

Biologisch abbaubare Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen

– Informationen und Verwendungshinweise –

Ein Projekt der Forschungsgemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe e.V. und der Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan



Staatliche Forschungsanstalt
für Gartenbau Weihenstephan 
Angegliedert an die Fachhochschule Weihenstephan
Institut für Gartenbau

Gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. und das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz



Das dieser Informationsbroschüre zugrundeliegende Vorhaben wird von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter den Förderkennzeichen 22027305 und 22009706 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre liegt bei den Autoren.

Impressum:

Herausgeber: Forschungsgemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe e.V. /
Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan

Redaktion: Forschungsgemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe e.V.
Bastian Heller, Vera Starke, Christopher Straeter

Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan
Katrin Kell, Prof. Dr. Volker Henning

Fotos: Forschungsgemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe e.V. /
Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

© Hannover, Freising 2008

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort	5
1 Effekte von Mulchfolien	7
2 Spezieller Nutzen biologisch abbaubarer Mulchfolien	11
3 Biologisch abbaubare Mulchmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen	14
3.1 Mulchfolien	14
3.2 Weitere abbaubare Mulchmaterialien	16
4 Einsatzbereiche	18
4.1 Gemüsebau	18
4.1.1 Freiland	19
4.1.2 Gewächshaus	21
4.2 Erdbeeren	23
4.3 Baumschule	24
4.4 Zierpflanzen, Stauden	24
4.5 Weitere Bereiche	25
5 Anforderungen und Qualitätskriterien	26
5.1 Physikalische Kriterien	26
5.2 Haltbarkeit und Abbau	28
5.3 Freiheit von gentechnisch verändertem Ausgangsmaterial	30
5.4 Kriterien im Anbau	30
5.5 Einsatz im Biologischen Anbau	32
6 Praktisch-technische Hinweise	33
6.1 Vorbereitung	33
6.2 Verlegen	35
6.3 Während der Kultur	39
6.4 Nach der Kultur	40
6.5 Aufbewahrung der Folienrollen	41
7 Nachwachsende Rohstoffe	42

8	Abbaubare Werkstoffe	43
8.1	Biologisch abbaubare Werkstoffe	43
8.1.1	... aus nachwachsenden Rohstoffen	45
8.1.2	... aus petrochemischen Rohstoffen	45
8.1.3	Verwendung in Gartenbau und Landwirtschaft	46
8.2	Weitere abbaubare Werkstoffe	47
9	Perspektiven	48
10	Bezugsquellen / Informationsquellen	49
11	Literatur	54

Vorwort

Mulchfolien werden im Gartenbau und in der Landwirtschaft bei Freilandkulturen großflächig eingesetzt. Genutzt werden hier vor allem die positiven Effekte der frühzeitigeren und stärkeren Bodenerwärmung sowie der Unkrautunterdrückung. Der Effekt der Unkrautunterdrückung ist dabei besonders wünschenswert, da er sowohl im integrierten als auch im ökologischen Anbau eine deutliche Arbeitersparnis bedeutet, darüber hinaus aber auch im integrierten Anbau eine Umweltentlastung durch Einsparung eines Herbizideinsatzes mit sich bringt.

Derzeit beträgt die Fläche, auf der in Deutschland nach Angaben der Gesellschaft für Kunststoffe im Landbau e.V. (GKL), Hannover, Mulchfolien zur Ernteverfrühung bei gartenbaulichen und landwirtschaftlichen Kulturen eingesetzt werden, insgesamt 3.935 ha (GKL, 2008).

Bisher überwiegt bei Verwendung von Mulchfolien der Einsatz von Folien aus Polyethylen (PE), da sie preisgünstig angeboten werden können und die Anforderungen an eine mechanische Verlegetechnik erfüllen. Da PE-Folien erdölbasiert sind, dürfen sie im biologischen Anbau nur begrenzt eingesetzt werden, obwohl gerade hier die unkrautunterdrückende Wirkung große arbeitswirtschaftliche Vorteile bringen würde. Berücksichtigt werden muss beim Einsatz von PE-Mulchfolien auch, dass die Folienreste nach Kulturende mit erheblichem Arbeitsaufwand aus den Feldern geräumt und dann als Abfall behandelt werden müssen.

Ende der 90er konnten neue Werkstoffe basierend auf thermoplastischer Stärke entwickelt werden, die sowohl in pflanzenbaulicher Wirkung als auch in den mechanischen Eigenschaften den PE-Folien entsprechen sollen, was für eine maschinelle Verlegung ausschlaggebend ist. In Zeiten niedriger Erzeugerpreise, aber steigenden Energie- und Arbeitskosten könnte mit dem Einsatz von biologisch abbaubaren Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen nicht nur ein Beitrag zur Umweltentlastung durch Ressourcenschutz geleistet, sondern auch durch arbeitswirtschaftliche Einsparungen die Wettbewerbsfähigkeit des integrierten und ökologischen Landbaus gestärkt werden.

Diese Broschüre, in der Informationen aus zahlreichen Versuchsergebnissen zusammengestellt wurden, in die aber auch Auswertungen einer bundesweiten Evaluierung in 54 Betrieben eingeflossen sind, liefert den aktuellen Stand über abbaubare Mulchfolien, deren Anwendungsmöglichkeiten und -besonderheiten.

Ergänzt werden diese Informationen durch ein Programm, das die Kosten beim Einsatz von Mulchfolien sowie der Abschätzung des Einsparpotentials hierbei kalkuliert. Eine Anpassung an betriebspezifische Gegebenheiten wird ermöglicht, um die Rentabilität eines Einsatzes von abbaubaren Mulchfolien abschätzen zu können. Diese Informationen liegen als Datei vor und können kostenlos herunter geladen werden; nähere Angaben hierzu sind an Ende von Kapitel 2 aufgeführt.

Die Broschüre enthält keine Angaben zu einzelnen Mulchfolien, die am Markt erhältlich sind. Hier sind weitere Entwicklungen in den nächsten Jahren zu erwarten, weshalb sich auf eine Zusammenstellung allgemeiner Art beschränkt wurde. Gedankt werden soll an dieser Stelle jedoch den Granulatherstellern, die den Einsatz von Mulchfolien in diesem Projekt tatkräftig unterstützt haben.

Gedankt werden muss den über 50 Betrieben, die im Rahmen dieses Vorhabens bereit waren, mit abbaubaren Mulchfolien teilweise erstmalig zu arbeiten und ihre Erfahrungen und Ergebnisse in dieses Projekt einfließen zu lassen.

Letztendlich sei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. gedankt, die mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz die Durchführung des Projektes mit der Erarbeitung des Programms und Zusammenstellung dieser Broschüre die Arbeit in diesem Umfang erst ermöglichte.

Hannover / Freising im September 2008

Bastian Heller, Vera Starke, Katrin Kell, Volker Henning, Christopher Straeter

1 Effekte von Mulchfolien

Der Einsatz von Mulchfolien, gleich ob es sich um eine biologisch abbaubare Mulchfolie oder eine PE-Mulchfolie handelt, bietet kulturtechnische und pflanzenbauliche Vorteile gegenüber der Kultur auf unbedecktem Boden.

Im Folgenden werden mögliche Effekte beim Einsatz von Mulchfolien aufgeführt. Die Wirkung der Folien hängt von der Kultur ab, die auf Mulchfolien kultiviert wird, und von der betrieblichen Ausgangssituation, d.h. dem Standort und der Art und Weise der Kultivierung.

Reduzierung des Unkrautwachstums

Einer der wichtigsten Effekte ist die Verminderung bzw. Verhinderung des Unkrautwachstums im Kulturpflanzenbestand. Im Vergleich zur Kultur auf unbedecktem Boden können Aufwand und Kosten bei den Arbeitskräften für die manuelle oder maschinelle Unkrautbekämpfung, beim Einsatz von Herbiziden oder auch bei der Ernte deutlich reduziert werden.



Salat auf Mulchfolie



Salat auf unbedecktem Boden

Qualitätsverbesserung

Ein weiterer Effekt bei der Verwendung von Mulchfolien ist eine verbesserte äußere Qualität der Produkte, die zunehmend eine entscheidende Rolle beim Handel spielt.

Dieses ist z.B. bei Salatkulturen von Interesse. Eine Mulchfolie vermindert die Verschmutzung oder Versandung der Unterseite bzw. der unteren Partien des Ernteguts durch Spritzwasser oder Windeintrag. Dadurch wird in der Folge auch der Aufwand für das Putzen und Aufbereiten der Ware verringert. In Einzelfällen kann aufgrund der verbesserten äußeren Qualität mit besseren Absatzmöglichkeiten, eventuell sogar höheren Abgabepreisen gerechnet werden.

Verfrühung

Aufgrund der schnelleren Erwärmung des Bodens unter einer Mulchfolie kann der Kulturbeginn vieler Kulturen und damit auch die Ernte insb. im Frühjahr ein bis vier Wochen früher als bei der Kultur auf unbedeckten Boden erfolgen. In den Sommermonaten kann es an sehr heißen Tagen vorkommen, dass unter der Mulchfolie die Temperatur der oberen Bodenschicht über dem Optimum für die Kultur liegt.

Gleichmäßiger Pflanzenbestand

Erfahrungswerte zeigen, dass die Pflanzen eines Bestandes aufgrund der homogenen Bedingungen unter der Folie einen gleichmäßigen Wachstumsverlauf nehmen.

Evaporationsschutz



Feuchterhalt unter der Mulchfolie

Die Wasserabgabe über den Boden (Evaporation) ist auf einer mit Mulchfolie bedeckten Fläche stark eingeschränkt. Dadurch bleibt die Feuchte unter der Folie im Vergleich zu einem unbedeckten Boden längere Zeit erhalten.

Es ist davon auszugehen, dass durch die Verwendung von Mulchfolie in bestimmten Kulturen und / oder auf bestimmten Standorten ein erhebliches Wassereinsparungspotential besteht. Exakte Zahlen wurden bisher noch nicht ermittelt.

Weiterhin kann mit der Verwendung einer Tropfbewässerung zielgerichtet und sparsam bewässert und damit die Wassereinsparung optimiert werden.

Pflanzengesundheit

Wie bei der geringeren Verschmutzung der Unterseiten des Ernteguts ist auch das Befalls- und Ausbreitungsrisiko von bodenbürtigen Schaderregern (*Rhizoctonia* sp., *Sclerotinia* sp. etc.) bei der Verwendung von Mulchfolie im Vergleich mit unbedecktem Boden wesentlich verringert. Die Mulchfolie verhindert den Transport von Sporen oder Sporenträgern mit dem Spritzwasser vom Boden auf die Pflanze.

Reduzierte Nährstoffauswaschung

Die Abdeckung der Bodenoberfläche (mit Ausnahme des Spurbereichs) durch die Mulchfolie verhindert bei starken Niederschlägen ein zu schnelles und massives Eindringen des Niederschlagwassers in den Boden. Damit kann das Risiko von Auswaschungsverlusten von Nährstoffen (insbesondere Stickstoff in Form von Nitrat) und einer damit einhergehenden möglichen Belastung des Grundwassers wesentlich gemindert werden.

Bessere Nährstoffverfügbarkeit

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Verfügbarkeit bestimmter Nährstoffe aufgrund von höheren Temperaturen und einer höheren und vor allem gleichmäßigeren Bodenfeuchte unter der Mulchfolie verbessert.

Höhere Temperaturen in Verbindung mit hohem Wasseranteil sorgen dafür, dass chemische Reaktionen wie z.B. Lösung von Nährstoffen aus mineralischen Düngern

schneller bzw. häufiger geschehen. Auch die biologische Aktivität im Boden, die u. A. für die Freisetzung von Stickstoff aus organischen Bodenbestandteilen sorgt, verläuft unter warmen und feuchten Bedingungen angeregter als unter kühlen bzw. trockenen.

Erhalt der Bodenstruktur

Durch die Bedeckung mit einer Mulchfolie werden Verschlämmungen der Bodenoberfläche bei stark lehmhaltigen Böden nach starken oder häufigen Niederschlägen verhindert. Dadurch bleibt die Krümelstruktur der Bodenteilchen erhalten.



Links: Boden nach Starkregen ohne Bedeckung, rechts mit Bedeckung

Erosionsschutz

Insbesondere in Hanglagen schützen Mulchfolien während starker Niederschläge vor einem Bodenabtrag. Bei leichten Böden wird die Winderosion deutlich vermindert.

2 Spezieller Nutzen biologisch abbaubarer Mulchfolien

Biologisch abbaubare Mulchfolien besitzen Eigenschaften, die im Vergleich zu PE-Mulchfolien Vorteile in ökologischer, arbeitswirtschaftlicher und finanzieller Hinsicht bieten können. Wie weit die einzelnen Aspekte reichen und inwieweit sie ausschlaggebend sind, muss betriebsspezifisch betrachtet werden.

Eine einfache Möglichkeit, diese Eigenschaften für den Einzelfall rechnerisch zu prüfen, ist das Mulchfolienkalkulationsprogramm, das im Rahmen dieses Projektes entwickelt wurde.

Ökologische Aspekte

Die Nutzung von biologisch abbaubaren Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen führt im Vergleich zur Verwendung von PE-Mulchfolien zu einer Ressourcenschonung.

Des Weiteren fällt nach der Verwendung kein Abfall an; die Folienreste können in den Boden eingearbeitet werden.



Gepresste gebrauchte PE-Folien

Arbeitswirtschaftliche Aspekte

Der Arbeitsaufwand, der beim Abräumen von PE-Mulchfolie notwendig ist, entfällt bei der Verwendung von biologisch abbaubarer Mulchfolie. Auch das Entfernen oder Mulchen von Pflanzenresten vor dem Bergen der gebrauchten Mulchfolie entfällt.

Da in der Regel biologisch abbaubare Mulchfolien zu Kulturende mitsamt den Ernterückständen eingefräst werden, besteht die Möglichkeit, die Kulturfläche zeitnah wieder zu belegen. Hinzu kommt, dass durch das schnellere und weniger aufwändige Räumen im Vergleich zum arbeitsintensiven Bergen von PE-Mulchfolie Arbeitskapazitäten frei bleiben, was sich insbesondere zu Spitzenzeiten vorteilhaft auf den gesamten betrieblichen Arbeitsablauf auswirkt.



Abgeernteter Satz Salat



Biologisch abbaubare Mulchfolie zur Ernte

Finanzielle Aspekte

Ob sich der Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie für einen Betrieb rechnet, hängt von vielen Faktoren ab. Neben den reinen Kosten der Folie sind die maschinelle Ausstattung des Betriebes, das Verfahren der Folienverlegung und die Verfügbarkeit von Personal zu berücksichtigen. Auch das Verfahren der Folienbergung und die anfallenden Entsorgungskosten bei der Verwendung von PE-Mulchfolie spielen eine entscheidende Rolle.

Es ist für jeden Betrieb einzeln zu klären, ob sich die höheren Anschaffungskosten einer biologisch abbaubaren Mulchfolie im Vergleich zum Wegfall des Aufwands für

Bergung und Entsorgung bei Verwendung von PE-Mulchfolie rechnen, oder welche Vorteile sich gegenüber einer Kultur auf unbedeckten Boden ergeben.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde von der FGW und der FBAW der Mulchfolienrechner erstellt. Bei dem Mulchfolienrechner handelt es sich um ein Kalkulationsprogramm auf Excel-Basis, bei dem der Nutzer mit vorgegebenen oder eigenen Daten die für ihn wirtschaftlich beste Variante hinsichtlich des Mulchfolieneinsatzes ermitteln kann.

Zu den Leistungen des Programms zählen:

- Kostenvergleich biologisch abbaubare Mulchfolie / PE-Mulchfolie / unbedeckter Boden
- Voreingestellte Standardverfahren (Verlegen, Bergen, Arbeitsdaten, etc.)
- Eingabe betriebsspezifischer Zahlen und Verfahren
- Deckungsbeitragsrechnung für zahlreiche Kulturen
- Optionale rechnerische Berücksichtigung der Effekte des Mulchfolieneinsatzes im Vergleich zur Kultur ohne Mulchfolie
- Tabellarische und graphische Auswertung

Den Mulchfolienrechner gibt es zum kostenlosen Download unter folgenden Adressen:

www.fh-weihenstephan.de/fgw/wissenspool/software/eigene-produkte/mulchfolien.html

www.fbaw.uni-hannover.de/index.php?id=fnr

3 Biologisch abbaubare Mulchmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Boden abzudecken mit dem Ziel, die optimalen Bedingungen für die darauf stehende Kultur zu schaffen. Je nach Anwendungsgebiet oder Kultur (Gemüsebau, Baumschule, Garten- und Landschaftsbau) kommen unterschiedliche Materialien zum Einsatz.

3.1 Mulchfolien

Mulchfolien, die ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, gibt es bisher noch nicht auf dem Markt. Die heute im Handel erhältlichen biologisch abbaubaren Mulchfolien stellen Stoffmischungen aus fossilen (erdölbasierten) und nachwachsenden Rohstoffen dar, es handelt sich hierbei um sogenannte Blends. Beide Komponenten sind bei zertifizierten Produkten zu 100% biologisch abbaubar.

Bisher sind die physikalischen Materialeigenschaften von rein aus nachwachsenden Rohstoffen bestehenden Folien noch nicht ausreichend für den praktischen Einsatz. Durch die Zugabe der fossilen Komponente werden besonders die Elastizität und die Reißfestigkeit verbessert.

Granulat- und Folienhersteller sind weiterhin bestrebt, den Anteil nachwachsender Rohstoffe in ihren Produkten in Zukunft mehr und mehr zu erhöhen.

Die Komponenten aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen aus folgenden Ausgangsmaterialien:

- **Maisstärke**

Wie der Name vermuten lässt, ist Stärke aus Mais das Ausgangsmaterial für diese Art Mulchfolien. Die stärkebasierten Folien werden bereits seit vielen Jahren auf dem Markt angeboten und erfolgreich in der Praxis eingesetzt.

- **Polymilchsäure (PLA)**

Auch Mulchfolien aus PLA haben als Ausgangsrohstoff den Mais. Über chemische Umwandlungsprozesse (Fermentation und Polymerisation) wird aus einem einfachen Milchsäuremolekül ein langkettiges, was dem Grundstoff bei der weiteren Verarbeitung kunststoffartige Eigenschaften verleiht. Die Eigenschaften dieser Art biologisch abbaubarer Mulchfolie sind vergleichbar mit denen aus Maisstärke, jedoch gibt es je nach Folienstärke und Zusammensetzung gewisse Unterschiede z.B. in der Dehnbarkeit oder Abbaugeschwindigkeit.

- **Weitere**

Andere Ausgangsstoffe wie z.B. Cellulose oder Chitin haben zur Zeit keine wirtschaftliche Bedeutung für die Herstellung von Mulchfolien.

Die Verwendung von Mais als Rohstoff schließt nicht aus, dass in manchen Fällen gentechnisch verändertes Pflanzenmaterial zum Einsatz kommt. Einige Herstellerfirmen gewährleisten jedoch gentechnisch freies Ausgangsmaterial mit entsprechenden Zertifikaten.

Im Anhang auf Seite 52 finden sich die Kontaktdaten zu den derzeit agierenden Granulat- und Folienherstellern.



Biologisch abbaubare Mulchfolien im Praxistest

3.2 Weitere abbaubare Mulchmaterialien

Papier

Es befinden sich derzeit verschiedene Mulchpapiere auf dem Markt, die allerdings nur in begrenztem Umfang eingesetzt werden. Zur Herstellung der Mulchpapiere wird vorwiegend Altpapier verwendet. Die Lebensdauer dieser Materialien variiert je nach Zusammensetzung und Verwendung und kann einige Monate bis mehrere Jahre betragen.

Die Verwendung von Materialien aus Altpapier stellt im Bereich (Pflanz-)Gefäße mit Pflanztöpfen, Pflanzschalen oder Container ein umfangreicheres Anwendungsgebiet dar.

Flachs, Jute, Sisal, Kokosfasern

Die aufgeführten Fasern werden im Boden nur sehr langsam abgebaut. Die daraus hergestellten Materialien werden aufgrund ihrer Langlebigkeit in Bereichen eingesetzt, in denen langsamwachsende Kulturen vermehrt werden oder wo eine dauerhafte Bedeckung einer Fläche erwünscht ist.

Die Materialien werden entweder als freie Faser verwendet oder als Mischungs-komponenten in Geweben.



Produkte aus Sisal

Einsatzgebiet für diese Art von Mulchvliesen und –matten sind Pflanzungen von Bodendecker- und Gehölzpflanzungen. Außerdem können sie aufgrund ihrer Widerstandfähigkeit im Bereich des Erosionsschutzes für offene Flächen und für die Sohlensicherung in Fließgewässern und die Böschungssicherung dienen. Weiterhin können sie auch in Bereichen der Begrünung als Unterlage für die Aussaat des späteren Bewuchses (z.B. Dachbegrünungen) zum Einsatz kommen.

Ausführliche Informationen zu diesen Materialien finden sich in der KTBL-Schrift 386 „Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau“.

4 Einsatzbereiche

Das Anwendungsgebiet von biologisch abbaubaren Mulchfolien umfasst alle gartenbaulichen Sparten und dementsprechend zahlreiche Kulturen. Das zurzeit umfangreichste Anwendungsgebiet ist der Gemüsebau im Freiland oder unter Glas. Der Einsatz von Mulchfolien ist verbreitet in Kurzkulturen wie Salat oder Kohlrabi und in Langzeitkulturen wie Einlegegurken oder Kürbissen.

Weit weniger umfangreich, aber ebenso nutzbringend werden biologisch abbaubare Mulchfolien in den anderen gartenbaulichen Sparten eingesetzt. Im Bereich Obstbau finden sie verbreitet Anwendung bei Erdbeeren, im Baumschulbereich bei der Vermehrung über Steckhölzer und in der Anzucht bzw. Kultur von Stauden oder Zierpflanzen.

Es ist zu erwarten, dass in Zukunft weitere Anwendungsbereiche z.B. im Garten- und Landschaftsbau oder bei weiteren Kulturen wie z.B. Grünspargel für den Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie erschlossen werden.

4.1 Gemüsebau

Für die Nutzung biologisch abbaubarer Mulchfolien im Gemüsebau werden je nach Kulturdauer bestimmte Folienstärken von 12, 15 oder 18 μm verwendet.

Bei einer Kulturdauer von weniger als 10 Wochen, wie bei Kopfsalat oder Kohlrabi, ist es möglich, Folien in einer Stärke mit 12 μm zu verwenden. Ein gewisses Risiko hinsichtlich der Reißfestigkeit beim Verlegen und / oder der Haltbarkeit bis zum Kulturende ist hier aber nicht auszuschließen. Aus diesem Grund ist es ratsam, die sehr dünnen Folien vor dem großflächigen Einsatz erst in kleinerem Umfang zu prüfen. Weitgehend auszuschließen sind die genannten Risiken bei Verwendung einer Folie in einer Stärke von 15 μm .

Bei einer Kulturdauer oder einer Standzeit von 12 bis 30 Wochen, wie z.B. bei Einlegegurken, Zucchini, Kürbis oder Knollenfenchel werden verbreitet Folien in einer

Stärke von 15µm eingesetzt. In einigen Fällen finden hier auch Folien in einer Stärke von 18µm Verwendung. Die durch die Wahl der dickeren Folie entstehenden Vorteile (mehr Verlegesicherheit, längere Haltbarkeit, höhere Unempfindlichkeit gegen mechanische Belastung) sind einem erhöhten Kostenaufwand und einer ggf. längeren Zeit bis zum vollständigen Abbau der Folie gegenüberzustellen.

4.1.1 Freiland

Tab. 1: Freilandkulturen für den Mulchfolieneinsatz

Kultur	geeignete Folienstärke	Kultur	geeignete Folienstärke
Artischocke	15-18 µm	Paprika	15-18 µm
Einlegegurken / Senfgurken	15-18 µm	Salat (Kopf- oder Blattsalate)	12-15 µm
Gewürzpflanzen	12-18 µm	Stangenbohne	15-18 µm
Knollenfenchel	15-18 µm	Stangensellerie	15-18 µm
Kohlrabi	12-15 µm	Tomate	15-18 µm
Kräuter, Schnittkräuter	12-18 µm	Zucchini	15-18 µm
Kürbis	15-18 µm	Zuckermais	15-18 µm
Melone	15-18 µm		

Ungeeignet ist der Einsatz von Mulchfolie in Kulturen, die angehäufelt werden, wie z.B. Weißkohl, Blumenkohl oder Porree, oder bei Sägemüse mit engem Saatabstand in der Reihe wie Möhren, Spinat oder Zwiebeln.



Beispiele zur Verwendung von Mulchfolie im Freiland

4.1.2 Gewächshaus

Naturgemäß herrschen in einem Gewächshaus höhere Temperaturen und eine höhere relative Luftfeuchte als im Freiland. Da diese Bedingungen im Gewächshaus den biologischen Abbau der Folien i.d.R. beschleunigen, ist davon auszugehen, dass insbesondere bei länger stehenden Kulturen wie Tomaten oder Stangenbohnen stärkere Folien eingesetzt werden müssen als bei der selben Kultur im Freiland.

Tab. 2: Kulturen im geschützten Anbau für den Mulchfolieneinsatz

Kultur	geeignete Folienstärke	Zusatz
Aubergine	15-20 µm	Sommerkultur
Salatgurke	15-20 µm	Sommerkultur
Kohlrabi	12-18 µm	
Paprika	15-20 µm	Sommerkultur
Salat (Kopf- oder Blattsalate)	12-18 µm	
Stangenbohnen	15-20 µm	Sommerkultur
Tomate	15-20 µm	Sommerkultur

Für Kurzkulturen wie Salat oder Kohlrabi gilt das weniger, weshalb hier dieselben Folienstärken wie im Freiland eingesetzt werden können.



Verwendung von Mulchfolie im Gewächshaus (links Salatgurken, rechts Stangenbohnen, unten Salat)



4.2 Erdbeeren

Die größte Verbreitung im Obstbau besitzen biologisch abbaubare Mulchfolien beim Anbau von Erdbeeren. Hier ist der Einsatz in Kulturvarianten geeignet, die eine Standzeit von bis zu eineinhalb Jahren haben.

Kulturvarianten mit längeren Kulturzeiträumen kommen für den Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie nur bedingt in Frage. Grundsätzlich ist dies zwar möglich, aber eine Folie mit einer ausreichenden Haltbarkeit muss entsprechend stark sein und eine derartige Folie dürfte in den meisten Fällen die Investitionsobergrenze vieler Anbauer übersteigen. Zudem ist die Folie durch mehrmalige Erntegänge oder Pflanzenschutzanwendungen einer Vielzahl mechanischer Belastungen ausgesetzt, was zu Beschädigungen und in der Folge zu vorzeitigen Abbauerscheinungen der Folie führen kann.

Für alle die genannten geeigneten Kulturvarianten sollten immer Folien mit einer Folienstärke von mindestens 20µm eingesetzt werden, damit eine ausreichend lange Abdeckung des Bodens gewährleistet werden kann. Es ist jedem Kultivateur anzuraten, vor einem großflächigen Einsatz der biologisch abbaubaren Mulchfolie erst in kleinerem Umfang mit verschiedenen Folienstärken und / oder Folientypen zu experimentieren, um das Verhalten der Folien über den jeweiligen Anbauzeitraum zu beobachten und die für sich optimal geeignete Folie zu ermitteln.



Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie bei Erdbeeren

4.3 Baumschule

Im Bereich Baumschule lassen sich biologisch abbaubare Mulchfolien in der Steckholz-Vermehrung einsetzen. In Einzelfällen muss geprüft werden, ob der Einsatz einer Tropfbewässerung erforderlich wird.



Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie bei der Steckholzvermehrung

4.4 Zierpflanzen, Stauden

Biologisch abbaubare Mulchfolien eignen sich auch für die Abdeckung von Kulturflächen in den Bereichen Zierpflanzen oder Stauden, gleich, ob für die Einmalерnte oder die Schnitkultur. Genauso gut lassen sich Mutterpflanzenquartiere oder Sichtungflächen in dieser Form eindecken.



Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie bei der Sichtung von Petunien

4.5 Weitere Bereiche

Im **Garten- und Landschaftsbau** sind Anwendungen von biologisch abbaubarer Mulchfolie an vielen Stellen möglich, vornehmlich zur Etablierung frisch gepflanzter Beete oder Bestände durch die unkrautunterdrückende und die Bodenfeuchte erhaltende Wirkung. Speziell an neu angelegten oder frisch bepflanzten Böschungen können infolge der Abdeckung der Bodenoberfläche Schäden oder Bodenabtrag durch Erosion oder Starkniederschläge verhindert werden. In allen Fällen reduziert sich der Pflegeaufwand, da im nachhinein die Mulchfolien nicht eingesammelt werden müssen.

Zukünftig werden auch im **Grünspargelanbau** biologisch abbaubare (Mulch-) Folien zu finden sein: beim Grünspargel werden die Seitenflächen der Dämme vollständig abgedeckt, während die Oberseite der Folie so gestaltet ist, dass die wachsenden Triebe problemlos die Folien durchdringen können.

Möglich sind auch Anwendungen im Bereich der **Obstgehölze**. Für das erste Standjahr nach der Pflanzung, insb. von Beerenobst, kann sich die Verwendung von biologisch abbaubarer Mulchfolie günstig auf die Etablierung der Kulturpflanzen auswirken. Hier ist besonders der Anbau von Himbeeren zu erwähnen. Aber auch bei weiteren Beeren-, Kern- oder Steinobstarten oder im Weinbau ist die Verwendung dieser Folien möglich.

5 Anforderungen und Qualitätskriterien

Damit sich biologisch abbaubare Mulchfolien für den gewünschten Zweck so gut wie möglich eignen, müssen wesentliche Kriterien und Anforderungen vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt erfüllt werden. Neben den generellen physikalischen Anforderungen an Mulchfolien wie z.B. hohe Materialstabilität und Lichtundurchlässigkeit gibt es für biologisch abbaubare Mulchfolien weitere Kriterien, die für einen erfolgreichen Einsatz erfüllt werden müssen, wie z.B. ausreichende Haltbarkeit während der Kulturphase oder vollständiger, rückstandsfreier biologischer Abbau nach der Kultur.

5.1 Physikalische Kriterien

Reiß- und Weiterreißfestigkeit

Ein wesentliches Kriterium bei Mulchfolien ist die mechanische Stabilität. Im Vergleich zu einer für eine bestimmte Kultur geeignete PE-Mulchfolie fällt die entsprechende biologisch abbaubare Mulchfolie relativ dünn aus (z.B. bei Einlegegurken: PE-Mulchfolie 35-40 μ m / biol. abb. Mulchfolie 15-18 μ m). Trotzdem sind die biologisch abbaubaren Mulchfolien nicht minder reißfest, da sie eine höhere Dehnbarkeit besitzen, was den Mangel an Dicke weitgehend ausgleicht.

Biologisch abbaubare Mulchfolien lassen sich daher problemlos mit den gängigen Verlegegeräten verlegen. In Einzelfällen kann es vorkommen, dass am Verlegegerät andere Einstellungen als beim Einsatz mit PE-Mulchfolie vorgenommen werden müssen (s. hierzu Kapitel 6 „Praktisch-technische Hinweise“ ab Seite 32).

Trotz der eben angesprochenen mechanischen Eigenschaften der biologisch abbaubaren Mulchfolien kann nicht immer ausgeschlossen werden, dass es starkwachsenden Wurzelunkräutern wie bspw. der Quecke gelingt, die Folie zu durchwachsen.

Lichtundurchlässigkeit

Durch das Einfärben mit Ruß sind die biologisch abbaubaren Mulchfolien lichtundurchlässig und verhindern dadurch die Keimung bzw. das Aufgehen von Samenunkräutern.

Im Handel gibt es neben schwarzen auch farbige biologisch abbaubaren Mulchfolien, z.B. grüne oder braune. Bei den farbigen Mulchfolien ist zusätzlich zur unkrautunterdrückenden Wirkung davon auszugehen, dass sich die Folienoberfläche bei starker Einstrahlung nicht so stark aufheizt wie die einer schwarzen. Genaue Messwerte hierzu liegen derzeit aber nicht vor. In sehr heißen Regionen bspw. Südeuropas werden auch weiße biologisch abbaubare Mulchfolien eingesetzt.



Biologisch abbaubare Mulchfolie in grün, braun und schwarz

Kälte- und Hitzebeständigkeit

Die verfügbaren biologisch abbaubaren Mulchfolien sind für die in Deutschland herrschenden Klimabedingungen konzipiert. Auch gegenüber den zeitweise auftretenden Extremwetterlagen wie großer Hitze oder Frostbedingungen sind die Folien beständig.

Im südeuropäischen Raum werden von einigen Herstellern besondere für die dort herrschenden klimatischen Bedingungen geeignete Folien mit einem erhöhten Anteil an UV-Stabilisatoren vertrieben. Für Anbauer in bestimmten sonnigen bzw. wärmeren Standorten in Deutschland könnte auch dieser Folientyp von Interesse sein.

Wasserdampfdurchlässigkeit

Biologisch abbaubare Mulchfolien besitzen eine geringe Wasserdampfdurchlässigkeit und schränken so die Evaporation (Wasserabgabe über den Boden) sehr stark ein; Mulchfolien aus PE sind vollkommen wasserdampfundurchlässig.

Da Mulchfolien i.d.R. beim Verlegen oder danach perforiert werden, damit Niederschlags- oder Beregnungswasser durch die Folie in den Boden eindringen kann, spielt die Wasserdampf- oder Gasdurchlässigkeit nur eine untergeordnete Rolle.

5.2 Haltbarkeit und Abbau

Haltbarkeit (während der Anbauphase)

Grobe Abschätzungen für die Haltbarkeit einer biologisch abbaubaren Mulchfolie existieren durchaus, aber einen genau definierten Zeitraum oder Zertifizierungen gibt es aufgrund der verschiedenen Folienstärken und –typen und der stets unterschiedlichen Umweltbedingungen bei der Verwendung bisher noch nicht. Zur Zeit befassen sich Forschungseinrichtungen mit der Ermittlung derartiger Daten, sodass in Zukunft engere Richtwerte für einzelne Folien zu erwarten sind.

In erster Linie ist die Haltbarkeit abhängig von der Dicke der Folie: Je dicker die Folie, desto länger ist sie haltbar. Die Grundstoffe und die chemische Zusammensetzung der Folie bzw. chemische Zusätze wie z.B. UV-Stabilisatoren sind ebenso maßgebliche Faktoren für die Haltbarkeit. Weiterhin haben Umweltbedingungen wie Witterung oder mechanische Belastung bei Erntegängen sowie die Bodenbeschaffenheit Einfluss auf die Haltbarkeit.

Eine Einteilung der Einsatzmöglichkeiten ist anhand der zu mulchenden Kultur möglich. So kommt für eine bestimmte Kultur bzw. Kulturgruppe (Kurzzeit – Langzeit) ein spezieller Bereich an Foliendicken in Frage (näheres hierzu Tabelle 1 und 2).

Abbaugeschwindigkeit (nach dem Einarbeiten)

Wie auch bei der Haltbarkeit gibt es keinen eindeutig umrissenen Zeitraum für den vollständigen Abbau bzw. für die Abbaugeschwindigkeit unter Feldbedingungen. Die Abbaugeschwindigkeit ist von den Klimabedingungen (insbesondere von Temperatur und Feuchtigkeit) sowie der Intensität der biologischen Aktivität im Boden abhängig. Daher kommt es zu standortabhängigen Unterschieden in der Abbauzeit. Es gibt lediglich ein Zertifikat von der belgischen Zertifizierungsstelle AIB Vincotte, das einen vollständigen Abbau im Boden garantiert, jedoch nicht den dazu erforderlichen Zeitraum genau bestimmt.

Erfahrungen aus den letzten Jahren zeigen, dass im Herbst in den Boden eingearbeitete Mulchfolien i.d.R. einem gleichmäßigen mikrobiellen Abbau unterliegen und bis zum nächsten Frühjahr vollständig abgebaut sind.

Der zur Zeit nicht garantierbare Zeitraum, in dem sich die abbaubaren Mulchfolien zersetzen, stellt sich als hemmender Unsicherheitsfaktor für den Einsatz dieser Folien dar. So zögern Landwirte oder Gärtner auf gepachteten Flächen mit dem Einsatz von abbaubaren Mulchfolien, da eventuell zum Zeitpunkt der Rückgabe der Fläche die Folienreste noch nicht vollständig abgebaut sind. Mit zunehmender Verwendung von abbaubaren Mulchfolien werden auch die Verpächter in Zukunft mehr für die Bedingungen des Abbaus sensibilisiert sein.

Schwierigkeiten nach unvollständigem Abbau der Folie können entstehen, wenn als Folgekultur Sägemüse wie bspw. Radieschen oder Feldsalat direkt im Anschluss an die Kultur mit Mulchfolie kultiviert werden. Hier können sich ggf. noch nicht abgebaute Folienfetzen im Särad verheddern, wodurch der Ablagemechanismus gestört oder gar blockiert wird, was ungleichmäßige Bestände zur Folge hat.

Nähere Informationen zum biologischen Abbau bzw. der Kompostierbarkeit, dem bestehenden Zertifizierungssystem und den dazugehörigen Rahmenbedingungen finden sich unter Kapitel 8.1 ab Seite 42.



Folienrückstände 9 Tage nach dem Einarbeiten im Sommer



Folienrückstände 7 Wochen nach dem Einarbeiten im Sommer

5.3 Freiheit von gentechnisch verändertem Ausgangsmaterial

Es ist nicht immer garantiert, dass die Granulate zur Herstellung von biologisch abbaubaren Mulchfolien aus gentechnisch nicht verändertem Ausgangsmaterial bestehen. I.d.R. stellen diejenigen Hersteller von Granulaten, welche nicht gentechnisch verändertes Material zur Herstellung ihrer Produkte verwenden, auf Anfrage ein entsprechendes Zertifikat aus.

Es ist in jedem Fall ratsam, sich sowohl bei den Granulatherstellern als auch bei den Folienherstellern über diese Thematik zu informieren.

5.4 Kriterien im Anbau

Maschinenverlegbarkeit

Biologisch abbaubare Mulchfolien haben ihre Tauglichkeit für die maschinelle Verlegung bereits mehrfach unter Beweis gestellt. Im Vergleich zum Verlegen von PE-Mulchfolien können geringfügig abweichende Einstellungen am Verlegegerät notwendig werden, insbesondere bei kombinierten Verlege- und Pflanz- bzw. Saatmaschinen.

Wie bei anderen Materialien auch, gilt es als Anwender sich mit den unterschiedlichen Eigenschaften der Mulchfolien in Abhängigkeit des Folientyps, der Folienstärke und –breite vertraut zu machen.

Auch das manuelle Verlegen funktioniert bei biologisch abbaubaren Mulchfolien problemlos.

Im Anhang ab Seite 50 finden sich Übersichten zu den derzeit auf dem deutschen Markt verfügbaren Verlegegeräten und den dazugehörigen Herstellern und Händlern.

Einarbeiten in den Boden

Ein wesentliches Kriterium bei der Verwendung von biologisch abbaubaren Mulchfolien ist das problemlose Einarbeiten. Aus umfangreichen Praxisversuchen aus den Jahren 2007 und 2008 geht hervor, dass biologisch abbaubare Mulchfolien sich auch nach unterschiedlichen Liegezeiten gut von unterschiedlichen Geräten (Fräse, Grubber, Pflug usw.) in den Boden einarbeiten lassen.

Zu Schwierigkeiten und Störungen kann es kommen, wenn Unwetter oder übermäßiger Schädlingsbefall bereits nach wenigen Wochen zum Räumen der Kultur zwingen und damit auch die Folie entsprechend vorzeitig eingearbeitet werden muss (nähere Informationen und Hinweise hierzu finden sich unter Kapitel 6.4 auf Seite 39).

Verwehen von Folienfetzen

Viele Anbauer oder Verpächter von Nutzungsflächen beklagen nach der Kultur bzw. bei der Rückgabe der Felder umherfliegende, noch nicht abgebaute Folienfetzen. Im Gegensatz zu Fetzen von nicht abbaubaren Mulchfolien stellt dieser Umstand bei biologisch abbaubaren Mulchfolien meistens ein geringfügiges Problem dar.

In einigen Fällen, z.B. bei sehr breiten Folienbahnen und / oder einem geringen Bedeckungsgrad der Folienfläche durch die Kultur kann es unter Umständen zu einem Verwehen von Folienstücken kommen. Jedoch verkleben diese Fetzen nach einiger Zeit mit den Bodenbestandteilen oder sie verklumpen, wodurch ein weiteres

„Wandern“ dieser Fetzen unterbunden wird und in der Folge nach der Bodenbearbeitung der biologische Abbau den Rest erledigt.

Dünge- und Pflanzenschutzmittelfestigkeit

Biologisch abbaubare Mulchfolien nehmen durch den Kontakt mit Pflanzenschutz- oder mineralischen Düngemitteln keinen Schaden oder beginnen sich stärker zu zersetzen.

Die Haltbarkeit der Folien reicht auch bei erhöhter biologischer Bodenaktivität aus, z.B. nach dem Einbringen von organischen Düngern, um die Nutzungsperiode ohne Einschränkungen zu überstehen.

5.5 Einsatz im Biologischen Anbau

Die einzelnen Anbau- oder Erzeugerverbände des Biologischen Anbaues stellen in ihren Richtlinien und Reglements unterschiedliche Bedingungen an die Verwendung von Mulchfolien allgemein und an die Verwendung biologisch abbaubarer Mulchfolien (aus nachwachsenden Rohstoffen) speziell. Daher ist es notwendig sich vorab über diese zu informieren.

6 Praktisch-technische Hinweise

Im Großen und Ganzen unterscheiden sich biologisch abbaubaren Mulchfolien in ihren Verwendungsmöglichkeiten kaum von PE-Mulchfolien. Die wesentlichen beachtenswerten Dinge wie Bodenvorbereitung, Bewässerung und Verlegetechnik sind identisch. Beim Einsatz von biologisch abbaubaren Mulchfolien gilt es jedoch zusätzlich auf einige Umstände zu achten, wie z.B. auf das Fortschreiten des biologischen Abbaus, den Zeitpunkt des Einarbeitens oder die korrekte Aufbewahrung der Folienrollen, damit ein reibungsloser und erfolgreicher Einsatz gewährleistet ist.

6.1 Vorbereitung

Bodenvorbereitung

Der Boden sollte möglichst keine spitzen Steine oder an der Bodenoberfläche herausragende trockene Pflanzenreste enthalten, die die Folie beschädigen könnten. Zudem ist es sehr wichtig, dass die Folie plan auf der Bodenoberfläche aufliegt.

Bewässerung

Da die Evaporation unter der Mulchfolie sehr stark eingeschränkt ist, kann es sich bei der erstmaligen Verwendung von Mulchfolie als sehr nützlich erweisen, die Bewässerungsstrategie umzustellen bzw. anzupassen.

Eine Überkopfbewässerung ist nur dann anzuraten, wenn die Folie perforiert ist. Viele Folienverlegegeräte besitzen eine Igel- oder Stachelwalze, mit der die Folie kurz vor dem Ablegen perforiert werden kann. Einige Folienhersteller bieten gegen Aufpreis auch perforierte Folien an. Ohne Perforation gelangt das Niederschlags- oder Gießwasser lediglich über die Saat- bzw. Pflanzstelle in den Wurzelraum, was bei kurzen Standzeiten der Kultur und in Abhängigkeit des Bodens auch ausreichend

sein kann. Bei längeren Standzeiten und / oder auf sehr sandigen Böden mit einer schlechten Querverteilung des Wassers besteht hingegen ein größeres Kulturrisiko.

Eine hohe Kultursicherheit sowie eine gezielte und damit sparsame Bewässerung wird jedoch durch eine Tropfbewässerung gewährleistet.



Stachelwalze zur Perforation an einem Verlegegerät



Perforation der Mulchfolie

Wird keine Tropfbewässerung verwendet, kann es zu trockenen Zeiten sehr nützlich sein den Boden ein bis zwei Tage vor dem Verlegen der Folie gründlich zu wässern, damit die Kulturpflanzen optimale Feuchteverhältnisse im Boden vorfinden und damit ein gutes Anwachs- bzw. Auflaufergebnis erreicht werden kann.

Düngung

Wie in Kapitel 1 genauer erklärt, kann unter anderem die Mineralisation des Stickstoffs aufgrund der höheren Temperaturen und des höheren Wassergehaltes schneller erfolgen. Außerdem ist in den meisten Fällen mit einer verminderten Stickstoffauswaschung zu rechnen. Aus diesen Gründen ist vor dem erstmaligen Einsatz von Mulchfolie die Düngestrategie neu zu überdenken

Da eine Überkopfdüngung bei der Verwendung von Mulchfolien nur begrenzt möglich ist, sollte der Dünger entweder vollständig vor Kulturbeginn in den Boden eingearbeitet oder die Nachdüngungen über eine Tropfbewässerung gegeben werden.

Wird die Mulchfolie nicht perforiert, ist es denkbar, dass nach Starkniederschlägen im Bereich des Pflanz- oder Saatlochs eine verstärkte Auswaschung von Nährstoffen stattgefunden hat, da nur in diesem Bereich auf der Folienoberfläche Abflussmöglichkeiten für das Niederschlagswasser bestehen.

Genauere Untersuchungen sollen in Zukunft die Thematik der Effekte von Mulchfolien auf den Wasser- und Düngerhaushalt des Bodens näher beleuchten.

6.2 Verlegen

Zeitpunkt

Das Verlegen der Folie und die darauf folgende Aussaat oder Pflanzung sollten zeitnah erfolgen. Wird die Kultur erst sehr spät nach dem Verlegen der Folie gesät oder gepflanzt, ist die Haltbarkeit der Folie über den gesamten Kulturzeitraum möglicherweise nicht mehr gewährleistet. Lediglich bei Kulturen wie Einlegegurken oder Zucchini, bei denen durch die schwarze Mulchfolie eine Bodenerwärmung den Kulturerfolg erhöht, kann eine Verlegung der Mulchfolien bis zu zwei Wochen vor der Aussaat sinnvoll sein.



Verlegen mit Verlegegerät



Verlegen händisch

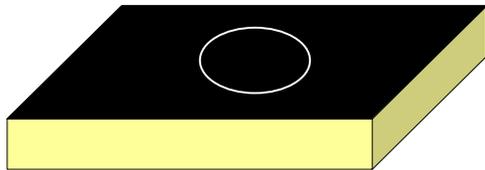
Technische Aspekte

Beim Verlegen beachten:

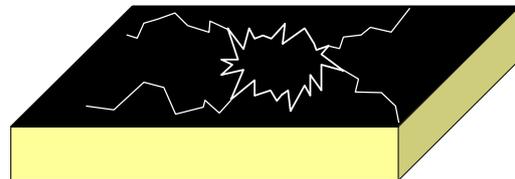
- Vorspannung möglichst gering halten
- mechanische (Vor-)Belastung vermeiden
- Halterung / Führung darf nicht an der Rolle reiben oder schleifen, da sich sonst das Material erhitzt und es zu Verklebungen kommt
- die Folie sollte plan auf der Bodenoberfläche anliegen und die Ränder mit Erde bedeckt werden, damit der Wind die Folie nicht abhebt
- bei der Verwendung von Lochstanzgeräten scharfe Werkzeuge einsetzen
- beim händischen Schneiden der Saat- oder Pflanzlöcher zackenlose (kein Wellenschliff) und v. a. scharfe Messer verwenden.



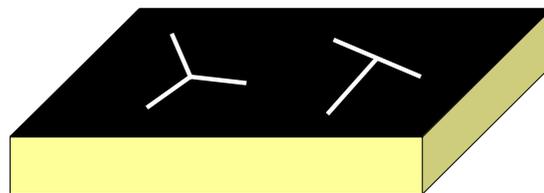
Stanzen von Pflanzlöchern



scharfes Stanzeisen



mangelhaftes Stanzeisen



Schneiden mit dem Messer

Verziehen der Folie

Aufgrund der hohen Dehnbarkeit der biologisch abbaubaren Mulchfolien kann es beim maschinellen Verlegen passieren, dass die Folie sich, nachdem sie unter hoher Spannung und Dehnung ausgelegt wurde, sich wieder entspannt und dadurch verzieht. Das kann zum Problem werden, wenn bei Geräten mit kombinierter Verlege- und Pflanzvorrichtung Folienerlegung und Pflanzung in einem Schritt geschehen. Nachdem die Folie (unter Spannung) gelegt wurde, wird direkt im Anschluss das Pflanzloch gestanzt und die Jungpflanze abgesetzt. Wenn die Folie sich danach entspannt, kann es sein, dass sie sich verzieht und dabei die Jungpflanze umgeworfen oder verrutscht wird. Dadurch entsteht ein zusätzlicher Arbeitsaufwand für das Zurechtrücken der umgekippten Jungpflanzen.

Flattern der Folie

Die hohe Dehnbarkeit kann auch dazu führen, dass frisch verlegte Folie bei großen Folienbreiten durch starken Wind angehoben wird. Sind die Jungpflanzen bzw. die Sämlinge noch recht klein, so dass die Folie über die Pflanzen hinausgehoben wird, kann es passieren, dass beim Absinken der Folie die jungen Pflanzen entweder ganz oder teilweise überdeckt oder beschädigt werden.

Eine einfache und sehr wirksame Gegenmaßnahme ist das stellenweise Verteilen von Sand oder (feinem) Kies auf der Folie.



Windanfälligkeit



Kies auf Folie

Verbrennungen von Pflanzenteilen

An sehr warmen und vor allem sehr sonnigen Tagen (besonders im Sommer) besteht für die Blätter frisch gepflanzter Jungpflanzen die Gefahr der „Verbrennung“. Da Jungpflanzen bei warmer, sonniger Witterung aufgrund eines kurzfristigen Wasserdefizits oftmals „schlappen“, können herabhängende Blätter auf der schwarzen, durch die Sonneneinstrahlung stark erhitzten Folienoberfläche aufliegen und dort vertrocknen.



Verbrennungen bei Salatjungpflanze

6.3 Während der Kultur

Mechanische Beschädigungen sollten möglichst vermieden werden. Die Folie zu betreten stellt allerdings kein großes Risiko dar.

6.4 Nach der Kultur



Einfräsen am Kulturende

Nach der Kultur werden die Folienreste durch Fräsen, Pflügen, Grubbern oder durch andere Maßnahmen in den Boden eingearbeitet. Durch das Zerkleinern und Einarbeiten wird der biologische Abbau beschleunigt.

Bei kleinflächiger Anwendung, bspw. im Gewächshaus oder auf kleinen Beeten, können die Folienrückstände auch zusammen mit den Ernterückständen von der Kulturfläche geharkt werden. Die Folienreste lassen sich danach kompostieren.

Frühzeitiges Einarbeiten von biologisch abbaubaren Mulchfolien ist zwar grundsätzlich möglich, jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass nach sehr kurzen Liegezeiten (z.B. bei einem nach 2 Wochen verhagelten Satz Salat) Schwierigkeiten auftreten können. Da die Folien zu diesem Zeitpunkt noch über eine hohe Festigkeit, Stabilität und Dehnbarkeit verfügen, kann es vorkommen, dass sich beim Einarbeiten größere, zusammenhängende Folienstücke in den Werkzeugen verheddern oder verwickeln. In solch einem Fall sollte noch einige Tage mit dem Einarbeiten gewartet werden, oder die Folie sollte, wie bei PE-Mulchfolien üblich, von der Fläche genommen werden.

6.5 Aufbewahrung der Folienrollen

Herstellerangaben zufolge sind die Folien bis zu einem Jahr nach dem Bezug lagerfähig und lassen sich auch danach problemlos verlegen. Längere Lagerungszeiten werden nicht empfohlen.

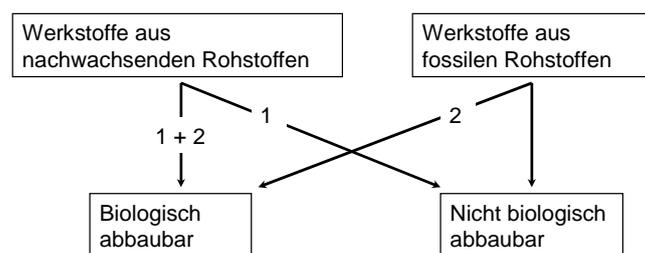
Die Rollen sollten kühl, trocken und vor allem lichtgeschützt aufbewahrt werden. Der Schutz vor derartigen Umwelteinflüssen wird durch das Verpacken der Rollen in Polyethylenfolie erhöht. Auf keinen Fall sollten die Rollen draußen auf dem Feld oder im Hof, den Witterungsbedingungen ausgesetzt aufbewahrt werden. Mechanische Beanspruchungen und Beschädigungen sind generell zu vermeiden. Damit auch während der Zeit der Aufbewahrung keine Schäden auftreten, wird empfohlen, die Rollen liegend zu verstauen. Zum Einen kommt es dadurch zu keinen Schäden an den empfindlichen Rändern und zum Andern können die Rollen nicht umfallen.

7 Nachwachsende Rohstoffe

Der Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ steht für organische Stoffe pflanzlicher oder tierischer Herkunft, die im Gegensatz zu begrenzt verfügbaren fossilen Rohstoffen wie beispielsweise Erdöl und Erdgas schnell und stetig neu gebildet werden. Nachwachsende Rohstoffe finden im Nicht-Nahrungsmittelbereich Verwendung (GROOT et al. 2000).

Vorteile bei der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen sind in der Schonung von fossilen Ressourcen und in der günstigen CO₂-Bilanz zu sehen. Naturgemäß erfüllen nachwachsende Rohstoffe das Kriterium der biologischen Abbaubarkeit; sie haben aber oft nur unzureichende Materialeigenschaften und lassen sich nicht optimal mit herkömmlichen Verfahrenstechniken verarbeiten. Eine Alternative stellen Blends dar, es handelt sich hierbei um Mischungen aus nachwachsenden Rohstoffen und fossilen Rohstoffen, z.B. Stärke und Polycaprolacton (GROOT et al. 2000).

Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen können durch Modifikation ihre biologische Abbaubarkeit verlieren. Werkstoffe aus fossilen Rohstoffen (Erdöl) können dagegen durch Modifikation biologisch abbaubar sein.



1 = Ressourcenschonung

2 = Abfallvermeidung

Werkstoffherkunft, Eigenschaften und Nutzen (v. ZABELTITZ, 1996)

8 Abbaubare Werkstoffe

Es gibt zahlreiche Materialien, die als abbaubar bezeichnet werden. Oftmals unterscheiden sich diese Materialien neben ihren Ausgangsstoffen in der Art und Weise ihres Abbaus bzw. in ihrem mechanischen Zerfall. Allen diesen Materialien ist gemeinsam, dass sich nach einem gewissen Zeitraum eine stoffliche Veränderung einstellt.

Das wichtige Unterscheidungsmerkmal zwischen den verschiedenen Materialien ist daher, ob chemische Abbauprozesse stattfinden können oder nicht. Weniger entscheidend hingegen sind die Kriterien, die den Vorgang des physikalischen Zerfalls bestimmen.

Dementsprechend spricht man von biologischem Abbau, wenn Mikroorganismen das Ausgangsmaterial in seiner chemischen Struktur verändern und zerlegen, nachdem es bereits durch Einwirkung z.B. von Sonnenlicht brüchig geworden ist. Daher darf nur für solche Materialien der Zusatz „biologisch“ abbaubar verwendet werden.

Anders hingegen verhält es sich bei Stoffen, die z.B. durch Einwirkung von Sonnenlicht zwar sehr spröde werden, dann aber lediglich in winzig kleine Einzelteile zerfallen, die erst nach sehr großen Zeiträumen chemisch abgebaut werden. Hier spricht man von einem physikalischen Zerfall, während von einem Abbau nur im weitesten Sinne die Rede sein kann.

8.1 Biologisch abbaubare Werkstoffe

Biologisch abbaubare Werkstoffe sind in der Regel polymer aufgebaute Materialien, die kunststoffähnlich und im Regelfall mit Verfahren der Kunststofftechnik verarbeitbar sind. Als Rohstoffbasis zur Herstellung dieser Polymere können sowohl nachwachsende pflanzliche oder tierische als auch fossile Rohstoffe eingesetzt werden (GROOT et al. 2000)

Biologisch abbaubare Werkstoffe werden hergestellt aus natürlichen Polymeren (z.B. Stärke, Cellulose, Gelatine, Lignin), natürlichen Monomeren, welche biochemisch polymerisiert werden (z.B. Polylactid - PLA, Polyhydroxybuttersäure - PHB), oder aus Erdöl, welches chemisch polymerisiert wird (z.B. Polycaprolacton, Copolyester etc.).

Als biologisch abbaubar werden polymere Werkstoffe bezeichnet, wenn alle organischen Bestandteile einem vollständigen biologischen Abbau unterliegen, der unter Veränderung der chemischen Struktur des Materials zu natürlich vorkommenden Stoffwechselprodukten führt. Ausschlaggebend für die Zertifizierung „Kompostierbar“ ist eine Offenlegung der Inhaltsstoffe, der Nachweis des biologischen Abbaus unter Laborbedingungen sowie ein nachweisbarer Abbau im Rahmen gängiger biologischer Verwertungsverfahren (z.B. Kompostierung).

Biologischer Abbau bzw. Kompostierbarkeit und Rückstandsfreiheit

Für den Nachweis der (vollständigen) biologischen Abbaubarkeit bzw. Kompostierbarkeit von **Kunststoffen** gibt es die Testmethoden nach der DIN EN 13432. Ist ein Produkt nach DIN EN 13432 zertifiziert, ist es nachweislich unter industriellen Bedingungen kompostierbar. Zudem hinterlassen diese Kunststoffe nach dem Abbau nachweislich keinerlei schädliche Inhaltsstoffe.

Die DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH bietet aufbauend auf der EN DIN 13432 eine herstellerunabhängige Zertifizierung bzw. Kennzeichnung von **Produkten** aus biologisch abbaubaren Werkstoffen an und vergibt hierzu das vom Verband der European Bioplastics e.V. entwickelte Logo, den Keimling.

In Belgien gibt es die Vinçotte, eine Prüfstelle, die unter anderem auch biologisch abbaubare Materialien und Produkte zertifiziert. Neben dem Zertifikat „OK Compost“, das der DIN EN 13432 entspricht, gibt es „OK Compost HOME“, das für den biologischen Abbau im privaten Komposten steht.

Daneben gibt es das Zertifikat „OK biodegradable in soil“, das Produkten verliehen wird, welche sich nach definierten Maßstäben im Boden biologisch abbauen.

Wie auch das DIN EN 13432- und das DIN CERTCO-Zertifikat gelten die Vinçotte-Zertifikate europaweit.



Zeichen der DinCertco



Zertifizierungszeichen der AIB Vincotte

8.1.1 ... aus nachwachsenden Rohstoffen

Dieses sind die Folien, über deren Einsatz im Rahmen des beschriebenen Projektes berichtet wurde. Näheres zu diesen Folien ist in Kapitel 3.1 beschreiben.

8.1.2 ... aus petrochemischen Rohstoffen

Es gibt auch biologisch abbaubare Materialien, die nicht auf Basis nachwachsender Rohstoffe gefertigt, sondern petrochemisch synthetisiert werden, d.h. sie bestehen

aus Erdöl. Nichtsdestotrotz besitzen auch einige dieser Materialien das Zertifikat der biologischen Abbaubarkeit.

In der Regel kommen diese Komponenten nur zu einem gewissen Teil in biologisch abbaubaren Mulchfolien vor, da stets ein hoher Anteil an nachwachsenden Rohstoffen innerhalb der biologisch abbaubaren Materialien angestrebt wird. Bei diesen Mischungen spricht man von Blends.

8.1.3 Verwendung in Gartenbau und Landwirtschaft

Der Einsatz von biologisch abbaubaren Werkstoffen ist gerade für Produkte mit kurzer Nutzungsdauer sinnvoll. Nach der Nutzungsphase wird das Produkt vollständig biologisch abgebaut und vermindert damit im Vergleich zu nicht abbaubaren Produkten die entstehenden Abfallmengen und verringert den Personal- und Maschinenaufwand für das Bergen bzw. Einsammeln und das Entsorgen.

In nachfolgender Tabelle sind biologisch abbaubare Produkte aufgeführt, die in Gartenbau und Landwirtschaft eingesetzt werden.

- Mulchfolien
- Anzucht- und Kulturgefäße
- Flachfolien
- Verpackungen
- Vliese- und Kulturschutznetze
- Geotextilien
- Bindegarne
- Clipse
- Etiketten

8.2 Weitere abbaubare Werkstoffe

Photo- und oxo-abbaubare Materialien

Wie eingangs des Kapitels erwähnt, ist es wichtig eine Unterscheidung zwischen Abbau und Zerfall bei der Abbaubarkeit eines Materials zu machen.

Auf dem Markt finden sich zahlreiche Produkte wie Tüten, Folien oder Mulchfolien, die allesamt als abbaubar bezeichnet werden. Darunter finden sich auch einige Produkte aus Polyethylen (PE), die nicht den nach DIN CERTCO entsprechen, aber ungeachtet dessen von den Herstellern z.B. als "bio-, UV-, oxo-abbaubar" bezeichnet werden. Sofern diese Produkte bzw. ihre Ausgangsmaterialien nicht nach DIN CERTCO bzw. nach DIN EN 13432 zertifiziert sind, kann nur vorbehaltlich von einer (biologischen) Abbaubarkeit gesprochen werden und auch die ökologische Unbedenklichkeit der entstehenden Abbau- bzw. Zerfallsprodukte ist nicht erwiesen.

Es sollte daher stets darauf geachtet werden, dass ein Material bzw. ein Produkt, welches als „biologisch abbaubar“ gilt, von den erwähnten Organisationen zertifiziert ist.

9 Perspektiven

Neu- und Weiterentwicklung der Materialien, aus denen biologisch abbaubare Materialien hergestellt werden können, finden weiterhin statt. Dazu gehören insbesondere:

- die Prüfung neuer Rohstoffe und neuer Materialmischungen
- die Erweiterung der Anwendungsbereiche (längere Haltbarkeiten und damit Verwendbarkeit für weitere Kulturen)
- die Erhöhung des Anteils an nachwachsenden Rohstoffen in den Produkten und damit eine Ausweitung der ökologischen Vorteile

10 Bezugsquellen / Informationsquellen

Vertriebe von biologisch abbaubaren Mulchfolien

<p>AGRAVIS Raiffeisen AG Firmensitz Münster: Industriegeweg 110 48155 Münster Tel.: 0251 / 68 2-0 Fax: 0251/ 68 2-25 34 www.agravis.de</p>	<p>AGRAVIS Raiffeisen AG Firmensitz Hannover: Plathnerstr. 4A 30175 Hannover Tel.: 0511 / 80 75-0 Fax: 0511 / 80 75-34 90 www.agravis.de</p>
<p>BayWa AG Hauptverwaltung Arabellastraße 4 81925 München Tel.: 089 / 92 22-33 07 www.baywa.de jochen.schellenberger@baywa.de</p>	<p>Böckenhoff GmbH Am Bakenhof 1 46348 Raesfeld-Erle Tel.: 02865 / 80 13 Fax: 02865 / 17 22 www.ehmo-tec-folien.de</p>
<p>Folimat Gartenbautechnik GbR Franz Josef Hoffacker Grindweg 10 46487 Wesel-Büderich Tel.: 02803 / 80 03 58 Fax: 02803 / 80 02 58 www.folimat.de info@folimat.de</p>	<p>Folitec Agrarfolien-Vertriebs GmbH Industriegebiet Sainscheid Röntgenstraße 11 56457 Westerburg Tel.: 02633 / 28 00 0 Fax: 02633 / 28 00 10 www.folitec.de vertrieb@folitec.de</p>
<p>FVG Folien-Vertriebs GmbH Ebernhahnerstr. 14-16 56428 Dernbach Tel.: 02602 / 92 64-10 Fax: 02602 / 92 64-24 www.fvg-folien.de info@fvg-folien.de</p>	<p>Hartmann-Brockhaus Rathausstr. 13 85235 Egenburg Tel.: 08134 / 55 57 42 Fax: 08134 / 55 65 99 www.hartmann-brockhaus.de vertrieb@hartmann-brockhaus.de</p>
<p>MERULIN Gartenbauservice GmbH & Co. KG Florastraße 2-6 47608 Geldern-Walbeck Tel.: 02831 / 97 79 0 Fax: 02831 / 97 79 210 www.merulin.de gartenbauservice@merulin.de</p>	<p>Raiffeisen Hauptgenossenschaft Nord AG Werftstrasse 218 24143 Kiel Tel.: 0431 / 70 23-0 Fax: 0431 / 70 23-244 www.hage-kiel.de info@hage.hagekiel.de</p>

<p> Raiffeisen-Warenzentrale Kurhessen-Thüringen GmbH Ständeplatz 1-3 34117 Kassel Tel.: 0561 / 71 22-0 Fax: 0561 / 71 22-354 www.raiffeisen-kassel.de info@raiffeisen-kassel.de </p>	<p> RWZ Rhein-Main eG Altenberger Straße 1a 50668 Köln Tel.: 0221 / 16 38-0 Fax: 0221 / 16 38-254 www.rwz.de info@rwz.de </p>
<p> Veicht Agrarhandel oHG Wiesenstr. 1 94424 Arnstorf Tel.: 08723 / 91 00 30 Fax: 08723 / 91 00 32 www.veicht-folien-vlies.de info@veicht-folien-vlies.de </p>	<p> WERNER BERNHARDT Otto-Hahn-Str. 66 63303 Dreieich Tel.: 06103 / 35 05 7 Fax: 06103 / 36 47 4 www.Folien-Bernhardt.de folien-bernhardt@t-online.de </p>
<p> ZG Raiffeisen eG Lauterbergstr. 1 76137 Karlsruhe Tel.: 0721 / 352-0 Fax: 0721 / 352-1509 www.zg-raiffeisen.de info@zg-raiffeisen.de </p>	

Hersteller von Folienlegegeräten

<p>Checchi e Magli s.r.l. Via Guizzardardi 38 40054 Budrio (Bologna) (ITA) www.checchiemagli.com info@checchiemagli.com</p>	<p>CM 31 route de La Loire – B.P. 2 44450 La Chapelle-Basse-Mer (FRA)</p>
<p>Fedele Mario costruzioni meccaniche Via Follani 120/A 66034 Lanciano/CH (ITA) www.fedelemario.com info@fedelemario.com</p>	<p>Ferrari Costruzioni Meccaniche Via Valletta 1/A 46040 Guidizzolo (MN) (ITA) www.ferraricostruzioni.com info@ferraricostruzioni.com</p>
<p>Folimat Gartenbautechnik GbR Franz Josef Hoffacker Grindweg 10 46487 Wesel-Büderich Technischer Ansprechpartner: Wilhelm Bauer Zur Bauernschaft 201 46487 Wesel Tel.: 02803 / 45 09 Fax: 02803 / 83 56 www.folimat.de info@folimat.de</p>	<p>Hortus s.r.l. / Hortech / MAS Viale dell'Artigianato, 18/20 35021 Agna - Padova (ITA) www.hortech.it info@hortussrl.it</p>
<p>Sfoggia Agriculture Division Via Ferltrina Sud Nr. 170 31044 Montebelluna-Treviso (ITA) www.sfoggia.com info@sfoggia.com</p>	<p>Karl Sagstetter Maschinenbau Mittlere Bachstr. 41 94522 Haidlfing www.maschinen-sagstetter.de</p>

Vertriebe von Folienlegegeräten in Deutschland

<p> Kaupp Landmaschinenh. GmbH Stetten 1 84419 Schwindegg Tel.: 08082 / 12 45 Fax: 08082 / 12 64 www.kaupp-landmaschinen.de info@kaupp-landmaschinen.de </p>	<p> Kress & Co GmbH - Umweltschonende Landtechnik Eberdinger Str. 37 71665 Vaihingen / Enz Tel.: 07042 / 81 74 64 Fax: 07042 / 81 74 63 www.kress-landtechnik.de info@kress-landtechnik.de </p>
<p> Trinkel Gemüsetechnik - Rimeco Deutschland GmbH Hauptstraße 54-56 67229 Laumershein Tel.: 06238 / 30 19 Fax: 06238 / 41 77 www.gemuesetechnik.de info@trinkel.de </p>	

Folienhersteller

<p>AFG Agrofol GmbH</p> <p>Am Bornschen Berg 1 39435 Unseburg Tel.: 039263 / 935-0 Fax: 039263 / 935-10 www.agrofol.de info@agrofol.de Ansprechpartner: Herr Biermordt</p>	<p>GroenCreatie b.v.b.a.</p> <p>Industriezone Meersbloem 46 9700 Oudenaarde (B) Tel.: +32 (0)55 61 21 31 Fax: +32 (0)55 61 21 01 www.groencreatie.be fonteyne@groencreatie.be Ansprechpartner: Karl Fonteyne</p>
<p>GROUPE BARBIER</p> <p>La Guide BP 39 43600 Sainte-Sigolène (F) Tel.: +33 (0)4 71 75 11 11 Fax: +33 (0)4 71 66 15 01 www.barbiergroup.com herve.clement@barbiergroup.com Ansprechpartner: Hervé Clément</p>	<p>Oerlemans Plastics B.V.</p> <p>Kleibergsestraat 4 4265 GB Genderen (NL) Tel.: +31 (0)416 35 81 00 Fax: +31 (0)416 35 25 90 www.oerlemansplastics.nl gk@oerlemansplastics.nl Ansprechpartner Geert Klerkx</p>
<p>POLYDEN-Folienfabrik GmbH</p> <p>Ansbacher Straße 38 91560 Heilsbronn Tel.: 09872 / 808-19 Fax: 09872 / 808- www.polyden.de siegfried.fiedler@polyden.de Ansprechpartner: Siegfried Fiedler</p>	

Granulathersteller

<p>FKuR - Forschung und Engineering GmbH</p> <p>Siemensring 79 47877 Willich Tel.: 02154 / 92 51 0 Fax: 02154 / 92 51 51 www.fkur.de patrick.zimmermann@fkur.de Ansprechpartner: Patrick Zimmermann</p>	<p>Novamont GmbH</p> <p>Kölner Strasse 3a 65760 Eschborn Tel.: 06196 / 94 78 88 Fax: 06196 / 94 78 86 www.materbi.com NovamontD@t-online.de Ansprechpartner: Friedrich von Hesler</p>
--	--

11 Literatur

Literatur, auf die im Text verwiesen wurde

GESELLSCHAFT FÜR KUNSTSTOFFE IM LANDBAU e.V. (GKL) (Hrsg.) (2007): Ernteverfrühung, Folien, Vliese und Netze bei Gemüse und Erdbeeren 2007.

GROOT, L., K. PARUSCHKE, P. SCHÜSSELER, C. WEBER, C. VON ZABELTITZ (2000): Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau. KTBL-Schrift 386. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

WEBER, C. (1998): Produktgruppen: Folien, Vliese und Gewebe. Workshop: Bioabbaubare Werkstoffe – Einsatz im Gartenbau. Zusammenfassung der Vorträge und Arbeitsergebnisse. Eigenverlag, Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover

ZABELTITZ, C. VON (1996): Anforderungen an Kunststoffe. Deutscher Gartenbau 46, 2524-2529.

Bücher

KTBL (Hrsg.), 2003: Biodegradable Materials and Natural Fibre Composites. KTBL-Schrift 414. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

GROOT, L., K. PARUSCHKE, P. SCHÜSSELER, C. WEBER, C. VON ZABELTITZ (2000): Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau. KTBL-Schrift 386. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

KTBL (Hrsg.), 1998: Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. KTBL-Arbeitspapier 251. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

KTBL (Hrsg.), 1997: 25 Jahre GKL - Innovationen durch Kunststoffe. KTBL-Arbeitspapier 241. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

KTBL (Hrsg.), 1996: Neue Wege beim Kunststoffeinsatz im Landbau. KTBL-Arbeitspapier 234. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

BRÖKELAND, R. und L. GROOT, 1995: Nachwachsende Rohstoffe für den Gartenbau. KTBL-Arbeitspapier 221. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

KTBL (Hrsg.), 1995: Kunststoffe und nachwachsende Rohstoffe II. KTBL-Arbeitspapier 220. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

KTBL (Hrsg.), 1994: Kunststoffe und nachwachsende Rohstoffe. KTBL-Arbeitspapier 209. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.

Versuchsberichte

2007

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2007): Auch farbige biologisch abbaubare Mulchfolien zeigen bei Blumenkohl keine Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2007): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie verringert Fäulnis im ökologischen Anbau von Salat. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2007): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolien im ökologischen Anbau von Kohlrabi zeigt nur geringe Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2007): Einsatz farbiger biologisch abbaubarer Mulchfolien im ökologischen Anbau von Kohlrabi mit wechselndem Erfolg. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2007): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie zeigt im ökologischen Anbau von Knollenfenchel im Versuchsjahr keine Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2007): Grüne biologisch abbaubare Mulchfolie zeigt im ökologischen Anbau von Knollenfenchel die besten Ergebnisse. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

SCHREYER, L. (2007): Anwendung biologisch abbaubarer Folien (Biofolien) beim Anbau von Einlegegurken. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

2006

LAUN N., K. POSTWEILER und B. NAAB (2006): Bioabbaubare Mulchfolie auch für Frühkulturen im Gewächshaus einsetzbar. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

2005

AROLD, G. (2005): Auch im dritten Anbaujahr keine gesicherten Ertragsunterschiede durch unterschiedliche Mulchfolien bei Einlegegurken. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

KELL, K. und T. JAKSCH (2005): Auswirkung verschiedenfarbiger biologisch abbaubarer Mulchfolien auf Kopfsalatanbau im Sommer. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2005): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von Blumenkohl zeigte auch im zweiten Jahr keine Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K. und S. ANDRAE (2005): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie bringt im ökologischen Anbau von Knollenfenchel Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2005): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von Kohlrabi auch im zweiten Versuchsjahr mit wechselndem Erfolg. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2005): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von Kopf- und Eissalat auch im zweiten Jahr positiv. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

2004

AROLD, G. (2004): Auch im zweiten Anbaujahr keine gesicherten Ertragsunterschiede durch unterschiedliche Mulchfolien bei Einlegegurken. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2004): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von Blumenkohl zeigte keine Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2004): Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von Kohlrabi mit wechselndem Erfolg. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

POSTWEILER, K., N. LAUN und S. ANDRAE (2004): Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von frühem Kopf- und Eissalat positiv. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

2003

AROLD, G. (2003): Keine gesicherten Ertragsunterschiede durch abbaubare Mulchfolien im Vergleich zur praxisüblichen Mulchfolie bei Einlegegurken. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

KELL, K. und T. JAKSCH (2003): Mehr Ertragssicherheit bei Knollenfenchel mit abbaubaren Mulchfolien. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

LAUN N. und K. POSTWEILER (2003): Einsatz von Mulchfolie im ökologischen Anbau von Kohlrabi positiv. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

SCHREYER, L. (2003): Widersprüchliche Ergebnisse beim Einsatz von Bio-Folie: Mindererträge 2003. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

SPORY, K. und H. SAUER (2003): Abbaubare Mulchfolie in bezug auf Frühzeitigkeit und Pflanzengesundheit mit PE-Folie vergleichbar. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

2002

SCHREYER, L. (2002): Einsatz von Bio-Folie beim Anbau von Einlegegurken. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

2001

KELL, K. (2001): Gute Erfahrungen mit neuer Biomulchfolie bei Kopfsalat im Sommeranbau. Versuche im deutschen Gartenbau, Teil Gemüse. Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.), Bonn.

Zeitschriftenveröffentlichungen

Biologisch abbaubare Mulchfolien

BOOS, M. und H-P. LIEBIG (1995): Die Umweltverträglichkeit verschiedener Mulchmaterialien. Gemüse 31, Nr. 3, S. 158-161.

BRAUN, J. (2003): Getestet: biologisch abbaubare Mulchfolie. Deutsche Baumschule 55, Nr. 1, S. 47-48.

GUGENHAN, E. (2005): Einsatz von Netzen und Mulchfolien. Monatsschrift, Nr. 2, S. 97-98.

KELL, K. und V. HENNING (2007): Einsatz von abbaubaren Mulchfolien. Monatsschrift, Nr. 1, S. 36-37.

KRETSCHMER, M. (2002): Biologisch abbaubare Mulchfolien bei Einlegegurken sind praxisreif. Gemüse 38, Nr. 2, S. 46-48.

NEUWEILER, R., R. BAUERMEISTER und R. TOTAL (2003): Biologisch abbaubare Folien in der Lauchkultur. Der Gemüsebau / Le Maraîcher Nr. 12, S. 22-25.

ORLAMÜNDE, W. H. (2004): Biologisch abbaubare Mulchfolien. Monatsschrift Nr. 9, S. 528.

ORLAMÜNDE, W. H. (2004): Biologisch abbaubare Mulchfolien auf der ÖGA. Gb Das Magazin für den Zierpflanzenbau Nr. 16, S. 38-39.

SPORY, K. (2004): Einsatz einer abbaubaren Mulchfolie bei frühem Kopfsalat im kalten Folienhaus. Landinfo Nr. 4, S. 38-40.

ROTH, R. (2006): Mulchfolie hilft, Arbeitszeit fürs Unkrauthacken einzusparen. Taspo Nr. 24, 16.06.2006, S. 8.

WEBER, C. (2000): Biologisch abbaubare Mulchfolien für Einlegegurken? Gemüse 36, Nr. 4, S. 30-32.

WEBER, C. (2000): Biologisch abbaubare Mulchfolien: Auf die Eigenschaften kommt es an. Gemüse 36, Nr. 5, S. 21-23.

WINKHOFF, R. (2004): Neues zum Einsatz von Mulchfolien und -vliesen. Gemüse 40, Nr. 7, S. 36-38.

Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau

SCHEIDER, R. (2005): Nachwachsende Rohstoffe für den Gartenbau diskutiert. Gemüse 41, Nr. 2, S. 52-54.

SCHMIDT, B. (2004): Biokunststoffe. Kultur & Technik, Nr. 01, S. 12-15.

SCHÜSSELER P. (2000): Einsatz biologisch abbaubarer Werkstoffe im Gemüsebau. Gemüse 36, Nr. 4, S. 25-28.

WEBER, C. (2000): Matten, Vliese und Folien aus biologisch Abbaubaren Werkstoffen (BAW). ZVG Gartenbau Report Nr. 5, S. 14-17.

Veröffentlichungen zu Verlegegeräten

BARTHELMEß, S. (2001): Mulchfolie mit Wunschlöchern. Monatsschrift Nr. 7, S. 498-499.

BARTHELMEß, S. (2004): Mulchfolien perfekt verlegen und lochen. Monatsschrift Nr. 3, S. 175-176.

FISCHER-KLÜVER, G. (2006): Technik für Anbau und Aufbereitung. Gemüse 42, Nr. 12, S. 44-45.

HORMES, E. (1993): Geräte in Frankreich erprobt. Gemüse 29, Nr. 8, S. 412-413.

MATTHÄUS, D., E. JAMPEN und D. JENNI (1998): Verschiedene Pflanzmaschinen im Test am LBBZ Seeland beim Anbau von Kopfsalat. Der Gemüsebau / Le Maraîcher Nr.3, S. 4-6.

Rechtliche Vorgaben

DIN EN 13432:2000-12 Verpackung - Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau - Prüfschema und Bewertungskriterien für die Einstufung von Verpackungen; Deutsche Fassung EN 13432:2000

DIN EN 13432 Berichtigung 2:2007-10 Verpackung - Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau - Prüfschema und Bewertungskriterien für die Einstufung von Verpackungen; Deutsche Fassung EN 13432:2000, Berichtigungen zu DIN EN 13432:2000-12, Deutsche Fassung EN 13432:2000/AC:2005

DIN V 54900-1 Prüfung der Kompostierbarkeit von Kunststoffen - Teil 1: Chemische Prüfung, Oktober 1998

DIN V 54900-2 Prüfung der Kompostierbarkeit von Kunststoffen – Teil 2: Prüfung auf vollständige Abbaubarkeit von Kunststoffen in Laborversuchen, September 1998

DIN V 54900-3 Prüfung der Kompostierbarkeit von Kunststoffen – Teil 3: Prüfung unter praxisrelevanten Bedingungen und der Qualität der Komposte, September 1998

DIN 54900-4 Prüfung der Kompostierbarkeit von polymeren Werkstoffen – Teil 4: Prüfung der Ökotoxizität der Komposte, Januar 1997

ASTM D 6400:2004 Standard Specification for Compostable Plastics May 1999

ASTM D 5338 Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastics Materials Under Controlled Composting Conditions, September 1998

ASTM D 6002 Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally Degradable Plastics, October 1996