie

Multisilofolien (500 µm) kommen seit einigen Jahren verstärkt zum Einsatz, insbesondere in Betrieben mit ganzjähriger Silagefütterung. Dort werden diese Folien mindestens zweimal jährlich (Gras- und Maissilage) eingesetzt. Sie wiegen rund 475 g/m² und liegen auch bei stärkerem Wind sicher auf der Silage. Sie haben herstellerseits eine fünfjährige Garantie und werden kostenlos zurückgenommen. Der Folienpreis liegt derzeit (incl. MwSt.) bei rund 1,70 bis 1,90 €/m². Multifolien werden in 6 Meter breiten Bahnen in unterschiedlichen Längen angeboten. Aufgrund der Dicke sind sie sperriger als normale Folien und benötigen zwingend eine Unterziehfolie. Die Bahnen werden analog Dachplatten so auf den Futterstock gelegt, dass das Regenwasser nicht zwischen den Bahnen in die Silage eindringt. An den rund 30 cm breiten Stößen muss eine Beschwerung mit Silokiesssäcken erfolgen.

Gewebefolien

Gewebefolien in der Art von Lastwagenplanen weisen ein Flächengewicht von rund 650 g/m² auf. Sie sind aufgrund gestiegener Rohstoffpreise kaum unter 5,40 - 5,50 €/m² zu bekommen. Auch sie benötigen zwingend eine dünne Unterziehfolie. Durch das hohe Flächengewicht liegen die Folien flatterfrei und sind zudem mechanisch gut belastbar.

Randfolie

Randfolie kann bei Fahrsiloplanen als Wandschutz und zur Abdichtung der Silowände sowie oberen Siloecken eingesetzt werden. Dazu wird eine 2 bis 6 Meter breite Folie (Stärke und Preis analog „normaler“ Silofolie bzw. Folie aus dem Vorjahr verwenden) an die Seitenwand angebracht und der überstehende Teil über die Wand hinausgeschlagen. Nach der Befüllung legt man die überstehende Folie nach innen auf den Futterstock. Danach kann wie gewohnt die Unterzieh- und Silofolie aufgebracht werden.

Stretch oder Wickelfolien

Stretchfolie für Rund- und Quaderballen weisen eine Stärke von 25 µm und eine Breite von 50 oder 75 cm auf. Da sie starken mechanischen Belastungen, insbesondere an den Ballenkanten, ausgesetzt sind (Vorstretchung von 50 - 70 %), sollten nur DLG-geprüfte Folien eingesetzt werden. Derzeit sind 4 Folien positiv geprüft. Diese gibt es in den Farben weiß und grün, wobei letztere aus Gründen des Landschaftsbildes zunehmend Verwendung finden. Neben der Stretchqualität (Dehnungsfähigkeit) ist auf ausreichende und gleichbleibende Kleberbeschichtung zu achten.

Bodenfolie

Wird Grünfütter mit einem TM-Gehalt von unter 30 % in Foliensilos oder Erdmieten siliert, so ist aus Gründen des Umweltschutzes eine Basisdichtung erforderlich, die verhindert, dass Gärtsaft in das Grundwasser gelangt. Als Alternative zur wasserundurchlässigen Betonplatte kann man als Behelfs- oder Übergangslösung eine Bodenfolie (200 oder 500 µm) verwenden. Für die Anlage von Foliensilos bzw. Feldmieten mit oder ohne Bodenfolie sind entsprechende Vorschriften (Standort, Abstand zu Oberflächengewässern, Ableiten von Gärtsaft in Gruben etc.) zu beachten. Hinweise hierzu sind in verschiedenen Broschüren der Landwirtschaftskammern bzw. der Landwirtschaftsverwaltungen der einzelnen Bundesländer („Umweltfreundliche Silagebereitung“) zu entnehmen.

Schutzgewebe, Schutzgitter und Siloschutzfliese

Schutzgewebe sollen die Silofolie vor mechanischen Einwirkungen (Vögel, Haustiere, Hagel, spielende Kinder etc.) schützen und Flatter- sowie Pumpbewegungen der Folie verhindern. Je nach Flächengewicht (ab 200g/m² bis 300g/m²) müssen Kosten von 1,50 bis 2,30 €/m² kalkuliert werden. Schutzgitter (300 - 400 g/m²) kosten um 2,50 €/m². Das Schutzgewebe wird normalerweise direkt auf die Silofolie gelegt. Wenn jedoch Rabenvögel die Folie durch das Gewebe hindurch anpicken (z. B. in der Nähe von Deponien), kann zwischen der Folie und dem Gewebe eine Reifenschicht für den notwendigen Sicherheitsabstand sorgen. Neben Gewebe oder Gitter gibt es auch Siloschutzfliese aus UV-stabilisierten Polypropylenfasern auf dem Markt, die hohe Lichtundurchlässigkeit und Festigkeit aufweisen. Die grünen Fliese haben ein Flächengewicht von 200 g/m² und kosten rund 1,80 €/m². Siloschutzgewebe, -gitter oder Fliese müssen auch bei Rundballen- oder Quaderballenhaufen als Schutz vor mechanischen Belastungen bei Freilandlagerung eingesetzt werden.

Foliensilos sollte man zur Minderung des Risikos vor Beschädigungen durch Großtiere durch Einzäunung schützen.

Zubehör

Silokiessäcke (29x120 cm bzw. 25x100 cm) mit langen Laschen für den Reihenverband bei der Folienbeschwerung werden zu etwa 70-80 % des Volumens mit rundem Kiesel (Körnung: 2 bis 8 mm) gefüllt, damit sich die Säcke dem Futterstock gut anpassen und Regenwasser problemlos durchsickern kann. Autoreifen sollten für diese Funktion der Vergangenheit angehören (Handhabung, Umwelt), allenfalls aufgeschnittene Reifenscheiben (rund 0,50 €/Stück) zur flächigen Beschwerung sind noch denkbar. Silogewebesäcke kosten je nach Qualität und Größe zwischen 1,00 und 1,50 €/Stück.

Silokiessäcke kann man mit einem umgebauten Schleuderdüngerstreuer ohne Fremdhilfe relativ einfach befüllen. Dazu wird der Streumechanismus entfernt und dafür ein Schieber eingebaut. Mit dem Frontlader wird der Kies in den Trichter gefüllt. Ähnlich funktioniert die Befüllung mit einem normalen Kipper und angebautem Schieber. Die gefüllten Säcke können auf Paletten gelagert und transportiert werden.

Für angeschrägte Futterstöcke sowie Doppelbarrieren am Siloende bieten sich alte Förderbänder oder spezielle Gummibänder aus Altreifen (10m x 20 cm, 25,- bis 30,- €/Stück) als zusätzliche Beschwerung und Rutschsicherung für Silosäcke an. Sollen Silofolien haftend mit der Silowand verbunden werden, gibt es Silofolienkleber in Kartuschen (5,- bis 6,- €/Kartusche), wobei eine Füllung für rund 10 m ausreicht.

Schäden an Silofolie sollten rasch mit entsprechenden Klebebändern (2,00 - 2,50 €/je Band mit 10 m Länge, 10 cm Breite) wieder verschlossen werden, ansonsten gehen von Verletzungen rasch Schimmelbildung und Erwärmung in der Silage aus. Insbesondere bei Rund- und Quaderballen sind auch Totalverluste möglich. Sind größere Foliensrisse bzw. Beschädigungen aufgetreten, so ist der Silostapel neu abzudecken, wobei dann eine Oberflächenbehandlung von mit Wasser verdünnter Propionsäure (1:3) sinnvoll ist.

Aufbau der Siloabdeckung

Unabhängig von der Art der eingesetzten Silofolie sollte die Siloabdeckung bei festen Siloanlagen über den seitlichen Rand gezogen werden (Abbildung 1). Damit wird verhindert, dass Regenwasser und folglich Sauerstoff in die Silage eingetragen wird. Verfaulte, modrige Silageecken können so verhindert werden. Schrägstehende Wände und ein seitlicher Erdwall begünstigen diese Art der Qualitätssicherung.

Sowohl bei Siloanlagen mit als auch ohne feste Wände (Abbildung 2) sollte grundsätzlich eine Unterziehfolie sowie eine Silofolie zur Abdeckung eingesetzt werden. Dieser Grundaufbau kann mit einem Siloschutzgewebe oder -gitter als dritte Lage kombiniert werden. Ausgediente Förderbänder oder Lastwagenplanen können alternativ dazu ebenfalls als Schutz vor Wind und mechanischen Verletzungen dienen. Bei stärkeren Folien (Multifolie oder Gewebefolie) kann auf das Schutzgewebe verzichtet werden, nicht aber auf die jährlich zu erneuernde Unterziehfolie.

Kostenvergleich

Lohnt sich der Einsatz einer mehrjährig nutzbaren Folie (Multifolie bzw. Gewebefolie) oder ist der jährliche Folienwechsel günstiger? Unterziehfolie und „normale“ Silofolie (150 - 200 µm) als Standardabdeckung müssen jährlich erneuert werden. Je nach Landkreis fallen für Altfolien unterschiedliche Kosten an, die in der Regel über das Gewicht berechnet werden. Derzeit liegen die Entsorgungskosten zwischen 100,- und 400,- €/je Tonne Altfolie. Daraus resultiert je nach Verschmutzung und Folienstärke ein Entsorgungspreis von 0,02 bis 0,08 €/m² Folie. In der nachstehenden Kalkulation (Tabelle 1) wird deshalb beim Vergleich der unterschiedlichen Abdecksysteme im Mittel 0,05 €/m² für die herkömmlichen Folien angesetzt.

Der nachfolgende Kostenvergleich zu derzeitigen Kosten, die sich aufgrund veränderter Rohstoffpreisen jedoch rasch ändern können, betrachtet vier verschiedene Abdecksysteme (Aufbau und unterstellte Preise sind in Tabelle 1 dargestellt). Die Kosten sind in **€/m² und Jahr** angegeben sind. Wird eine Folie wie die Multi- oder Gewebefolie zweimal pro Jahr eingesetzt, so sind die Kosten in der Grafik statt als €/m² und Jahr als Kosten in **€/m² und Anwendungsfall** zu lesen.

Bei System 1 besteht die komplette Abdeckung aus Unterzieh- und Silofolie. Es wird mit einem mittleren Folienpreis von 0,27 €/m² gerechnet. System 2 ist gleich aufgebaut, verwendet aber zusätzlich ein Schutzgitter (2,35 €/m²).

Bei System 3 wird neben der Unterziehfolie ausschließlich eine schwarze Multifolie eingesetzt. Zur Zeit ist ein Preis von 1,85 €/m² aktuell, bei größeren Abnahmemengen liegt der Preis zwischen 1,70 bis 1,80 €/m². Die Abdeckung mit einer planeähnlichen Gewebefolie ist in System 4 mit einem Folienpreis von 5,45 €/m² dargestellt. Sowohl bei Multifolie

(garantierte Rücknahme) als auch bei Gewebefolie sind keine Entsorgungskosten veranschlagt.

Tabelle 1: Aufbau und unterstellte Kosten (€m²) unterschiedlicher Siloabdecksysteme

System	1	2	3	4
Anschaffungspreis	€m ²	€m ²	€m ²	€m ²
Folienart				
Unterziehfolie	0,09	0,09	0,09	0,09
Silofolie	0,27	0,27		
Multifolie			1,85	
Gewebefolie				5,45
Schutzgitter		2,35		
Entsorgung	0,05	0,05		

Bei allen Abdeckungsvarianten ist ein Zinsansatz von 6 % p.a. angesetzt. Unterstellt ist darüber hinaus, dass bei allen Abdeckungen die gleiche Silagequalität erhalten bleibt. Ansonsten müssten die Einflüsse auf Futterqualität (TS- und Energieverluste) sowie Futteraufnahme mit in die Berechnung einbezogen werden.

Bei System 1 fallen jährlich gleichbleibende Kosten von 0,43 €m² an (Grafik 1). System 2 weist aufgrund zusätzlicher Schutzgitter bereits Kosten von 0,73 €m² auf. Kommt statt des günstigeren Schutzgitters ein Schutzgewebe (derzeit rund 2,75 €m², 10-jährige Nutzung unterstellt) zum Einsatz, liegen die jährlichen Kosten im dreilagigen System 2 bereits bei rund 0,76 €m².

Bei Verwendung von Multi- oder Gewebefolie bestimmt die Einsatzdauer die jährlichen Kosten. Multifolie ist bei einem Anschaffungspreis von 1,85 €m² bereits bei viermaligem Einsatz günstiger als das dreilagige System 2. Im Vergleich zu System 1 mit ausschließlich Unterzieh- und Silofolie muss die Multifolie sechsmal zum Einsatz kommen. Die Gewebefolie rechnet sich im Vergleich zum dreilagigen System erst ab mindestens elfmaliger Nutzung. Je höher die Entsorgungskosten zu veranschlagen sind, desto eher rechnet sich dabei ein mehrjährig verwendbares Abdeckungssystem.

Umweltfreundliche Entsorgung von Altfolien

Gebrauchte Silofolien können als Zweitfolie anstatt eines Schutzgewebes für eine weitere Silierperiode eingesetzt werden. Ausgebrauchte und dann herumliegende Folien stören das Landschaftsbild und verschmutzen die Umwelt. Dieses kann als Ordnungswidrigkeit nach dem Abfallgesetz oder Naturschutzgesetz geahndet werden. Nicht mehr benötigte Silofolien müssen deshalb umweltfreundlich entsorgt werden. Das Verbrennen von Altfolien auf dem Betrieb selbst ist untersagt.

Gebrauchte Silofolien können als Rohstoff zur Herstellung neuer Kunststoffprodukte, wie Baufolie, Silofolie etc., gut verarbeitet werden, sofern der Schmutzbesatz nicht zu hoch ist. Dabei gilt, dass eine Wiederverwendung umso attraktiver ist, je dicker die Folie und je geringer der Schmutzbesatz ist. Nicht mehr benötigte Silofolien sollten deshalb konsequent

der Wiederverwertung zugeführt werden, da dieses eine sinnvolle Alternative zur Deponie und Verbrennung ist. Da die Entsorgung Aufgabe der Landkreise ist, sind die Regelungen (und die Entsorgungskosten) örtlich sehr unterschiedlich. Altfolien nehmen häufig die Sammelstellen der Landkreise oder Genossenschaften an. Die Silofolien, Stretchfolien, Dünger- und Torfsäcke müssen dabei besenrein, getrocknet und materialmäßig voneinander getrennt sein. Fremdkunststoffe oder Verunreinigungen, z. B. Steine, Metallstücke, Düngemittel u. ä., führen zu unbrauchbarem Regenerat. Bei **Multifolien** ist das Recyclingverfahren herstellerseits garantiert und organisiert. Stretchfolien können häufig an Lohnunternehmer oder Genossenschaften zurückgegeben werden. Sie sind in der Regel stärker verschmutzt und nicht recyclingfähig. Die Verwertung erfolgt thermisch.

Zusammenfassung

Silage muss luftdicht gelagert werden. Die Silofolie sollte deshalb haltbar und UV-beständig sein. DLG-geprüfte Folien sind generell ungeprüfter Ware vorzuziehen. Schwarze Folien können auch bei längerer Lagerungsdauer uneingeschränkt empfohlen werden. Ein zweischichtiger Aufbau aus transparenter Unterzieh- und UV-stabilisierter Silofolie (120 - 200 µm) ist heute Standard. Dickere Multifolien (500 µm) sind demgegenüber ab vier- bis fünfmaligem Einsatz preislich günstiger. Bei ganzjähriger Silageverfütterung und zweimaliger Nutzung der mehrjährig verwendbaren Folie ist generell eine Multifolie vorteilhaft. Gewebefolien rechnen sich derzeit erst ab über zehnmaliger Nutzungen. Da Stretchfolien für Wickelballen großen mechanischen Belastungen unterliegen, sollten nur DLG-geprüfte Folien zum Einsatz kommen.

Dr. Hansjörg Nußbaum
Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf
Atzenberger Weg 99
88326 Aulendorf

Grafik 1: Kosten der Siloabdeckung (€m^2 und Jahr bzw. je Anwendung) bei unterschiedlichen Abdecksystemen und variiertes Nutzungsdauer der Folien.

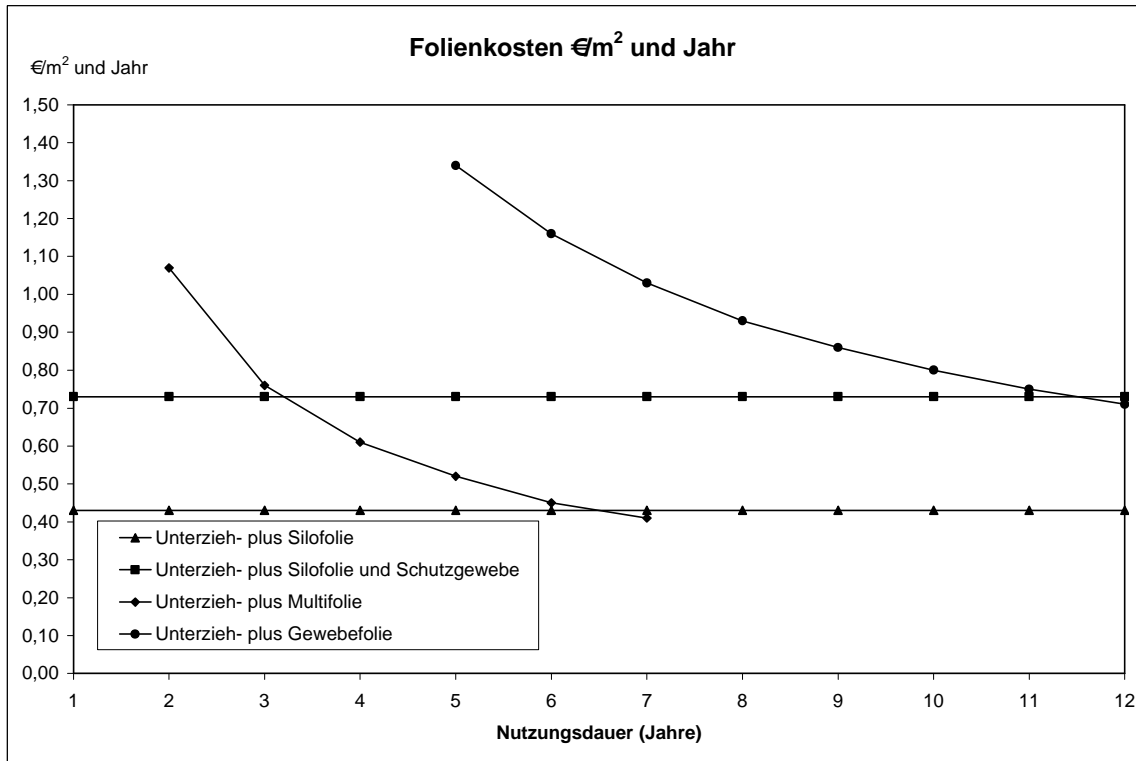


Abbildung 2

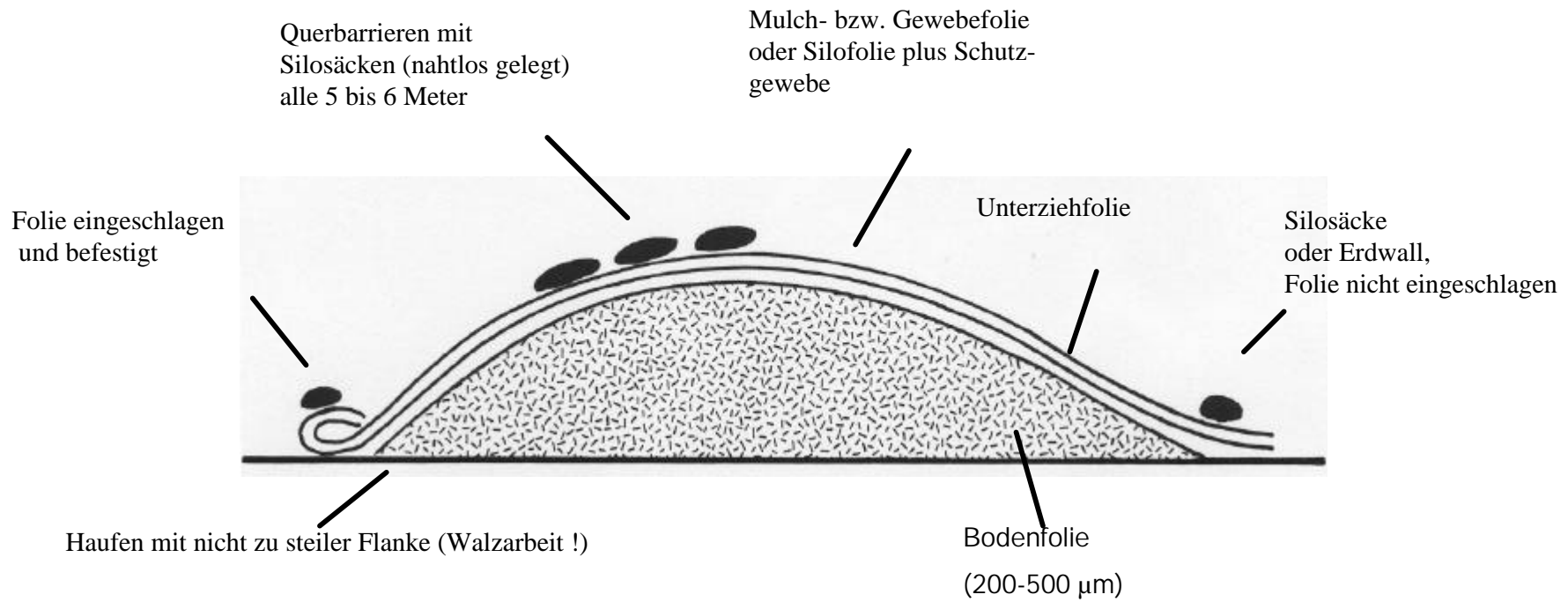


Abbildung 1

