

Bessere Farbe und Fruchtqualität durch Reflektionsfolien

Mehr Licht sorgt für knackig-rote Äpfel

Folien zur Reflexion des einfallenden Sonnenlichts gewinnen im Apfelanbau immer mehr Bedeutung – nicht zuletzt im Rahmen von Nachhaltigkeitsbestrebungen. Wir bringen einen Überblick über den neuesten Stand der Forschung und neue Entwicklungen zum Ausbringen und zur Befestigung sowie über Haltbarkeit, Befahrbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Reflexionsfolien aus Aluminium, Polyethylen und Polypropylen.

Dr. Michael Blanke, Universität Bonn, D

Seit zwölf Jahren werden auf dem Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn Untersuchungen zur Verbesserung der Fruchtfarbe und Fruchtqualität bei Äpfeln im Herbst durchgeführt. Als Hilfsmittel dienen organische Materialien wie Weizenstroh, Biofarben oder Biostimulanzen, aber auch Reflektoren aus „nassfestem Papier“ und reflektierende Folien aus Aluminium, Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP).

Ursachen schlechter Fruchtausfärbung

Die Ausbildung der roten Deckfarbe wird bei zweifarbigen Apfelsorten im Herbst durch eine Kombination von verschiedenen Faktoren vermindert; zu diesen Faktoren gehören:

- ▶ verstärkter Anbau unter Hagelnetzen mit 8–22% Lichtverlust
- ▶ Klimawandel mit wärmeren Herbst- und vor allem Nachttemperaturen
- ▶ dem Breitengrad entsprechend abnehmende Tageslänge (Photoperiode)
- ▶ abnehmende Lichtstärke und abnehmender Sonnenstandswinkel im Herbst

Voraussetzungen für den Einsatz von Lichtreflektoren

Betroffen sind vor allem Standard-sorten wie 'Gala Mondial', 'Royal Gala' und 'Elstar Elshof' mit geringem genetischen Färbungspotenzial und spätreifende Sorten wie 'Pinova', 'Fuji' und 'Braeburn' zur Zeit abnehmender, geringer Sonneneinstrahlung und kleinen Sonnenstandswinkels. Aber auch bei

Clubsorten wie 'Kanzi' oder 'Pink Lady', bei denen ein hoher Anteil Deckfarbe zur erfolgreichen Vermarktung erforderlich ist, können Reflexionsfolien eine wichtige Kulturmaßnahme sein.

Spezialfall: Ältere Baumbestände und Tallagen

Bei Obstbau in Gebirgs- oder Hügellagen sind häufig die Bestände in den Tallagen besonders von unzureichender Farbe betroffen, wenn sich dort die warme Luft staut. Aber auch Früchte älterer Baumbestände wie 'Gala Brookfield' können betroffen sein, deren Rotfärbung mit dem Baumalter und einer stärker beschattenden Baumkrone nachlässt. Dies kann sowohl ein Nachlassen der genetisch bedingten Rotfärbung als auch starke Schattierung oder eine Kombination beider als Ursachen haben. Die Anwendung von Lichtreflektoren kann dann häufig eine frühzeitige Rodung noch ertragsfähiger Anlagen verhindern.

Breite Palette der Kulturmaßnahmen zur Farbverbesserung

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist eine ausreichende Fruchtausfärbung eine der Voraussetzungen für ein erfolgreiches Vermarkten in der besseren Einstufung der Handelsklasse I, die durch folgende Maßnahmen erreicht werden kann:

- ▶ Verwendung roter Mutanten
- ▶ Winter- und Sommerschnitt öffnet die Baumkrone für Lichtdurchlässigkeit
- ▶ chemisches, maschinelles oder manuelles Ausdünnen
- ▶ manuelles oder maschinelles Entfernen fruchtnaher Blätter
- ▶ Transpirationskühlung mit Wasser
- ▶ Biostimulanzen
- ▶ Reflexionsfolien

Ziel dieses Beitrages ist es, eine Übersicht über die verfügbaren Reflektoren,

Abb. 1: Wirkungsprinzipien der diffusen Reflexion

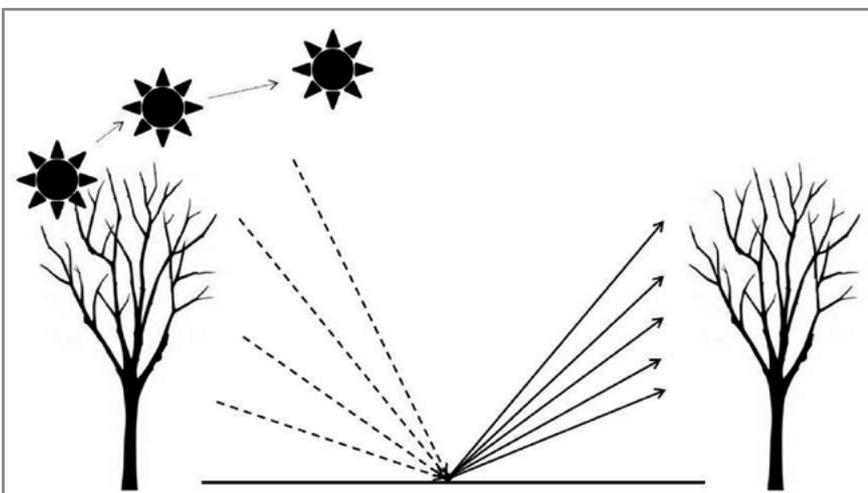




Abb. 2 a und 2 b: Alu- bzw. aluminiumbeschichtete PE-Folien zur Auslegung unter den Bäumen (hier gelochte Color-Up) (links) bzw. Polypropylenfolien (hier Lumilys, rechts) zur Lichtreflexion des einfallenden Sonnenlichtes speziell von unten in die Baumkrone und von unten an die sonst eher grüne Unterseite der Apfelfrüchte

ihre richtige Anwendung und ihren Einfluss auf die Fruchtqualität, Fruchtausfärbung und Farbintensität am Beispiel Äpfel durch gezielte Anwendung von reflektierenden Mulchfolien zu geben. Daneben soll ein möglicher Effekt auf die Reifebeschleunigung und Wirtschaftlichkeit untersucht und ein erster Ansatz zu einem Nachhaltigkeitskonzept erarbeitet werden, das zunehmend den Einsatz einer Maßnahme mitbestimmt.

Rotfärbung im Handel, beim Verbraucher und in der Gesundheit

Bei Handel und Verbraucher spielt die rote Deckfarbe der Früchte eine wichtige Rolle beim Kauf, da die Konsumenten eine rot gefärbte Frucht mit gutem

Geschmack und Aroma sowie Reife assoziieren. Den rotfärbenden Pigmenten der Fruchtschale des Apfels, wie Anthozyanen und Flavonolen, werden zudem Wirkungen als Antioxidantien im menschlichen Organismus mit einer Senkung des Risikos an Krebs-, Kreislauf- oder Herzleiden zugeschrieben.

Versuchsstandort

Seit zwölf Jahren werden Versuche mit den Sorten 'Gala Mondial', 'Elstar Elshof', 'Braeburn Hilwell', 'Fuji Kiku 8' und 'Braeburn Marired' jeweils von August bis Oktober eines Jahres auf dem Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn durchgeführt; dabei erfolgt Anfang Juli eine Handausdünnung auf vergleichbare Fruchtzahl. Als

Kontrolle dienen Bäume der gleichen Reihe mit Grasstreifen ohne reflektierende Materialien. Der mittlere Jahresniederschlag der Jahre 1956 bis 2015 an diesem Standort beträgt 606 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur 9,8 °C bei einer Vegetationsperiode von 165– 170 Tagen.

Wirkungsweise – Diffuse Reflexion und Erhöhung der Lichtausnutzung im Bestand

Diffuse Reflexion ist der Schlüssel zum Erfolg der Lichtreflektoren – einfallendes Sonnenlicht wird von der Reflexionsfolie breit gefächert in die Baumkrone reflektiert (**Abb. 1**). Reflektierende Mulchfolien können die Fruchtausfärbung (Anteil der roten Deckfarbe – siehe **Abb. 2–3**) und Farbintensität an drei Stellen verbessern, die besonders durch Lichtmangel betroffen sind:

- a) Früchte im unteren inneren Kronenbereich,
- b) die dem Baumstamm zugewandte

Tabelle 1: Liste einiger Hersteller von Reflexionsfolien				
Material	Firma	Spez. Gewicht	Haltbarkeit (Jahre)	Nettopreis in Ct./m ² Folie
Weißer Gewebe-Mulchfolien – für den Grasstreifen				
Extenday	Extenday, WA/NZ	80 – 100 g/m ²	8	60 – 70
Lumilys, Beaulieu	Belgien	100 g/m ²	10	50 – 60
Lumitex	–	100 g/m ²	–	60 – 70
Daybright	Extenday	70 g/m ²	6	40 – 50
BriteWhite	USA	80 g/m ²	7	40 – 50
Folicur/Folitec	Folitec	–	–	40 – 50
Colorit	Proline, NZ	–	–	–
Weißer mikroperforierte PE-Folien – für den Grasstreifen				
Tyvek	DuPont, US, Luxembourg	–	6	90 – 100
Aluminium-beschichtete Mulchfolien ('metallised PE') – unter den Bäumen, ggf. auch im Grasstreifen (Reflexionsfolie F)				
Color-Up (ge- locht), Mylar, Brite N up, SVR- Lining (Proline), Reflexionsfolie F (ungelocht)	–	15 g/m ² 1 µm dünn	1	500 €/ha

Abb. 3: Markierte Stelle an einem Braeburn-Apfel für die Farbmessungen im Feld zur Erforschung der Farbentwicklung in Abhängigkeit von den verwendeten Reflektoren





Abb. 4a, 4b und 4c: Plastikkrallen mit Expandern der Firma Beaulieu, die bis zur nächsten Nutzung am Baum über Winter verbleiben, GatorClip (Fa. Proline, Neuseeland, Firmenphoto, Mitte) oder Sandsäcke (rechts)

Schattenseite der Frucht und c) der Unterseite der Frucht.

Diese gezielte positive Wirkung der reflektierenden Materialien auf die Fruchtausfärbung bei Apfel beruht auf einer Erhöhung der Lichtausnut-

zung im Bestand, während sich die Lichteinstrahlung nicht verändern bzw. erhöhen lässt. Dabei wird die Aktivität des in der Anthozyansynthese Licht und Temperatur abhängigen Schlüsselenzyms Phenylalanin-

Ammonium-Lyase (PAL) erhöht und es können sich gesündere Früchte am Baum entwickeln. Die genetische Regulierung bzw. Farbstimulation der beteiligten Enzyme erfolgt durch die beiden Gene MdMYB1 und MdMYB 10, die 4–6 Wochen vor der Ernte durch kalte Temperaturen und Licht aktiviert werden.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Alu- und Polypropylen-Reflexionsfolien

Silberne Alu- oder Alu-bedampfte PE-Folien		Weiße PP-Reflexionsfolien	
Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
Geringe Anfangsinvestition	Mulcharbeit bleibt	Mulchen entfällt	Hohe Anfangsinvestition
Einfaches Ausrollen der hauchdünnen Alu-/PE-Folien/Pflug	Häufige, jährliche Entsorgung als Sondermüll	Lange Haltbarkeit	Ausrollen und Befestigen aufwendiger als Alu
Freier Grasstreifen für Überfahrten (z. B. Lagerspritzungen u. a.)	Keine Trennung von Alu und Kunststoff bei der Entsorgung	Entsorgung erst nach 10 Jahren recycelfähig	Sauberes Aufrollen und Aufbewahren über den Winter

Wahl der Lichtreflektoren

Neben organischen Materialien wie hellem Weizenstroh, Papier und biologisch abbaubarer weißer Farbe kommen weiße Gewebefolien für den Grasstreifen oder silberne Alu-beschichtete PE-Kunststoff- oder Alu-Folien zum Einsatz – meistens unter den Bäumen, manchmal auch im Grasstreifen (siehe Tabelle 1). Weiße Silofolie ist unwirksam. →



Über 100 Jahre Erfahrung in der Obstverarbeitung

- Standard- sowie Sonderlösungen
- Maschinenservicierung und -wartung, sowie Ersatzteile
- Alles aus einer Hand – von der Planung bis zur Inbetriebnahme
- Valentin Stossier – ein Synonym für Zuverlässigkeit und Langlebigkeit

Milteco GmbH . Viertelfeistritz 108 . 8184 Anger . T +43 3175 213 47 . E office@milteco.at . milteco.at

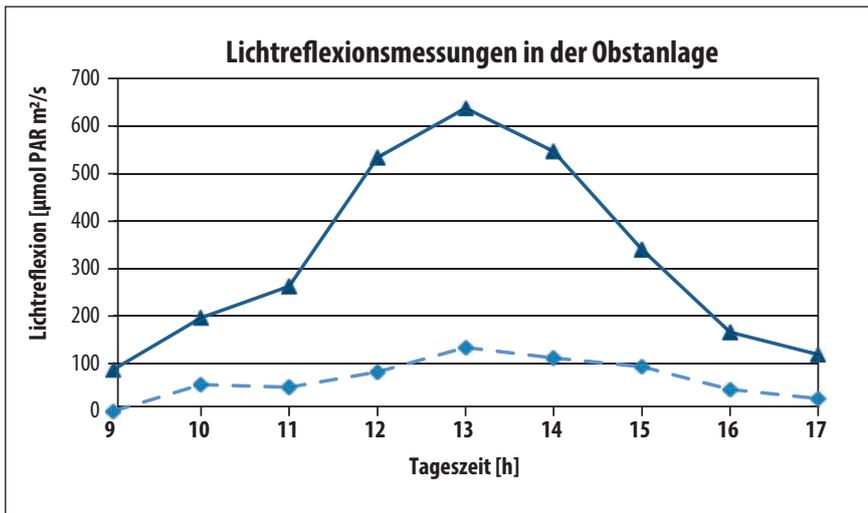


Abb. 5: Lichtreflexion der weißen Gewebefolie Lumilys (durchgezogene Linie) gegenüber der Kontrolle mit Gras (gestrichelte Linie) im Tagesverlauf im Herbst in Klein-Altendorf

Windschutz unter Hagelnetz; die Firma Extenday und die Firma **VIMAS/Schilling** bieten ein Abrollgerät für ihre Produkte an.

Vergleich: Reflexion bei Folie und bei Gras

Abb. 5 zeigt ein typisches Reflexionsdiagramm. Bei einem Sonnenstandswinkel von ca. 40° im Herbst in Klein-Altendorf stieg die Lichtreflexion über dem Grasstreifen der Kontrolle im Tagesverlauf von 0 auf 110 µmol PAR m⁻² s⁻¹ über Mittag (Maximum) und sank bis 17 Uhr dann wieder auf ca. 20 µmol PAR m⁻² s⁻¹ (Abb. 5). Im Gegensatz dazu war die Lichtreflexion über der weißen Gewebefolie um ein Vielfaches höher; **Lumilys**® reflektierte über Mittag bis zu 620 µmol PAR m⁻² s⁻¹.

Folienpreise – ein Saisongeschäft

Da der Verkauf von Reflexionsfolien ein Saisongeschäft – auf der Nordhalbkugel im Juli-August – und schwer vorherzuplanen ist, können sich die in der Tabelle 1 aufgeführten Preise erhöhen, wenn sehr kurzfristig und/oder geringe Mengen bestellt werden.

Was passiert mit dem Gras und bei Regen?

Bei den weißen Gewebe-Mulchfolien bleibt ein etwa 0,5 m breiter Baumstreifen frei, der eine ausreichende Wasseraufnahme der Bäume und Bodenatmung gewährleistet (Abb. 2b). Die meisten Gewebefolien lassen eine geringe Menge Wasser und Licht durch, um das Gras unter der Folie in der kurzen Auslegezeit grün zu halten.

Befestigung der Mulchfolien

Alubedampfte PE-Folien (**Color-Up gelocht, Mylar**) werden meist unter den Bäumen im Baumstreifen bis zu 1 m breit ausgerollt; die Befestigung erfolgt durch Beschweren mit Erde, z. B. durch einen Pflug.

Die Gewebefolien **Extenday** und **Daybright** der gleichnamigen Firma bieten z. B. im Lieferumfang Metallkralen, die der Firma **Beaulieu** Plastikhaken (Abb. 3 a), die alle 2–4 m oder alle 2–4 Bäume beiderseits angebracht werden, so dass ein Plastikhaken für zwei Seiten ausreicht und über den Winter am Baum verbleibt. Alternative ist eine Beschwerung alle ca. 2–4 m mit Sandsäcken (Abb. 4c), die ebenfalls über Winter in der Anlage verbleiben können. Die Abstände richten sich je nach Windbedingungen vor Ort und

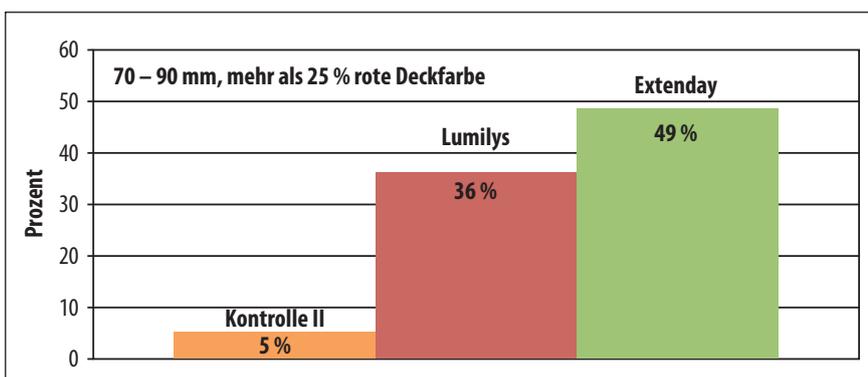
Einfluss der Lichtreflektoren auf die Fruchtqualität und Reife: Streif-Index bleibt

Die Versuche in Klein-Altendorf haben bisher gezeigt, dass die verwendeten Reflektoren die Fruchtfestigkeit erhielten. In manchen Jahren war der Zuckergehalt der Früchte leicht, in manchen Jahren nicht erhöht. Entscheidend bleibt der Streif-Wert für den richtigen Erntetermin, da die frühere, stärkere rote Fruchtfarbe oft den Eindruck früherer Reife geben kann. Das kann der Fall sein, muss aber nicht.

Einfluss von Reflexionsfolien auf den Packout

Abb. 6 zeigt den typischen Einfluss von weißen Polypropylen-Reflexionsfolien auf die Anteile der Äpfel mit mehr als 25 % roter Deckfarbe und einer Größe zwischen 70 und 90 mm (HKL I) („packout“); beide Reflexionsfolien erhöhten den Anteil großer und ausreichend gefärbter Früchte im Vergleich zur Kontrolle mit Gras.

Abb. 6: Packout – prozentuale Anteile der Früchte mit mehr als 25 % roter Deckfarbe und einer Größe zwischen 70 und 90 mm (HKL 1)



Zweimal pro Jahr auslegen – weniger Pflückdurchgänge

Die Reflexionsfolien zur Verbesserung der Fruchtausfärbung werden 2–4 Wochen vor der erwarteten Ernte oder 1. Pflücke ausgelegt und bei nur einer geplanten Pflücke vorher aufge-

rollt. Bei Sorten mit mehreren Pflücken kann eine Reflexionsfolie den Anteil 1. Pflücke und damit ihre Wirtschaftlichkeit erhöhen und die Zahl der Pflückvorgänge reduzieren. Von wirtschaftlichem Vorteil ist zweimaliges Auslegen z.B. erst bei einer frühen Sorte wie 'Gala' oder 'Elstar' und dann in einer späten Sorte wie 'Braeburn', 'Pinova', 'Fuji' oder 'Pink Lady'.

Kosten der weißen Polypropylen-Gewebe-Reflexionsfolien – ca. 650 €/Auslegen

Bei 27 Baumreihen je Hektar mit einem Reihenabstand von 3,5m und einer Reihenlänge von 100m werden bei beidseitiger Auslegung 28 Bahnen à 100 m – nach Abzug des Vorgewendes = 2.800 Laufmeter reflektierende Folie/Hektar benötigt. Das entspricht bei einer Bahnenbreite bei Lumilys® von 2,6 m * 2.800 m = 7.280m² Folie/ha.

Bei 7 Jahren Garantie z. B. von Beau-lieu (siehe **Tabelle 1**) und einer angenommenen Haltbarkeit von 8 Jahren

oder 8x Auslegen in einer Kultur kostet die Folie ca. 450 €/Auslegen zuzüglich der ca. 400 Gummispanner/ha (Abb.4a) einmalig 1.600 €/ha – etwa 650 €/Auslegen. Es bleiben die hohen Investitionskosten am Anfang (siehe **Tabelle 2**) von ca. 3.700 € für die Gewebefolie und ca. 1.600 € für die Gummispanner. Gewebefolien sind ein Betriebsmittel, das man bei Bedarf einsetzen kann, aber nicht jedes Jahr muss, wenn z.B. die Fruchtfärbung ausreicht.

Wirtschaftlichkeit – Investitionen

Um Preis- und Ernteschwankungen zu berücksichtigen, wurden vier Szenarien mit Differenzen in den Erzeugerpreisen von 0,10 €/kg, 0,20 €/kg, 0,30 €/kg und 0,40 €/kg zwischen gut und schlecht gefärbten Früchten bei Erntemengen von 60 t/ha, 70 t/ha, 80 t/ha, 90 t/ha und 100 t/ha berechnet.

Die **Tabelle 3** bietet Entscheidungshilfen für den Einsatz von Reflexions-

folien – ausgerechnet für achtmaligen Einsatz in einer Kultur oder Jahr bei besserer Auszahlung für 8% zusätzlichen Ertrages, wobei die variierenden Arbeitskosten **nicht** in der Kalkulation enthalten sind: Gelbe Bereiche sind im Übergang von Verlust zu Gewinn. Grüne Bereiche geben die Gewinnzone und rote die Verlustzone an und zeigen, dass Gewinne bei mehrmaligem Auslegen, guten Erträgen über 50 t/ha und möglichst großen Preisdifferenzen zwischen schlecht und gut gefärbten Früchten – wie vor allem bei Clubsorten – zu erzielen sind. Ausnahme sind alte, ertragreiche Baumbestände, die sonst zur Rodung anstünden und deren Rodung man vielleicht 3–5 Jahre hinauszögern kann.

Nachhaltigkeitsstrategie: Wiederverwendbarkeit und Entsorgung

Da die Nachhaltigkeitsgedanken eine immer größere Rolle spielen, beeinflussen sie zunehmend die Produktwahl und die Kaufentscheidung. Da

Tabelle 3: Preisdifferenz für gut bis schlecht gefärbte Früchte

	Erntemenge /ha				
	60 t	70 t	80 t	90 t	100 t
Standardsorten					
€ 0,10	-170	-30	-30	70	100
€ 0,20	310	470	630	790	950
Clubsorten					
€ 0,30	790	1.030	1.270	1.510	1.750
€ 0,40	1.270	1.590	1.910	2.230	2.550



SCHNEIDER
Baumschule - Nursery - Vivaio

MARILLENBÄUME

Pricia® Tsunami® Spring Blush® Pinkcot®
Samourai® Orangered-Bhart Big Red®
Goldrich Ninja® Kioto®
Nikko®

SCHNEIDER KG
Tel.: +43 (0) 3113 5111

www.obstbaumschule.at



BIOSOL
DER BIOLOGISCHE WEG ZU BESSEREM ERTRAG

Unser Auslieferungslager nimmt Ihre Bestellung auch direkt entgegen!

OMRI LISTED

GESÜFFTE QUALITÄT

ORGANISCHER DÜNGER FÜR:
GESUNDE PFLANZEN
FRUCHTBARE BÖDEN
NACHHALTIG GUTE ERTRÄGE

Sandoz GmbH • A-6250 Kundl/Tirol • Tel.: +43 (0) 53 38 / 200-25 05
www.biosol.com • info.biosol@sandoz.com

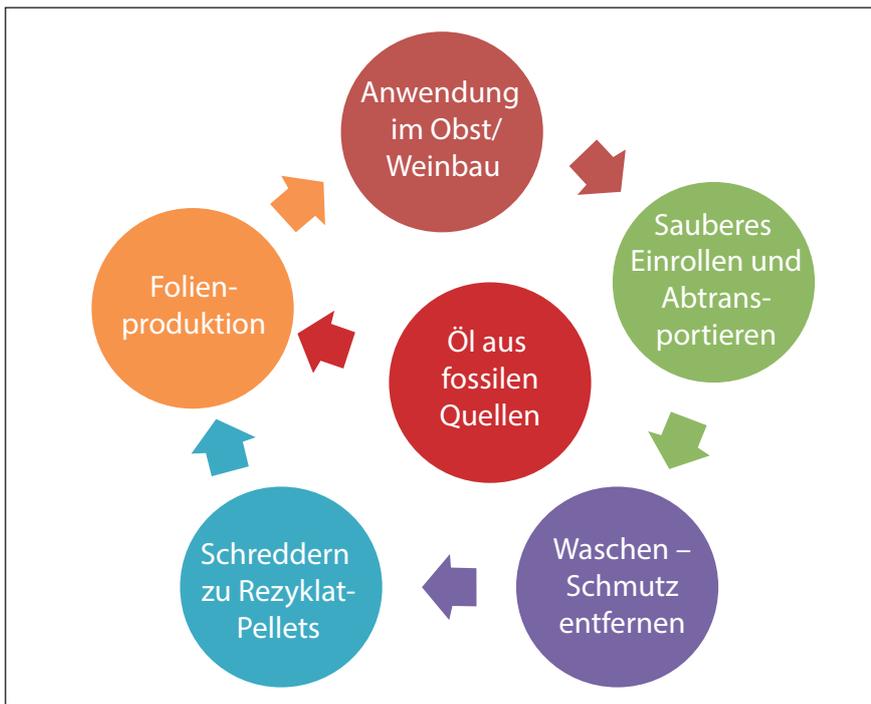


Abb. 7: Nachhaltigkeitskonzept für Reflexionsfolien aus reinem PP

die weißen Polypropylen-Reflexionsfolien eine Lebensdauer um 10 Jahre aufweisen und nicht jedes Jahr – sondern nur in Jahren schlechter Ausfärbung – eingesetzt werden, fehlt es heute noch an Erfahrungen. Die Abb. 7 zeigt den Versuch eines ersten Ansatzes in einer Kreislaufwirtschaft.

Polypropylen als Wertstoff: kein Mikroplastik

Polypropylen-Gewebefolien aus dem Grasstreifen sind oft nicht so stark verschmutzt und könnten recycelt werden, wenn sie aufgerollt und relativ sauber sind. Gebrauchtes Polypropylen ist ein Wertstoff, für den ca. 50 Ct/kg (sauberes Polypropylen) bis ca. 30 Ct/kg (verschmutztes Polypropylen) bezahlt werden. Die Gewebefolie wird dann gewaschen, geschreddert und zu Recyclat bzw. Polypropylenpellets verarbeitet, aus denen je nach Verschmutzungsgrad und Farbe neue Produkte entstehen können, wie Gießkannen und Blumentöpfe.

Fazit

Der Einsatz von Reflexionsfolien ist – neben vielen anderen Kulturmaßnahmen wie Schnitt, Ausdünnung, Blattentfernung und chemischen Mitteln

– eine geeignete Maßnahme, um die Fruchtfarbe bei zweifarbigen Sorten in Jahren oder an Standorten mit geringem Ausfärbungspotenzial deutlich zu verbessern. Die Anwendung erfolgt im Herbst – je nach Standort 2–4 Wochen vor der erwarteten Ernte. Zur Auswahl stehen einmal verwendbare, preiswerte mit Alu bedampfte PE- oder Alufolien oder mehrmals verwendbare, recycelbare Polyethylenfolien verschiedener Hersteller.

Ohne Arbeitskosten für das Auslegen und Einrollen fallen pro Kultur Kosten für Folie und Befestigungshaken (Sandsäcken oder Einpflügen) in der Größenordnung von 500–750 € an und rentieren sich bei hohen Erträgen und großen Preisdifferenzen zwischen den Erzeugerpreisen für schlecht und gut gefärbte Früchte. Bei der Auswahl und dem Einsatz der Materialien werden Nachhaltigkeitsbestrebungen zunehmend eine Rolle spielen. ■

Der Autor: Dr. Michael Blanke, INRES-Gartenbauwissenschaften, Universität Bonn, Auf dem Hügel 6, D-53121 Bonn, Tel. +49 (0)228-73 5142, E-Mail: mm-blanke@uni-bonn.de