

Material	Stärkeblends (Stärkepolymere)	Stand:	24.02.2015
<h3>Erläuterung der verwendeten Symbole</h3>			
<p>Die Datengrundlage hinsichtlich Quantität (Menge) und Qualität (Art) zu den Kriterien (Ökologie, Sozialverträglichkeit, Sicherheit und Technik, Qualität) wird mit dem Symbol (Fass)  bewertet.</p>			
<p><u>Symbol  (voll)</u> → Umfangreiche Datengrundlage: mehrere Literaturstellen mit sehr gut belegtem Sachverhalt und/oder verifizierbare Daten (z.B. Studien, Ökobilanzen, Datenblätter)</p>			
<p><u>Symbol  (2/3 voll)</u> → Eingeschränkte Datengrundlage: Sachverhalt nicht vollumfänglich belegt (gewisse Schwächen/Lücken der Quellen) und/oder teilweise verifizierbare Daten (z.B. Angaben auf Homepages der Verpackungshersteller) und/oder teilweise widersprüchliche Datengrundlage</p>			
<p><u>Symbol  (1/3 voll)</u> → Sehr geringe/keine Datengrundlage: sehr geringe Anzahl/keine Literaturstellen und/oder nur teilweise bzw. nicht verifizierbare Daten (z.B. Interviews) und/oder widersprüchliche Daten</p>			
<p>Die Datengrundlage hinsichtlich der Aussage zu den Kriterien (Ökologie, Sozialverträglichkeit, Sicherheit und Technik, Qualität) wird mit farbigen Kreisen bewertet.</p>			
<ul style="list-style-type: none">  Bezüglich dieses Kriteriums ist das Material positiv zu bewerten.  Bezüglich dieses Kriteriums ist das Material unterschiedlich zu bewerten und muss daher im Einzelfall betrachtet werden.  Bezüglich dieses Kriteriums ist das Material überwiegend kritisch zu bewerten. 			
<p>Die Bewertung der Kriterien setzt sich aus der Bewertung der einzelnen Unterkriterien (1.1 Landnutzung, 1.2. Umweltverträglichkeit etc.) zusammen. Die für ein Kriterium vergebene Bewertung (Farbkreis bzw. Füllmenge des Fasses) wird auf Basis der mehrheitlich auftretenden Farbe bzw. des mehrheitlich auftretenden Füllgrads des Fasses bei den einzelnen Unterkriterien vergeben. Bei einer Pattsituation wird jeweils die niedrigere Bewertung zur Gesamtbewertung herangezogen.</p>			
<p> Vorsicht, hier sind wichtige Details zu beachten, die sich auf Materialgruppen oder nur auf einzelne Faktoren beziehen können.</p>			

Einführung	<p>Stärke ist nach Cellulose der bedeutendste nachwachsende Rohstoff. Für die weltweite Stärkeerzeugung von jährlich über 45 Millionen Tonnen werden überwiegend die Rohstoffe Mais, Kartoffeln, Tapioka und Weizen eingesetzt. In Europa werden jährlich 10 Millionen Tonnen Stärke erzeugt. Für die Produktion von Stärkeblends wird neben (modifizierten) nachwachsenden Polymeren thermoplastische Stärke verwendet. Vom Biopolymermarkt werden ca. 80% durch thermoplastische Stärke abgedeckt. Stärke kann in ihrer natürlichen Form nach Modifizierung in Blends eingesetzt werden. Aus reiner Stärke können Verpackungschips, sogenanntes Loose-fill, hergestellt werden.</p> <p>Stärke kann als Blendpartner zur Festigkeitssteigerung und Kostenreduzierung eingesetzt werden. Die Zugabe von Stärke verbessert die biologische Abbaubarkeit des Materials und erhöht damit dessen Abbaugeschwindigkeit. Der Stärkeanteil in diesen Blends kann bis zu 70% betragen. Hierbei wird die thermoplastische Stärke häufig mit wasserabweisenden, biologisch abbaubaren Polymeren gemischt. Die Stärkeblends setzen sich demzufolge aus zwei Phasen zusammen: aus der kontinuierlichen hydrophoben Polymerphase sowie aus der dispersen hydrophilen Stärkephase und bilden zusammen einen wasserfesten Stärkekunststoff. [111] Die meisten flexiblen Stärkeblends enthalten biologisch abbaubare Polyester. [127]</p> <p>Der größte Hersteller, die Firma Novamont, produziert in Italien mittels reaktiver Extrusion Stärkeblends aus den Hauptrohstoffen Maisstärke und Copolyester, die z.T. Komponenten aus Pflanzenöl enthalten. Die Produktionskapazität von Novamont liegt aktuell bei 120.000t Tonnen pro Jahr (Stand 2014). [127]</p>	
<p>Nachfolgend sind die vom Projektteam als wesentlich angesehenen Werkstoffhersteller und Converter im Bereich der Stärkeblends alphabetisch gegliedert und ohne Anspruch auf Vollständigkeit aufgelistet. Die Hersteller, mit denen Interviews geführt wurden, sind optisch hervorgehoben.</p>		
Werkstoffhersteller (alphabetisch gegliedert)	<p>Biotec GmbH & Co. KG (benannt als Biotec)</p>	<p>Deutscher Hersteller, der sich auf kompostierbare Kunststoffe aus Stärkeblends spezialisiert hat. Angeboten wird die Produktserie BioPLAST, die sowohl auf Kartoffelstärke als auch auf PLA basierende Verpackungsmaterialien enthält. Auf der Homepage wird eine Verarbeitungskapazität von 25.000 Tonnen pro Jahr angegeben.</p> <p>Die zwei Hauptlieferanten für die Stärke sind Emsland-Stärke aus Deutschland und Roquette frères aus Frankreich.</p> <p>Zusätzlich werden auch vollständig biologisch abbaubare, thermoplastische Kunststoffblends, basierend auf PLA, PHA und PBAT gefertigt.</p> <p>Einsatzgebiete für die Stärkeblends sind u.a. Mülltüten und Tragetaschen (mit über 50% biobasiertem Anteil), Agrarfolien sowie Verpackungen für den Kosmetik- und Lebensmittelbereich (z.B. Obst- und Gemüsebeutel).</p> <p>Aus PHA werden Spritzgussartikel, z.B. Kaffeekapseln, hergestellt.</p> <p>Weitere Produkte sind Fettcremetöpfe und Cremetuben. Bei wasserbasiertem Inhalt wird mit Wasserdampfbarrieren gearbeitet.</p>
	<p>KINGFA Science & Technology Co. Ltd.</p>	<p>Mit einer jährlichen Kapazität von 1,2 Millionen Tonnen kann das Unternehmen als weltweit größter Hersteller von modifizierten Kunststoffen bezeichnet werden. Unter dem Markennamen</p>

	Webseite: [154]	Ecopond werden vollständig abbaubare, biobasierte Stärkepolymere in 25-Kilogramm- und 800-Kilogramm-Einheiten produziert und weltweit vertrieben. Angeboten werden Tragetaschen, Mülltüten, Mulchfolien, Seile, Büromaterialien sowie Einwegartikel wie Handschuhe und Besteck.
	Novamont S.p.A. (benannt als Novamont)	Novamont ist ein im Bereich Biokunststoffe weltweit tätiges Unternehmen mit Firmensitz in Novara (Italien) und Produktion in Terni (Italien).
	Webseite: [127]	Produkt: Mater-Bi® (Folie aus den Rohstoffen Mais, Pflanzenöl, Rübenzucker; z.T. mit PLA-Anteil) Herkunft: Europäische Union, konventionelle Maisstärke wird von Cargill bezogen Produktionskapazität: 120.000 Tonnen pro Jahr Produktionsort: Terni, Italien Art und Menge der Rohstoffe variieren von Typ zu Typ. Die Folien bestehen aus einem Komplex aus Stärke und einem biologisch abbaubaren Polyester, der durch reaktive Extrusion hergestellt wird. Der biologisch abbaubare Polyester enthält, je nach Variante, u.a. Komponenten aus nachwachsenden Rohstoffen, wie z.B. pflanzliche Öle und Biobutandiol aus Zuckerrüben. Die Eigenschaften der diversen Mater-Bi®-Typen unterscheiden sich in vielfacher Hinsicht. Bei den mechanischen Merkmalen reicht die Palette von Produkten mit niedrigem E-Modul und sehr hoher Zähigkeit bis hin zu steifen, tendenziell spröden Produkten. Optisch erstreckt sich die Bandbreite von milchigen bis hin zu transparenten Werkstoffen. Alle kommerziellen Typen lassen sich mit denselben Maschinen verarbeiten wie herkömmliche Kunststoffe, z.B. Blasfolienextrusion, Foliengießen, Extrusion/Tiefziehen und Spritzguss.
	Rodenburg Biopolymers	In den Niederlanden angesiedelter Hersteller für biobasierte und abbaubare Biopolymere. Hergestellt werden folgende Marken:
	Webseite: [142]	Solanyl®: basiert auf Kartoffelstärke, für Tragetaschen sowie Nicht-Lebensmittelanwendungen FlourPlast®: Beimischung für Compounder für PLA, PHA, PCL PE, PP Optinyl®: Beimischung für Compounder zur Verbesserung der Eigenschaften
	Roquette	Unter der Produktreihe Gaialene® werden Stärkeblends für unterschiedliche Anwendungen angeboten. [157] Einsatzgebiete sind Folien und geblasene Behälter für Kosmetikprodukte sowie geschäumte Produkte für Schutzverpackungen. Der biobasierte Anteil liegt bei über 50%. Die Verpackungen sind nicht abbaubar und haben ähnliche Eigenschaften wie PE oder PP.
	Webseite: [156]	
Converter	Klößner Pentaplast	Klößner Pentaplast vertreibt in Zusammenarbeit mit Plantic Technologies Limited Biofilm™

(alphabetisch gegliedert)	Webseite: [141]	TPS-Folien (thermoplastische Hartfolien auf Stärkebasis) für Einzelhandelsverpackungen. Das Unternehmen betreibt ein Zentrum für anwendungstechnische Unterstützung.
	Taghleef Industries	Weltweit tätiges Unternehmen mit mehreren Standorten. Einer der größten Produzenten für BoPP-Folien und BoPLA-Folien mit einer Produktionskapazität von 360.000 Tonnen für BoPP, CPP und BoPLA. Auf der Homepage werden sehr viele Datenblätter und Spezifikationen angeboten. Um die abzurufen, ist jedoch eine vorherige Registrierung erforderlich.
	Webseite: [065]	
	Wentus Kunststoff GmbH (benannt als Wentus)	Deutscher Hersteller, der sich hauptsächlich auf die Fertigung kompostierbarer Bioabfallbeutel aus Stärke spezialisiert hat (Anteil am Sortiment >90%). Zudem werden Obst- und Gemüseverpackungen hergestellt. Im Sortiment sind auch Verpackungen auf Basis von Bio-PE.
	Webseite: [155]	
	Limagrain FR	Französischer Hersteller von stärkebasierten Materialien aus Getreide. Das Verpackungsmaterial Biolice wird hauptsächlich verwendet für Sackwaren (Zementverpackungen, Warentaschen, Tüten etc.) sowie für Mulchfolien, Schalen und Spritzguss-Artikel. Biolice ist industriell kompostierbar nach der DIN EN 13432.
Webseiten: [221] [222]		
Anwendungsgebiete im Lebensmittelbereich (allgemein)	Auf der Homepage der Hersteller sind die unterschiedlichen Anwendungsverfahren und die Materialeigenschaften aufgeführt. Eine Übersicht über mögliche Einsatzgebiete bietet auch die Internetseite biokunststoffe.de. [111] Eine weitere sehr wichtige Datenquelle für die Materialeigenschaften von Biopolymeren und den daraus hergestellten Verpackungsmaterialien liefert die Biopolymerdatenbank vom IfBB Hannover (Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, Hochschule Hannover) und der Firma M-Base GmbH. [077]	
	Folien/Beutel: Tragetaschen, Beutel für Hartobst/Gemüse (z.B. Karotten- und Kartoffelbeutel), Flowpack-Folie	
	Verbunde für Verpackungen: z.B. für Kaffee	
	Becher, Tiefzieh: Trays für Früchte, Becher	
	Flaschen: Nur im Verbund mit anderen Polymeren. Die Stärkeblends werden als Beschichtung eingesetzt.	
Catering: mit Mater-Bi® beschichtete Teller und Tassen, Besteck		
Sonstige Anwendungen: mit Papier beschichtete Brotbeutel, kleine Portionsverpackungen für Zucker, Anwendungen außerhalb des Verpackungsektors, z.B. Deckel, Windelfolien, beschichtete Papiere und Pappen, gespritzte Kunststoff-Artikel für den Gemüsebau, Mulchfolien, Bioabfallbeutel		
Materialeigenschaften Zusammenfassung	Gut geeignet für trockene, nicht hygroskopische Produkte (Linsen). Aktuell noch nicht für Reis und Nudeln geeignet, da zu geringe Wasserdampfsperre (entspricht hoher Wasserdampfdurchlässigkeit).	
Rohware	Rohware: Hauptbestandteile sind Mais, Kartoffeln; weitere Bestandteile: Pflanzenöle, Zucker Als Zuckerquelle können verschiedene Rohwaren eingesetzt werden, z.B. Gerste, Cassava, Weizen, Kartoffeln, Zuckerrübe, Sago. Es wird auch mit landwirtschaftlichen Nebenprodukten oder Reststoffen experimentiert: mit Cellulose z.B. durch Cellulac und mit Bagasse aus Zuckerrohr z.B. durch das Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB). Hier sind noch umfangreiche	

	Forschungen erforderlich, da die Effektivität der Anlage sehr stark vom Rohstoff abhängt (siehe Flächenbedarf).
--	---

		Bewertung		
Kriterien (siehe 1-4) Unterkriterien (siehe 1.1-1.7, 2.1-2.2, 3.1-3.4, 4.1-4.6)		Daten 	Kriterien 	Achtung 
1 Ökologie	Bei dem Kriterium Ökologie sind sieben Unterkriterien (Kenngrößen) in die Bewertung eingegangen, die für Biolebensmittelhersteller als wesentlich angesehen werden: Landnutzung/Nahrungsmittelkonkurrenz, Umweltverträglichkeit, Zertifizierungen (Anbau und Verarbeitung), Gentechnik, End of Life (Recycling, Kompostierung), Ökobilanzen und biobasierter Anteil.			
1.1 Landnutzung/ Nahrungsmittel- konkurrenz	<p>Allgemein: Der Anbau von biobasierten Rohstoffen geht mit einer höheren Flächeninanspruchnahme einher als die Nutzung fossiler Rohstoffe. Aktuelle Zahlen zeigen jedoch, dass bisher nur ein sehr geringer Teil der Agrarfläche zum Anbau von Rohstoffen für die Herstellung von Biokunststoffverpackungen genutzt wird (vgl. Abschnitt „Zahlen zum Flächenverbrauch“). Erst bei Substitution des gesamten globalen Kunststoffbedarfs ergäbe sich ein relevanter Flächenverbrauch. [006] [033] Der aktuelle Landverbrauch zur Produktion von Biogas, von Bioethanol für Kraftstoffzwecke oder auch von Stärke für industrielle Anwendungen (nicht für Biokunststoffe) ist um ein Vielfaches höher (vgl. Abschnitt „Zahlen zum Flächenverbrauch“). Zu beachten ist, dass die Biogas-Thematik „nur“ in Deutschland im Fokus steht, nicht jedoch global, während Probleme im Zusammenhang mit der Erzeugung von Bioethanol und Biodiesel im globalen Kontext diskutiert werden.</p> <p>Auch wenn ein geringer Flächenbedarf erwartet wird, muss berücksichtigt werden, dass auch indirekte Landnutzungsänderungen durch eine zusätzlich generierte Nachfrage nach Rohstoffen eine Rolle spielen können. Der Einfluss dieser indirekten Landnutzungsänderungen ist jedoch schwer zu ermitteln bzw. zu bilanzieren.</p> <p>Biobasierte Kunststoffe werden derzeit aus land- bzw. forstwirtschaftlichen Rohstoffen hergestellt. Zukünftig wird darüber hinaus die Nutzung von Reststoffen ein wichtiges Thema werden. Zur Weiterentwicklung der Technik zur Verwertung von Reststoffen gibt es noch erheblichen Forschungsbedarf. Die Technologien sind zurzeit noch nicht so weit ausgereift, dass lohnend produziert werden kann. Entsprechende Forschungsprojekte laufen u.a. bei vielen Herstellern von Biokunststoffverpackungen. In der Zwischenzeit ist entscheidend, dass landwirtschaftlich genutzte</p>			

Flächen ökologisch vertretbar bewirtschaftet werden.
Grundsätzlich können aus jedem pflanzlichen Substrat Biokunststoffe hergestellt werden, jedoch gibt es große Unterschiede bzgl. der Effizienz der eingesetzten Rohstoffe (Input Rohware - Output Biokunststoff). Je nachdem, welche Pflanze als Rohstoffbasis dient und welcher Biokunststoff daraus hergestellt wird, werden sehr unterschiedliche Ertragsmengen erzielt. Zudem spielt die Effektivität des Herstellungsprozesses eine große Rolle (z.B. die Ethanolgewinnung aus Zuckerrohr zur PE-Herstellung, die Milchsäuregewinnung aus Mais zur PLA-Herstellung etc.).

Daten zur Landnutzung sind ausführlich auf den Seiten des Instituts für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, Hochschule Hannover (IfBB Hannover) dargestellt. [070] Dort kann für jeden Rohstoff der benötigte Flächenbedarf zur Herstellung einer spezifischen Materialmenge eingesehen werden. Nachfolgend finden Sie zwei grafische Darstellungen zur Flächeneffizienz unterschiedlicher Biokunststoffe, aufgeteilt nach forst- bzw. landwirtschaftlichen Rohwaren und bezogen auf unterschiedliche biobasierte Anteile (30%, 50%, 70%, 100%). Für Angaben bzgl. der angenommenen Erträge (Höhe, Ort) wenden Sie sich bitte direkt an die Verantwortlichen für die Biopolymerplattform, IfBB Hannover.

Die Flächeneffizienz hängt insbesondere von drei Faktoren ab: von der Art des Biomasserohstoffs (Zuckerrohr, Holz, Mais, Kartoffeln), von der Art des hergestellten Biokunststoffs und vom biobasierten Anteil im fertigen Produkt. Grundsätzlich geht ein höherer biobasierter Anteil mit einer höheren Flächeninanspruchnahme einher.

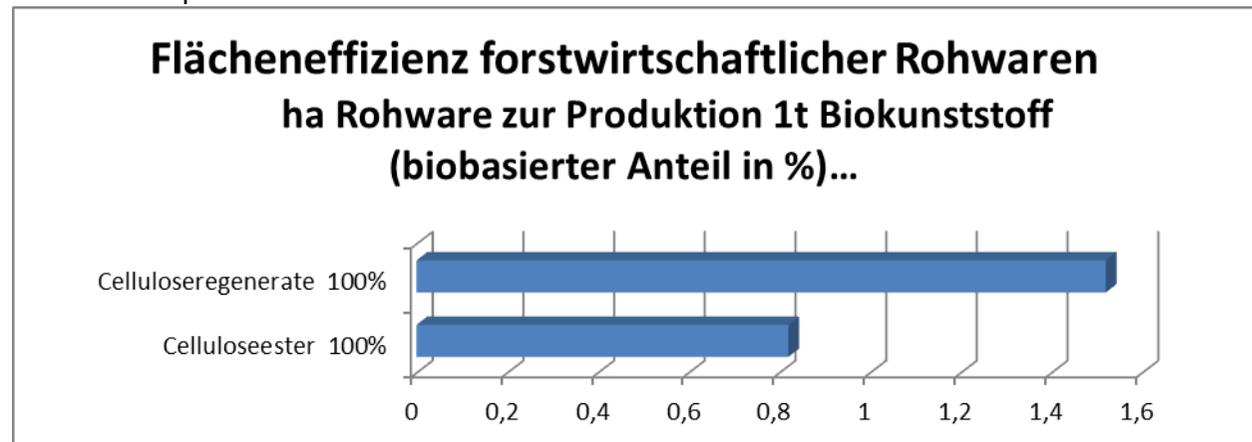


Abbildung 1: Quelle Zahlen: [070]

Anmerkung: Die Cellulosediacetate gehören zur Gruppe der Celluloseester.

Flächeneffizienz landwirtschaftlicher Rohwaren ha Rohware zur Produktion 1t Biokunststoff (biobasierter Anteil in %)

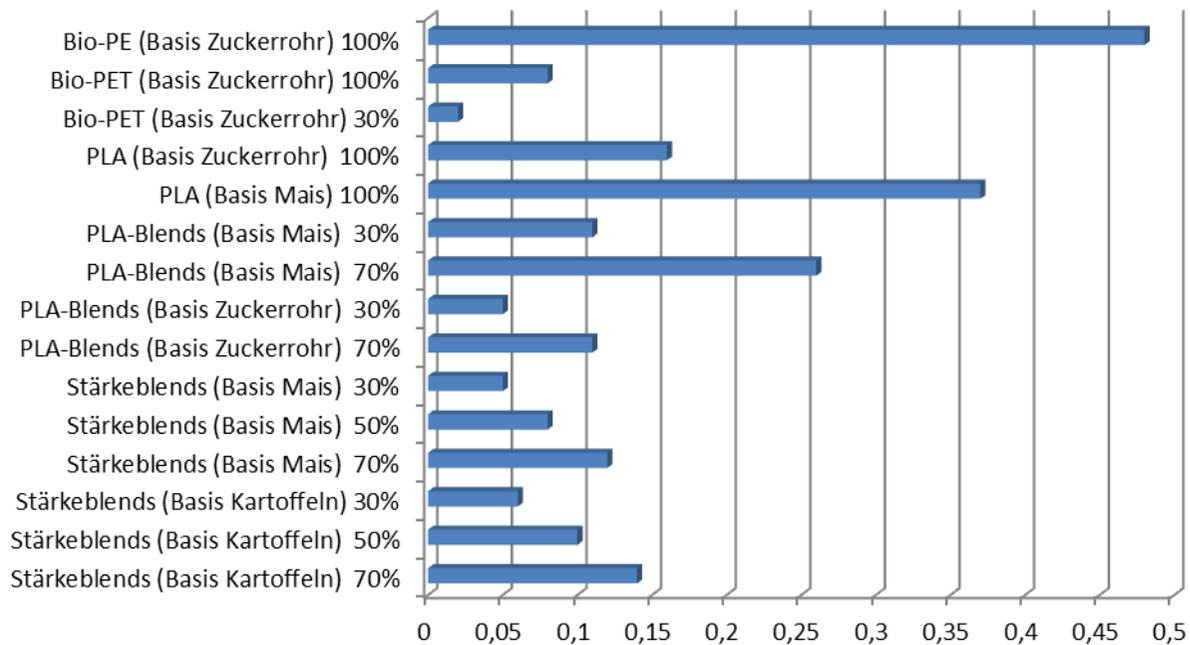


Abbildung 2: Quelle Zahlen: [070]

Zahlen zum Flächenverbrauch

Der Flächenbedarf für die Erzeugung von Verpackungen in Deutschland wird mit unter 0,001% der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche angegeben (Status Quo und nahe Zukunft).

Der Flächenbedarf für die aktuellen globalen Produktionskapazitäten für alle Biokunststoffe wird mit 0,02% bis 0,05% angegeben. Würden alle in Deutschland gebrauchten Kunststoffverpackungen (soweit wie technisch möglich) durch Biokunststoffe ersetzt, läge die dafür benötigte landwirtschaftliche Fläche deutlich unter 1% der globalen Ackerfläche. [006] Prof. Dr. Endres, IfBB Hannover, geht - bezogen auf den vollständigen Ersatz der Kunststoffe durch Biokunststoffe in Deutschland - für das Jahr 2016 von einem Flächenverbrauch von weniger als 2% der globalen Ackerfläche aus. [033] Erst bei

	<p>Substitution des gesamten westeuropäischen bzw. globalen Kunststoffbedarfs (Stand 2007) werden 1-4,7% der globalen Ackerfläche (bzw. 2,4-11,5% der Ackerflächen der gemäß FAO-Statistik entwickelten Länder) benötigt. [006]</p> <p>Für den Fall, dass der globale Kunststoffbedarf vollständig durch Biopolymere ersetzt wird, prognostiziert Prof. Dr. Endres, IfBB Hannover, für das Jahr 2016 einen Flächenverbrauch von weniger als 5% der globalen Ackerfläche. [033]</p> <p><u>Zum Vergleich</u></p> <p>Für den Anbau von Energiepflanzen wurden laut der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) in Deutschland im Jahr 2013 2,1 Millionen Hektar und damit 12,6% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Deutschlands (insgesamt 16,7 Millionen Hektar) verwendet. [212] Allein auf die Erzeugung von Strom aus Biogas entfielen 4,5% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche bzw. 6% der Ackerfläche Deutschlands (12 Millionen Hektar). [069] [212]</p> <p>Für die industrielle Stärkeproduktion betrug der Flächenbedarf in Deutschland im Jahr 2013 laut FNR 101,5 Hektar, was ausgehend von 16,7 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche einem Anteil von 0,61% entspricht. [213]</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch:</p> <p>Zur Produktion von Stärkeblends werden derzeit hauptsächlich Mais (Novamont) und Kartoffeln (Biotec) eingesetzt.</p> <p>Der Anbau von Mais und Kartoffeln als Rohstoff für die Herstellung von 1 Tonne Stärkeblend ist mit einem Flächenbedarf von 0,08 (bzw. 0,05) Hektar und 0,10 (bzw. 0,06) Hektar sehr ähnlich.</p> <p><u>Prozessrouten für die Herstellung von Stärkeblends aus Mais bzw. Kartoffeln [070]:</u></p> <p>Rohstoff Mais: Input: 0,08 Hektar (entspricht 0,54 Tonnen Mais) → Output: 1 Tonne Stärkeblend (50%TPS) Input: 0,05 Hektar (entspricht 0,32 Tonnen Mais) → Output: 1 Tonne Stärkeblend (30%TPS)</p> <p>Rohstoff Kartoffel: Input: 0,10 Hektar (entspricht 2,13 Tonnen Kartoffeln) → Output: 1 Tonne Stärkeblend (50%TPS) Input: 0,06 Hektar (entspricht 1,3281 Tonnen Kartoffeln) → Output: 1 Tonne Stärkeblend (30%TPS)</p>			

	Zu beachten: Bei Blends ist der Flächenbedarf aller eingesetzten biogenen Rohstoffe zu berücksichtigen.			
1.2 Umwelt-verträglichkeit	<p>Allgemein: Klassischerweise werden beim Anbau von agrarischen Rohstoffen Wasser, Energie und Treibstoff verbraucht sowie Pestizide und Düngemittel eingesetzt. Deren Menge variiert mit der Anbaukultur und wird von nationalen und lokalen Gegebenheiten beeinflusst. Der Einfluss der Werkstoffhersteller auf die Erzeugung der Rohware ist sehr unterschiedlich. Einzelne Unternehmen sind in enger Kooperation mit der landwirtschaftlichen Erzeugung, während andere die Rohware von großen Konzernen kaufen und dadurch nur bedingt Einfluss haben. Die Hersteller werden zukünftig vermehrt auf die Produktion aus Reststoffen setzen. Viele Firmen bearbeiten Forschungsprojekte zu alternativen Rohstoffen.</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Als Rohware zur Produktion von Stärkeblends werden Mais bzw. Kartoffeln angepflanzt.</p> <p><u>Anbau von Mais</u> Mais ist eine sehr anspruchsvolle Kultur. Sie hat einen hohen Nährstoffbedarf (insbesondere Stickstoff) und aufgrund ihrer langsamen Jugendentwicklung (später Bodendecker) eine geringe Unkrautkonkurrenzkraft. Der hohe Nährstoffbedarf kann zu bestimmten Zeiten des Jahres zu erhöhten Auswaschungen von Nitrat führen (z.B. nach der Ernte, wenn keine Untersaat gepflanzt wurde, die den Reststickstoff verwerten kann) und damit Belastungen des Grundwassers mit Düngemitteln verursachen. Weiterhin besteht das Risiko der Bodenverdichtung und der Erosion (je nach Standort). Erosion wird gefördert durch den Anbau in Reihen und ohne Untersaat. [084] [037] [197] Häufig wird Mais in Monokulturen angebaut. Viele Gemeinden in Deutschland kämpfen mit dem Problem einer „Vermaisung“ der Landschaft (hauptsächlich bedingt durch die örtlich starke Zunahme des Anbaus aufgrund der Nutzung in Biogasanlagen).</p> <p>Pestizide: Eingesetzt werden Herbizide und zum Teil Insektizide. Als Rohware für Verpackungsmaterialien wird in der Regel Körnermais eingesetzt. Beim Körnermais ist auch im konventionellen Anbau der Einsatz von Nützlingen verbreitet (Trichogramma-Schlupfwespen gegen den Maiszünsler). Diese werden auf mehr als der Hälfte der befallenen Maisflächen als biologisches Bekämpfungsmittel eingesetzt. [197] [041] Baden-Württemberg und Rheinland Pfalz fördern den Trichogramma-Einsatz im Rahmen ihrer Agrarumweltprogramme (wie MEKA und PAULa).</p>			

Anbau von Kartoffeln

Kartoffeln benötigen im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen viel Kalium. Der Stickstoffbedarf hängt von Sorte, Standortbedingungen und Ertragserwartung ab. Er beträgt bei Bio-Kartoffeln zwischen 80 und 140 Kilogramm pro Hektar [042] und bei konventionellen Kartoffeln zwischen 140 und 156 Kilogramm pro Hektar [047].

Einsatz von Stärke und Pflanzenölen bei Novamont

Stärke:

Eingesetzt wird konventionelle Maisstärke aus Europa. Novamont modifiziert die Maisstärke physikalisch und verwendet sie in ihrer natürlichen Form als Polymer in Mater-Bi®. Hierbei werden keine Mikroorganismen eingesetzt. Einige der vertriebenen Mater-Bi®-Typen enthalten als Hauptbestandteile Maisstärke und biologisch abbaubaren Polyester.

Da Novamont sehr hohe Qualitätsanforderungen an die eingesetzte Stärke stellt, kann nur Stärke bestimmter Qualitäten verarbeitet werden. Diese Qualitäten beziehen sie vom Stärkelieferanten Cargill. Die Möglichkeiten der Einflussnahme auf eine umweltverträgliche Anbauweise sind aufgrund der geringen Abnahmemengen sehr begrenzt.

Ein Großteil der in Deutschland für Non-Food-Zwecke hergestellten Stärke wird in der Papierindustrie eingesetzt. [182]

Pflanzenöle als Basis für den abbaubaren Polyester:

Eingesetzt wird zu ca. 30% Öl auf Basis mehrjähriger Pflanzen.

Um die Flexibilität der Mater-Bi®-Folien zu gewährleisten, wird biologisch abbaubarer Polyester eingesetzt. Für die Herstellung des Polyesters werden z.T. Pflanzenöle (kein Soja- und kein Palmöl) verwendet.

Zukünftig sollen Pflanzen zur Gewinnung von Ölen in eigenen Projekten auf Sardinien angebaut werden. Es laufen Versuche mit Landwirten, um Anbaubedingungen zu erarbeiten und eigene Produktionsketten aufzubauen. Vorgaben sind, dass keine Flächen genommen werden, auf denen Rohstoffe zur Lebensmittelerzeugung angebaut werden und dass Kompost eingesetzt wird. Eine industrielle Aufarbeitung wird derzeit noch entwickelt. Eine weitere Vorgabe ist, dass der bei der Ölgewinnung entstehende Presskuchen als Futter verwendbar sein soll. [182]

Die Anlage, die auf Basis von Pflanzenöl Polyester-Komponenten herstellt, soll 2014 in Betrieb gehen.

	<p>Weitere Informationen: [169]</p> <p><u>Energieverbrauch</u> Für Zahlen zum Energieverbrauch von Novamont vgl. Abschnitt „1.6 Ökobilanz“.</p> <p><u>Wasserverbrauch</u> Novamont schätzt, dass - abhängig von der Anbauregion - für die Produktion von 1 Kilogramm Mater-Bi® ca. 15-30 Liter Wasser für die Bewässerung verbraucht werden. [059] Aussagen bezüglich der Wasserverfügbarkeit in verschiedenen Anbauregionen liegen nicht vor.</p> <p>Ein Nachhaltigkeitsbericht von Novamont kann über die Unternehmens-Homepage heruntergeladen werden. [096]</p>			
<p>1.3 Zertifizierungen (Anbau und Entsorgung)</p>	<p>Allgemein: Mit Nachhaltigkeitszertifizierungen für den Anbau lassen sich Umweltauswirkungen evaluieren und dokumentieren. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die für die Umweltverträglichkeit des Anbaus relevanten Parameter zur Bewertung herangezogen werden. Ein Ausschluss von GVO ist nur bei einem der praktizierten landwirtschaftlichen Zertifizierungssysteme im Kriterienkatalog enthalten (Working Landscapes Certificate). ISCC PLUS bietet zudem ein „Ohne GVO“-Modul an, das über die Standardzertifizierung hinausgeht.</p> <p>Bei den Werkstoffherstellern und Convertern kommen zurzeit folgende landwirtschaftliche Zertifizierungen zur Anwendung: ISCC PLUS, Bonsucro, Working Landscapes Certificate (WLC). Zudem gibt es die Zertifizierung des Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB). Unter dem Titel „Der Nachhaltigkeit auf der Spur - Vergleichende Analyse von Zertifizierungssystemen für Biomasse zur Herstellung von Biokraftstoffen“ veröffentlichte der WWF im Jahr 2013 einen Vergleich verschiedener landwirtschaftlicher Zertifizierungssysteme (ISCC EU, Bonsucro), bei dem die Stärken und Schwächen der einzelnen Systeme ausführlich beleuchtet werden: [230]</p> <p>Bei den Werkstoffherstellern und Convertern kommen zurzeit folgende forstwirtschaftliche Zertifizierungen zur Anwendung: FSC, PEFC und SFI.</p> <p>Zu beachten ist, dass bei zertifizierten Unternehmen in der Regel nicht ausschließlich zertifizierte Ware</p>			

verarbeitet wird. Falls der Kunde zertifizierte Ware wünscht, ist dies vertraglich zu vereinbaren.

Landwirtschaftliche Zertifizierungen

ISCC und ISCC PLUS:

ISCC ist eine Non-Profit-Organisation. Getragen wird sie durch den ISCC e.V., in dem mehr als 70 Unternehmen, wissenschaftliche Organisationen, Verbände und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) engagiert sind.

ISCC ist ein weltweit anwendbares Zertifizierungssystem für alle Arten von Biomasse und deren Anwendungen, um ökologische und soziale Nachhaltigkeit sowie Treibhausgaseinsparungen und die Rückverfolgbarkeit durch die Lieferkette nachzuweisen.

ISCC PLUS ist das freiwillige Zertifizierungssystem von ISCC für alle Arten von Biomasse und deren Anwendungen in der Nahrungs- und Futtermittelindustrie sowie in der chemischen Industrie (z.B. Verpackungen und Biokunststoff).

Das ISCC PLUS-System besteht aus einem Set von verpflichtenden Basisanforderungen. Hierzu zählen unter anderem die Nachhaltigkeitsanforderungen für die landwirtschaftliche Fläche (ISCC-zertifizierte Biomasse darf nicht in artenreichen Gebieten, auf kohlenstoffreichen Böden oder in Torfmooren gewonnen werden. Ausgeschlossen sind überdies Gebiete mit hohem Naturschutzwert.) sowie Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit von Produkten. Eine Herkunftssicherung mit Angabe des Herkunftslandes, des landwirtschaftlichen Produktes durch die gesamte Lieferkette sowie weiterer relevanter Informationen der jeweils vorhergehenden Lieferstufe ist vorgeschrieben. Während einige dieser verpflichtenden Basisanforderungen für eine Zertifizierung der landwirtschaftlichen Fläche zwingend erfüllt sein müssen (Major Musts), müssen andere zu mindestens 60% erfüllt sein (Minor Musts). Über die verpflichtenden Basisanforderungen hinaus gibt es freiwillige Zusatzverpflichtungen, die Firmen als Module (sogenannte „Add-ons“) zur Verfügung stehen. Mögliche Zusatzmodule sind u.a. Umweltmanagement und Biodiversität, klassifizierte Chemikalien, Anforderungen bzgl. Treibhausgasemissionen oder auch ein „Ohne GVO“-Modul. Zusätzlich umfasst ISCC auch soziale Standards (Respektierung von Menschenrechten, Arbeitsrecht und Landnutzungsrechte). [073] [198]
Die ISCC PLUS-Systemdokumente finden Sie hier: [217]

Bonsucro:

Bonsucro ist eine globale Non-profit Initiative, die sich für die Reduzierung der negativen Umwelt- und Sozialeinflüsse der Zuckerrohrproduktion einsetzt.

	<p>Die Kernkriterien müssen zu 100% erfüllt werden und weitere Anforderungen müssen zu 80% erfüllt werden. Im ökologischen Bereich beziehen sich die Kernkriterien auf Boden, Wald, Chemikalien sowie Biodiversität und im sozialen Bereich auf Menschen- und Arbeitsrechte, die größtenteils an die Standards der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO-Standards) angelehnt sind. Der Produktionsstandard kann hier eingesehen werden: [074].</p> <p>Working Landscapes Certificate (WLC): Das Programm Working Landscapes Certificate (WLC) wurde vom Institute of Agriculture and Trade Policy (IATP), einer Nichtregierungsorganisation (NGO) aus den USA, ins Leben gerufen. Zertifiziert wird eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion in Bezug auf den Sektor der biobasierten Materialien, inklusive der Biokunststoffindustrie. Verpflichtend ist die Anforderung, dass kein GVO-Mais eingesetzt werden darf. [231]</p> <p>Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB): Der Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) ist eine internationale Initiative, die Landwirte, Unternehmen, Nichtregierungsorganisationen, Experten, Regierungen und zwischenstaatliche Stellen zusammenbringt und damit betraut, die Nachhaltigkeit der Produktion und der Verarbeitung von Biomaterialien zu sichern. [214] Die RSB-Zertifizierung umfasst ökologische und soziale Kriterien und basiert auf einem Risikomanagementansatz. Angeboten werden verschiedene "Chain of Custody"-Optionen (u.a. 100%ige Trennung, Massenbilanz). Zudem besteht die Möglichkeit einer Gruppensertifizierung von Produzenten. [215] Der Produktionsstandard kann hier eingesehen werden: [216]</p> <p><u>Forstwirtschaftliche Zertifizierungen</u></p> <p>FSC - Forest Stewardship Council: FSC ist eine unabhängige, gemeinnützige Nichtregierungsorganisation, die 1993 als ein Ergebnis der Konferenz „Umwelt und Entwicklung“ in Rio de Janeiro gegründet wurde. Heute ist der FSC in über 80 Ländern mit nationalen Arbeitsgruppen vertreten. Der Council fördert eine umweltfreundliche, sozialförderliche und ökonomisch tragfähige Bewirtschaftung von Wäldern. Dazu wurden zehn Prinzipien und 56 Indikatoren entwickelt, auf denen die weltweit gültigen FSC-Standards zur Waldbewirtschaftung basieren.</p>			
--	---	--	--	--

	<p>Den deutschen FSC-Standard finden Sie hier: [122]</p> <p>Um sicherzustellen, dass Produkte, die das FSC-Label tragen, auch tatsächlich aus den entsprechenden Rohstoffen hergestellt wurden, setzt der FSC das Instrument der Produktkettenzertifizierung (Englisch: Chain of Custody - COC) ein: Dazu muss jedes Unternehmen in der Produktkette, vom Wald bis zum Endkunden, ein innerbetriebliches Verfahren aufbauen, das sicherstellt, dass FSC-zertifizierte Materialien jederzeit identifizierbar bleiben. Die Zertifizierung schließt gentechnisch veränderte Bäume aus. [123]</p> <p>FSC ist das Einzige vom WWF akzeptierte Forstzertifizierungssystem. [210]</p> <p>PEFC - Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (Programm zur Anerkennung von Forstzertifizierungssystemen):</p> <p>Das Zertifizierungssystem für nachhaltige Waldbewirtschaftung (PEFC) basiert inhaltlich auf internationalen Beschlüssen der Nachfolgekonferenzen der Umweltkonferenz von Rio. In Europa sind dies die Kriterien und Indikatoren, die auf den Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa (Helsinki 1993, Lissabon 1998, Wien 2003) von 37 Nationen in einem pan-europäischen Prozess verabschiedet wurden. Dieser Anforderungskatalog wurde von PEFC im Jahr 2010 u.a. um folgende Punkte ergänzt: keine Umwandlung von Naturwäldern in Plantagen, keine gentechnisch veränderten Organismen, besonderer Schutz der Rechte indigener Völker etc. Dieser Katalog ist Bestandteil des Technischen Dokuments des PEFC Council International (PEFCC), in dem die Anforderungen für Forstzertifizierungssysteme und Standards festgeschrieben sind. Diese müssen auf nationaler Ebene erfüllt sein, um von PEFCC anerkannt zu werden. Anerkannt werden zudem weltweit auch andere forstliche Zertifizierungssysteme, sofern sie glaubwürdig, freiwillig und transparent sind und Waldbesitzer nicht diskriminieren. Die Zertifizierung schließt gentechnisch veränderte Bäume aus. Dokument „Produktkettennachweis von Holzprodukten - Anforderungen“: [124]</p> <p>Leitfaden für die Einführung eines Produktkettenzertifizierungssystems: [125]</p> <p>SFI - Certified Managed Forestry:</p> <p>SFI Inc. ist eine unabhängige Nichtregierungsorganisation (NGO), die nachhaltiges Forstmanagement fördert. SFI arbeitet zusammen mit Schutzorganisationen, lokalen Gemeinden, Landeigentümern und anderen Organisationen und Einzelpersonen. Der Standard basiert auf Prinzipien, die nachhaltiges Waldmanagement fördern. Er umfasst Maßnahmen zum Schutz von Qualität, Biodiversität, Wildtierhabitaten und gefährdeten Arten sowie von Wäldern mit besonders hoher Schutzwürdigkeit. Der Standard ist weit verbreitet in Nordamerika. Der Standard umfasst auch soziale Kriterien. [087]</p> <p>Standarddokumente 2015-2019: [126]</p>			
--	---	--	--	--

	<p>Die „Initiative Nachhaltige Rohstoffbereitstellung für die stoffliche Biomassenutzung“ (INRO) verfolgt das Ziel, mit Industrieunternehmen eine Vereinbarung zur freiwilligen Zertifizierung nachwachsender Rohstoffe bis zur Erstverarbeitung zu treffen. INRO-Nachhaltigkeitskriterien: [075]</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: <u>Novamont</u> Die Firma befindet sich derzeit im Zertifizierungsverfahren für den Standard ISCC PLUS.  Es ist zu prüfen, ob das Zertifizierungsverfahren bereits abgeschlossen ist. Falls das der Fall ist, kann die Verfügbarkeit von zertifizierter Ware direkt beim Hersteller angefragt werden. Novamont arbeitet außerdem mit bei INRO (Initiative Nachhaltige Rohstoffbereitstellung für die stoffliche Biomassenutzung). INRO basiert auf ISCC PLUS, geht zum Teil jedoch darüber hinaus. ISCC prüft die INRO-Kriterien und hat zugesichert, dass deren Einbeziehung kein Problem sein wird. [182]</p> <p><u>Biotec</u> Die Firma ist nach folgenden Systemen zertifiziert: DIN EN 13432 (biologische Abbaubarkeit) ASTM D6866 (biobasierter Kohlenstoffanteil) ASTM D6400 (kompostierbare und biologisch abbaubare Materialien) ISO 14001 (Umweltmanagement)</p> <p><u>Wentus</u> Die Firma ist nach DIN EN 13432 (industrielle Kompostierung innerhalb von 90 Tagen) zertifiziert.</p>			
1.4 Gentechnik	<p>Allgemein: Der Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in Bioprodukten ist gemäß EG-Öko-Basisverordnung (EG) Nr. 834/2007 Art. 9 weder in der landwirtschaftlichen Erzeugung noch in der Verarbeitung erlaubt. Auch Verbraucher in Deutschland lehnen GMO in Lebensmitteln mit überwältigender Mehrheit ab (vgl. Ökobarometer [228]). Insbesondere der Einsatz von GMO in der Landwirtschaft wird sehr kritisch betrachtet, weil damit die Biodiversität gefährdet wird und durch Vermischungen herkömmliche Produkte verunreinigt werden können. Zudem kann die Verwendung von GMO zu einer starken Abhängigkeit von Saatgutkonzernen (Monopolstruktur) führen. Um die GMO-</p>			

	<p>Freiheit der Bioprodukte nicht zu gefährden und die Kontamination möglichst gering zu halten, lehnen Hersteller und Inverkehrbringer von Biolebensmitteln auch GVO im Verpackungsmaterial ab. Mit dem Einsatz von GVO in Verpackungsmaterial sehen die Lebensmittelhersteller ihre Glaubwürdigkeit gefährdet. Somit ist der Einsatz GVO-haltiger Verpackungsmaterialien in der Biobranche überwiegend nicht erwünscht.</p> <p>Die zwei Haupteintragswege sind: der Anbau von GVO-Pflanzen als landwirtschaftlicher Rohstoff für die Herstellung von Verpackungen sowie die Nutzung von GVO im Rahmen der Herstellung von Verpackungsmaterialien (z.B. durch den Einsatz von Additiven).</p> <p>Aktuell wird GVO-Anbau nur im Bereich biobasierter Kunststoffverpackungen, die auf Basis von Mais (USA) hergestellt werden, betrieben (Stand 2014).</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch:</p> <p>Die Stärke wird ohne den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen (GVO) hergestellt.</p> <p> Bei Stärkeblends mit PLA ist eine GVO-Prüfung vorzunehmen.</p> <p><u>Novamont</u></p> <p>Es gibt Mater-Bi®-Typen, die PLA enthalten, und solche, die kein PLA enthalten. Der Anteil von PLA im Granulat variiert je nach Typ.</p> <p>Für PLA-freie Blends findet kein GVO-Anbau statt.</p> <p>Für Stärkeblends mit PLA wird derzeit PLA verwendet, das auf konventionell angebautem Mais aus den USA (und damit auf GVO-Pflanzen) basiert (Stand 2014)*. Bei der Herstellung der Milchsäure (Fermentation) findet eine Vermischung von konventionellen und GVO-Pflanzen statt. GVO-freie Ware aus Europa (Hersteller Corbion Purac) ist verfügbar, ihr Einsatz würde aber laut Novamont zu einer Verteuerung des Endprodukts führen. Bei Novamont wird das Thema GVO in PLA-Blends mit der „Source Offset“-Option geregelt. [182]</p> <p><u>„Source Offset“-Option</u></p> <p>Diese Option ermöglicht dem Käufer, in diesem Fall Novamont, den Anbau von konventionellem Nicht-GVO-Mais zu fördern. Das Prinzip ist bekannt vom Markt der regenerativen Energien. Der PLA-Hersteller, in diesem Fall NatureWorks, verpflichtet sich, die für die Herstellung der vertraglich festgelegten Liefermenge an PLA benötigte Menge an Maisstärke aus konventionellem Nicht-GVO-Anbau zu beziehen. So wird der Anbau von Nicht-GVO-Mais unterstützt - selbst wenn bei der folgenden Milchsäure-Polymerisation in der Anlage eine Vermischung von GVO-Mais und Nicht-GVO-Mais stattfindet.</p> <p>Es gäbe weiterhin die Option GVO-freie Ware mit Herkunftsgarantie zu beziehen. Dies würde eine</p>			

	<p>Zwischenreinigung des Werks erforderlich machen, was bei den derzeit noch geringen Abnahmemengen nicht wirtschaftlich wäre. Entsprechend wird diese Option derzeit nicht genutzt. [097]</p> <p>*Anmerkung: Bezüglich der Herstellung von PLA muss berücksichtigt werden, dass Cargill zwar die Milchsäure in Europa produziert, die Polymerisation von Milchsäure aktuell jedoch von der Cargill-Tochter NatureWorks in den USA durchgeführt wird, da es nur dort eine Polymerisationsanlage gibt. Cargill strebt an, eine Alternative zum bisher eingesetzten PLA zu finden und somit komplett GVO-frei zu produzieren. [182]</p>			
<p>1.5 End of life Optionen bzw. Praxis (Recycling, Kompostierung)</p>	<p>Allgemein: Bei der Entsorgung biobasierter Kunststoffe wird der durch die Pflanze aufgenommene Kohlenstoff (biogener Kohlenstoff) wieder frei, während bei fossilbasierten Kunststoffen „zusätzlicher“ Kohlenstoff als CO₂ in die Luft emittiert wird. Unterschieden werden vier Entsorgungswege:</p> <p><u>Thermische Entsorgung</u></p> <p>In Deutschland wird ein Großteil des Plastikmülls in Müllverbrennungsanlagen entsorgt. Ein sehr gut ausgebautes Recyclingsystem ist derzeit nur für PET-Flaschen vorhanden. Folienreste aller Art, die kleiner als DIN A4 sind, kommen in die Mischkunststofffraktion (MKF) und werden verbrannt. Bei der thermischen Entsorgung erfolgt zu einem kleinen Teil eine energetische Rückgewinnung. Das heißt, es liegt eine - wenn auch kurze - Kaskadennutzung vor. (Als Kaskadennutzung bzw. Mehrfachnutzung wird die - so lange wie möglich stoffliche und schließlich energetische - Nutzung eines Rohstoffs über mehrere Stufen bezeichnet).</p> <p>Einen guten Überblick über Entsorgung und Verwertung bietet die Veröffentlichung „Entsorgungswege und Verwertungsoptionen von Produkten aus biobasierten Polymeren des post-consumer Bereichs“ der Knoten Weimar GmbH: [218]</p> <p>Die Knoten Weimar GmbH ist ein international tätiges Ingenieurunternehmen, das aus ökologischer und sozio-ökonomischer Sicht optimale Lösungen zur Verbesserung der Infrastruktur im Bereich der Ver- und Entsorgung (Abfall, Abwasser, Energie) für die konkrete spezifische Situation vor Ort entwickelt und anbietet.</p> <p><u>Recycling</u></p>			

	<p>Post-consumer Recycling: Ein werkstoffliches Recycling von biobasierten, chemisch nicht strukturgleichen Kunststoffen (u.a. PLA, cellulosebasierte Kunststoffe, Stärkeblends) findet bis jetzt noch nicht im industriellen Maßstab statt.</p> <p>Die Gründe hierfür liegen sowohl in den zurzeit noch geringen Mengenströmen als auch in den zu erwartenden Kosten für die Einrichtung weiterer Sortiersysteme neben PET, PP, PE und PS. Die erst in geringen Mengen in den Abfallströmen zu findenden Biopolymere werden derzeit der Gruppe der sogenannten Mischkunststoffe (MKS) zugeordnet.</p> <p>Ob ein sorten- bzw. typenreines (werk-)stoffliches Recycling wirtschaftlich ist, ist abhängig von vielen Faktoren, u.a. von der Erlössituation für die zu entsorgenden und zu verwertenden Materialien, von der Polymersorte, von dem Marktpreis für das entsprechende Rezyklat, von Rohstoffpreisen sowie von der notwendigen Sortier- und Aufbereitungstechnik. [032]</p> <p>Technisch möglich ist bereits heute bei entsprechender Ausstattung der vorhandenen Anlagen ein getrenntes Recycling weiterer Materialien, insbesondere von PLA, mittels Nahinfrarotspektroskopie. [014] [202] Ressentiments gegen die neuen Kunststoffe bestehen vor allem seitens der Entsorger, die einerseits Kosten für die Einrichtung der neuen Systeme befürchten und andererseits eine Vermischung mit den konventionellen Kunststoffen sehr kritisch sehen. Folgende Probleme werden befürchtet: Verschmutzung des Nutzwassers und Anstieg des biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB-Wert) durch Waschprozesse, Flotationen, Schwimm- und Sinktrennungen. [013]</p> <p>Zu erwähnen ist darüber hinaus, dass die Hersteller bei der Entsorgung von Stärkeblends und cellulosebasierten Kunststoffen die Kompostierung bevorzugen. Beide Materialien bauen sich gut ab, während die Zersetzung von PLA auch in industriellen Anlagen bei Unterschreitung bestimmter Verweilzeiten teilweise nicht vollständig gegeben ist.</p> <p>Das rohstoffliche Recycling könnte bei ausreichender Menge eine Alternative zum werkstofflichen Recycling sein. Ein klarer Vorteil der Milchsäurekunststoffe wie PLA ist, dass sie sich hydrolytisch relativ einfach in ihre Grundbausteine zerlegen lassen. Daraus können anschließend wieder neue Biokunststoffe hergestellt werden. Kritisch sind hier Verunreinigungen durch Lebensmittelreste, Papier, Aluminiumdeckel etc. [013]</p> <p>Pre-consumer Recycling: Das Recycling von innerbetrieblichen Produktionsabfällen wird schon seit Jahren, schon aus ökonomischen Gründen, in vielen Firmen praktiziert. Beispielsweise recyceln Firmen ihr PLA-Altmaterial. Von Schwierigkeiten beim erneuten Zerkleinern und Rückführen in den Wertstoffkreislauf ist nur in wenigen Fällen berichtet worden. [014]</p>			
--	---	--	--	--

	<p>Eine gute Übersicht zu den Entsorgungswegen und Verwertungsoptionen von Produkten aus biobasierten Polymeren des post-consumer Bereichs findet sich bei der KNOTEN WEIMAR GmbH. [201]</p> <p><u>Kompostierung (siehe auch 1.3 Zertifizierungen)</u></p> <p>Begriffsdefinition Biologische Abbaubarkeit: „Biologisch abbaubare Kunststoffe sind Polymerwerkstoffe, welche unter definierten Bedingungen innerhalb einer festgelegten Zeit durch Mikroorganismen und/oder Pilze überwiegend zu Biomasse und anorganischen Stoffen zerlegt werden. Für die genauen Rahmenbedingungen existieren verschiedene Normen, z.B. DIN EN 13432 und ASTM D6400, welche speziell auf den Abbau in Industriekompostanlagen ausgelegt sind. Unterschiede sind vorrangig im Abbaugrad sowie in den dafür zur Verfügung stehenden Zeiträumen zu finden.“ [002]</p> <p>Für die Zertifizierung der biologischen Abbaubarkeit von Werkstoffen in Kompostieranlagen gibt es verschiedene Richtlinien, welche auf den beiden genannten Normen aufbauen und von mehreren Organisationen mit entsprechenden Prüfzeichen bestätigt werden. In Deutschland bzw. dem europäischen Raum sind hierbei die DIN CERTCO (Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH) sowie die AIB-Vinçotte mit den Prüfzeichen „Keimling“ sowie „OK Compost“ federführend. [002]</p> <p>DIN EN 13432 - "Anforderungen an die Verwendung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau": Dieser europäische Standard stellt sicher, dass das Produkt industriell kompostiert werden kann und dass nicht nur der Kunststoff an sich, sondern auch alle anderen Komponenten des Produkts kompostierbar sind, z.B. Farben, Etiketten, Kleber, Lebensmittelrückstände. [086]</p> <p>ASTM D6400 - "Standard Specification for Compostable Plastics": Dieser amerikanische Standard stellt sicher, dass das Produkt industriell kompostiert werden kann. Im Gegensatz zur DIN EN 13432 ist ein Abbaugrad von 60% innerhalb von 180 Tagen vorgeschrieben. Die DIN EN 13432 fordert einen Abbaugrad von 90%. Spezifischere Informationen sind hier einsehbar: [002]</p> <p>Es gibt zwei Zertifizierer für die biologische Abbaubarkeit, die DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH [115] und die AIB-Vinçotte (Europa) [114]:</p>			
--	---	--	--	--

	<p>Die Vinçotte-Zertifizierung „OK Compost“ bzw. „Ok Compost Home“ bescheinigt die biologische Abbaubarkeit von Werkstoffen in Industrieanlagen bzw. bei geringen Umgebungstemperaturen wie im Gartenkompost. DIN CERTCO vergibt das Zeichen „Keimling“. [002] [114] [115]</p> <p>Weitere Infos zu Normen, Zertifizierungen und Labels im Bereich Kompostierung finden Sie hier: [113]</p> <p>Die Bioabfallverordnung (Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (BioAbfV)) beschreibt, welche Abfälle für die Entsorgung über die Bioabfalltonne zulässig sind. Nicht zulässig sind jegliche Kunststoffverpackungen mit Ausnahme von Bioabfallsammelbeuteln. Der öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger vor Ort entscheidet, ob er die Entsorgung der Beutel über die Biotonne zulässt. Viele Kommunen haben dies explizit verboten.</p> <p>In vielen Kompostieranlagen in Deutschland werden zurzeit ohnehin alle Kunststoffe aussortiert, da nicht zwischen bioabbaubaren und konventionellen Kunststoffen unterschieden werden kann. Eine industrielle Kompostierung geht immer mit Energiezufuhr einher. Strittig ist, ob das verrottete Material strukturfördernd auf den Boden wirkt. [013] Da die bioabbaubaren Kunststoffe in der Regel keine Nährstoffe (z.B. P und N) enthalten, tragen sie nicht zu einer Nährstoffversorgung via Kompost bei. [210]</p> <p>Die Verrottung ist abhängig von Kunststoffart, Zusatzstoffen und Verblendungen. [013]</p> <p>Als problematisch stellt sich die zum Teil bei der Kompostierung auftretende ungenügende Zersetzung heraus. Ein Grund hierfür ist u.a. die häufig zu kurze Verweildauer in der Anlage. [013]</p> <p><u>Vergärung</u></p> <p>Eine weitere Möglichkeit der Entsorgung biologisch abbaubarer Kunststoffe ist die Vergärung. Vorteile der Vergärung gegenüber einer Kompostierung sind u.a. geringere Emissionen an Methan (CH₄), Ammoniak (NH₃) und Lachgas (N₂O), die Nutzung des Plastikmülls durch anaerobe Vergärung und die Nutzung des Gases in Blockheizkraftwerken oder im Erdgasnetz. [211]</p> <p>Derzeit führt die Verwertung in einer Biogasanlage nur manchmal zu einem signifikanten ökologischen Vorteil. [219]</p> <p>Studien zum Thema Vergärung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endres, H-J., Kitzler, A-S. (2013): Mehrfachnutzung von Biopolymerwerkstoffen. Hochschule 			
--	---	--	--	--

	<p>Hannover, IfBB. [031]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dinkel, F., Kägi, T. (2013): Ökobilanz Entsorgung BAW. Ökologischer Vergleich von biologisch abbaubaren Werkstoffen BAW: Entsorgung in KVA vs. Entsorgung in Biogasanlage. Carbotech AG. [219] • Grundmann, V., Wonschik, C-R. (2011): Hydrolyse und anaerobe Co-Vergärung verschiedener biologisch abbaubarer Kunststoffe. Müll und Abfall. 07/2011. [220] 			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch:</p> <p> Ein werkstoffliches Recycling von Stärkeblends findet bis jetzt aufgrund der geringen verfügbaren Menge noch nicht im industriellen Maßstab statt. Eine Kompostierung wird von den Herstellern empfohlen, ist jedoch zurzeit gesetzlich nicht einheitlich geregelt. Hintergrund für die Vergabe der „Bewertung im Einzelfall“ (gelb) stellt daher die rechtliche Situation bzgl. der Kompostierung in Deutschland bzw. das fehlende Recyclingsystem dar und nicht die von den Herstellern angebotenen End of Life-Optionen.</p> <p><u>Novamont</u> Die Firma besitzt eine Zertifizierung der Kompostierbarkeit gemäß DIN EN 14995 und/oder DIN EN 13432. Für die Mater-Bi®-Folientypen ist ein Abbau im Meerwasser nachgewiesen: >80% in 220 Tagen. Je nach Materialtyp sind Eigenkompostierung oder industrielle Kompostierung möglich. Das Recycling von unbenutzten Verpackungen ist jederzeit möglich. Die Verpackung kann regranuliert werden. Lebensmittelhersteller können übrig gebliebene Folien zu diesem Zweck an Novamont zurückgeben. Daraus können dann z.B. Abfall- bzw. Hundekotbeutel hergestellt werden. [182]</p> <p><u>Biotec</u> Biotec hat Versuche mit eigenen Stärkeblends durchgeführt, um mögliche Auswirkungen auf bestehende PE-Stoffströme in Recyclingsystemen zu untersuchen. [038] Für die Vermischung mit recyceltem PE wurden folgende Nicht-PE-Kunststoffe ausgewählt: PP, PS und PET. Als biologisch abbaubares Material wurde das stärkebasierte Biotec-Produkt BIOPLAST GF 106/02 eingesetzt. Der interne Untersuchungsbericht zur mechanischen Recyclingfähigkeit von PE-Folien, welche in unterschiedlichen Anteilen (2, 10 und 50%) mit BIOPLAST-Kunststoff versetzt wurden, erbrachte</p>			

	<p>folgende Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit allen getesteten Materialien, außer PET, konnten PE-basierte Folien hergestellt werden. • Abhängig von ihren Anteilen haben alle Materialien einen kleineren bzw. größeren Einfluss auf die mechanischen Folien-Eigenschaften des PE. • Verglichen mit PP und PS, konnte bei BIOPLAST eine ähnliche bis gleiche mechanische Leistung festgestellt werden. • BIOPLAST-Beimengungen von bis zu 10% in PE-Formulierungen stellen nach eigenen Erfahrungen keine Probleme bzgl. der mechanischen Eigenschaften der meisten Folienanwendungen dar. <p>Die Firma führt regelmäßig interne Kompostierungstests durch. Zudem hat sie an einem Test zur Abbaubarkeit von Biokunststoffen im Meerwasser teilgenommen.</p>			
1.6 Ökobilanz	<p>Allgemein:</p> <p>In der Regel lassen sich Ökobilanzen schwer miteinander vergleichen, da keine einheitlichen Kriterien zugrunde gelegt werden. Unterschiede gibt es z.B. bei den Systemgrenzen (cradle to gate/grave etc.), bei den betrachteten Wirkungskategorien (z.B. Eutrophierung, Versauerung) und zum Teil beim geographischen Bezug.</p> <p>Daher sind die Ergebnisse einzelner Ökobilanzen differenziert zu betrachten. [006]</p> <p>In den bislang öffentlich verfügbaren Ökobilanzen zu Biokunststoffen wurden für die Umweltbewertung relevante Themen wie Biodiversität, indirekte Landnutzungsänderungen sowie Extensivität/Intensivität des Anbaus häufig nicht einbezogen.</p> <p>Im Gesamtbild aller vorhandenen Bilanzen lassen sich dennoch Tendenzen erkennen. Ein relativ einheitliches Bild ergibt sich z.B. bei der Betrachtung der jeweiligen Vor- bzw. Nachteile bzgl. der Wirkungskategorien:</p> <p>In den Kategorien Treibhausgaspotenzial, fossiler Ressourcenverbrauch und Sommersmog ergeben sich fast durchweg Vorteile für die Biokunststoffe verglichen mit fossil basierten Kunststoffen, während sich in den Kategorien Versauerung und Eutrophierung - mit einigen Ausnahmen - meistens negative Bilanzen ergeben. Hier ist vor allem der (meistens) konventionelle Anbau der Pflanzen und die damit einhergehende Düngung bzw. Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ausschlaggebend. Bei Flächeninanspruchnahme und Frischwasserentnahme haben die biobasierten Kunststoffe naturgemäß höhere Verbrauchswerte als die aus fossilen Rohstoffen hergestellten Kunststoffe. Die damit verbundenen Umweltwirkungen hängen jedoch stark von der Art der Flächeninanspruchnahme (z.B. Intensivnutzung in Monokultur versus Extensivnutzung im Bioanbau) und von der lokalen Verfügbarkeit der Ressource Wasser ab. [006]</p>			

	<p>Eine Bewirtschaftung unter ökologischen Aspekten könnte viele der hier noch negativen Faktoren ausgleichen und wäre daher eine interessante Option für die Zukunft.</p> <p>Generell kann davon ausgegangen werden, dass Biokunststoffe bzgl. ihrer Ökobilanzen zum jetzigen Zeitpunkt in der Gesamtbilanz noch nicht besser abschneiden als die konventionellen Kunststoffe, häufig sogar eher schlechter. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Biokunststoffherstellung noch am Anfang steht und ein großes Entwicklungspotenzial hat, sodass zukünftig eine wesentlich effizientere Herstellung möglich sein wird. Zudem werden bei der Betrachtung konventioneller Kunststoffe bisher Faktoren wie Umweltschäden durch Ölbohrungen oder negative Einflüsse auf Ökosysteme in Abbaugebieten (bis hin zu Auswirkungen durch Kriege etc.) systematisch ausgeklammert.</p> <p>Eine umfassende Studie mit dem Titel „Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen“ wurde vom ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH im Auftrag des Umweltbundesamts durchgeführt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden biologisch abbaubare Packstoffe ökologisch bewertet, um eine belastbare Aussage zum ökologischen Stellenwert biologisch abbaubarer Kunststoffe im Vergleich zu den konventionellen Kunststoffen zu ermöglichen. [006]</p> <p>Im Bereich Folien kommt die Studie zu folgendem Ergebnis: Biokunststofffolien weisen derzeit nach Einschätzung des ifeu gesamtökologisch keine Vorteile gegenüber konventionellen Folien auf (Stand 2012). Aber: „Bei einer vollständigen Umsetzung des schon identifizierten Optimierungspotenzials [z.B. Reduktion der Folienstärke, Verbesserung in der Materialherstellung, Energieersparnis durch Verarbeitbarkeit bei niedrigen Temperaturen] könnten Biokunststofffolien ökologisch mindestens gleichwertig oder sogar besser abschneiden“. [006]</p> <p>Eine Herausforderung für die Zukunft wird die möglichst effektive Rohstoffnutzung sein. Bei der Rohstoffnutzung müssen die Umweltauswirkungen im Fokus stehen, um bei stark gestiegenen Mengen ökologische Auswirkungen zu minimieren. Faktoren, die sich positiv auf die Ökobilanz auswirken würden, sind u.a. ein hoher Flächenertrag, geringe landwirtschaftliche Inputs (Dünger, Pestizide, Diesel), eine hohe Prozesseffizienz, ein geringer Energieverbrauch, eine hohe Materialeffizienz (wenig Verschnitt), ein optimaler Materialeinsatz (z.B. geringe Foliendicken etc.) sowie kurze Transportentfernungen.</p>			
--	--	--	--	--

	<p>Material-/Herstellerspezifisch:</p> <p><u>Novamont</u></p> <p>Die Firma Novamont hat Ökobilanzen bzgl. des Verbrauchs an Düngemitteln bei der Fertigung von Besteck und Mulchfolien aus ihrem Rohstoff Mater-Bi® veröffentlicht. Zudem liegt eine ökobilanzielle Betrachtung von Obst- und Gemüsebeuteln aus Mater-Bi® im Vergleich zu Beuteln aus Papier und Polyethylen vor. [043]</p> <p>Für die Verarbeitung der Rohstoffe zu Granulat werden Ökobilanzen intern durch Mitarbeiter erstellt. Damit können Schwachstellen im Lebenszyklus aufgedeckt und Optimierungspotenziale bei neuen Typen realisiert werden.</p> <p>Für die Öle ist ein Vergleich mit klassischen Kunststofffolien in Planung.</p> <p>Eine EPD (Environmental Product Declaration) für die Mater-Bi®-Folie sowie Daten zu CO₂-Bilanz, Energie- und Wasserverbrauch bei der Herstellung von Mater-Bi®-Folien liegen vor. [043] [044]</p> <p>Im Bereich Treibhausgase und Energie konnten Verbesserungen im Vergleich zu den Vorjahren erzielt werden. [182].</p> <p>Für Informationen zur PCF-Zertifizierung siehe denkstatt-Studie: [044]</p> <p><u>Wentus</u></p> <p>Eine Ökobilanz liegt nicht vor. Für interne Zwecke wurde ein CO₂-Fußabdruck erstellt.</p> <p>Die Unterschiede bezüglich der Energieaufwendung bei der Verarbeitung im Vergleich zu den klassischen Kunststoffen sind relativ gering. Die Biokunststoffe werden bei etwas niedrigeren Temperaturen gefahren. [187]</p>			
1.7 Biobasierter Anteil	<p>Allgemein:</p> <p>Biobasierte Polymere bzw. Kunststoffe sind technische Polymere und bestehen teilweise oder vollständig aus Biomasse, d.h. aus Material mit einem biologischen Ursprung, z.B. aus nachwachsenden Rohstoffen, wobei fossile und geologische Quellen ausgenommen sind. [224]</p> <p>Der biobasierte Anteil von Biokunststoffen variiert generell erheblich - sowohl zwischen als auch innerhalb der jeweiligen Biokunststoffgruppen.</p> <p>Während bei dem PET der PlantBottle™ von Coca-Cola zwischen 14% (bei einem Anteil von 25% recyceltem PET im PlantBottle™-PET) und 30% (ohne recyceltes PET im PlantBottle™-PET) biobasiert sind, werden z.B. bei biomassebasiertem PE, PLA und Celluloseregeneraten Anteile von über 80% erreicht.</p> <p>Bzgl. des Anteils an biobasierten Rohstoffen machen die Hersteller auf ihren Homepages bzw. in den Produktdatenblättern häufig keine detaillierten Angaben.</p>			

	<p>Je nach gewünschten Anforderungen an die Verarbeitbarkeit des Materials sowie an die Eigenschaften des fertigen Produkts werden unterschiedliche Mengen an Additiven zugegeben. Je nach Produkttyp müssen Angaben zum biobasierten Anteil und zu den Additiven vom jeweiligen Hersteller bezogen werden. Zusätzlich listet das IfBB Hannover verschiedene Hersteller mit ihren Produkten und deren Materialzusammensetzungen. [077]</p> <p>Aufzupassen gilt es bei Mischkunststoffen (Blends). Hier muss bei allen Bestandteilen geprüft werden, wie hoch der biobasierte Anteil ist.</p> <p><u>Zertifizierung des biobasierten Kohlenstoffanteils - AIB-Vinçotte (Europa) [114]/USDA's BioPreferred program (USA) [051]</u> Diese Zertifizierungen sichern zu, dass ein bestimmter Prozentteil des Kohlenstoffs im Polymer biobasierten Ursprungs ist (nach C14-Methode). AIB-Vinçotte ist eine unabhängige Zertifizierung, die auf dem Standard ASTM D6866 beruht. AIB-Vinçotte (Label „OK biobased“) vergibt in Abhängigkeit vom biogenen Anteil ein bis vier Sterne für einen Anteil von mehr als 20, 40, 60 und 80 Massenprozent an nachwachsenden Rohstoffen. [002]</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch:  Der biobasierte Anteil von Stärkeblends variiert erheblich und ist bei einzelnen Herstellern in den Produktdatenblättern bzw. auf den Homepages einsehbar.</p> <p>Spezifische Werte sind von folgenden Firmen vorhanden: <u>Novamont</u> Die Mater Bi®-Folientypen weisen laut Novamont einen biobasierten Anteil von 25-70% auf. Stärke kann nur teilweise eingesetzt werden, da sonst die Folie zu steif wird. [182] Bei Loose fill-Packstoffen wird ein biobasierter Anteil von über 90% erreicht, bei Spritzgusstypen über 70%. [182]</p> <p><u>Biotec</u> In Abhängigkeit von der Formulierung wird laut Biotec ein biobasierter Anteil von 20-100% erreicht. Bei Blasfolienprodukten liegt der biobasierte Anteil bei 20-51%, bei Spritzgießprodukten bei 60-100%.</p>			

	<p>Für die BIOPLAST-Produkte werden folgende Anteile angegeben: BIOPLAST GF 106/02: 23%, BIOPLAST 500: über 50%, BIOPLAST GS 2189: 69%, BIOPLAST TPS: 100% (Bei diesem Produkt kommt thermoplastische Stärke mit Weichmacher (Glycerin, Sorbitol) zum Einsatz, wobei der Anwendungsbereich sehr eingeschränkt ist. Zurzeit wird das Material nur für Kapseln mit Nahrungsergänzungsmitteln verwendet). [189]</p> <p><u>Wentus</u> Abhängig vom Material wird laut Wentus ein biobasierter Anteil von 30-70% erreicht. Der biobasierte Anteil von Obst- und Gemüsefolien lag bisher unter 50%; es soll ein Anteil von deutlich über 50% in den nächsten 24 Monaten erreicht werden. [187]</p>			
--	---	--	--	--

		Bewertung		
Kriterien		Daten 	Kriterien 	Achtung 
2 Sozial-verträglichkeit	<p>Beim Kriterium Sozialverträglichkeit bezieht sich die Bewertung auf das Vorhandensein von Sozialstandards beim Anbau und bei der Verarbeitung. Dies können international gültige Vorgaben, nationale gesetzliche Standards bzw. privatwirtschaftliche Standards sein.</p> <p>Als Basis für die Bewertung wird das Land herangezogen, aus dem die Rohware stammt bzw. in dem die Verarbeitung erfolgt. Hier muss differenziert werden zwischen Ländern bzw. Kontinenten, in denen eine umfangreiche Sozialgesetzgebung vorhanden ist (z.B. USA, Europa) und Ländern, in denen dies nicht bzw. nur unzureichend gegeben ist (Entwicklungs- und Schwellenländer). Bei Herstellern außerhalb der als unbedenklich eingestuften Gebiete muss die Einhaltung sozialer Kriterien besonders kritisch hinterfragt werden.</p>			
2.1 Sozialstandards beim Anbau	<p>Allgemein: In verschiedenen Ländern existieren unterschiedliche gesetzliche Vorgaben für Sozialstandards. Darüber hinaus gibt es privatwirtschaftliche Umwelt- und Sozialstandards. Nachfolgend aufgeführt sind angewandte Umwelt- und Sozialstandards, die in mehr oder weniger großem Umfang auch soziale Kriterien umfassen. Bei den Monomerherstellern und Compoundern/Convertern kommen zurzeit folgende Zertifizierungen zur Anwendung: ISCC PLUS, Bonsucro, SEDEX- Management-Werkzeug für Lieferanten, SFI certified managed forestry, FSC (Forest Stewardship Council), PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes).</p> <p><u>ISCC PLUS</u> ISCC PLUS kontrolliert die Einhaltung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Richtlinie 2009/28/EG) bzw. der Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (BioNachV), ist von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) anerkannt und weltweit anwendbar. Schwerpunkte sind Treibhausgasreduzierung, nachhaltige Bewirtschaftung der Flächen und Schutz des natürlichen Lebensraums. ISCC-zertifizierte Biomasse darf nicht in artenreichen Gebieten, auf kohlenstoffreichen Böden oder in Torfmooren gewonnen werden. Ausgeschlossen sind überdies</p>			

Gebiete mit hohem Naturschutzwert. Zusätzlich umfasst ISCC auch soziale Standards. [073]

Bonsucro

Bonsucro ist eine globale, Non-profit-Initiative, die sich für die Reduzierung negativer Umwelt- und Sozialeinflüsse der Zuckerrohrproduktion einsetzt.

Es gibt Kernkriterien, die zu 100% erfüllt werden müssen und weitere Anforderungen, die zu 80% erfüllt werden müssen. Die Kernkriterien beziehen sich im ökologischen Bereich auf Boden, Wald, Chemikalien sowie Biodiversität und im sozialen Bereich auf Menschen- und Arbeitsrechte, die größtenteils an die Standards der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO-Standards) angelehnt sind. Der Produktionsstandard kann hier eingesehen werden: [074]

SEDEX - Management-Werkzeug für Lieferanten

Sedex ist eine Non-profit-Organisation, die sich für verantwortungsvolle und ethische Wirtschaftspraktiken in globalen Lieferketten einsetzt. Hauptservice ist eine Onlinedatenbank, die es Mitgliedern ermöglicht, Informationen zu vier Kernbereichen (Arbeitsstandards, Gesundheit und Sicherheit, Umwelt- und Wirtschaftsethiken) aufzubewahren und zu teilen sowie darüber zu berichten. Nutzer können die Bemühungen ihrer Lieferanten bewerten und vergleichen mit den Anforderungen anerkannter Standards, z.B. ILO-Standards, ETI Base Code, SA8000, ISO14001 und industriespezifische Verhaltenskodizes. Ein eigener Standard existiert nicht. [076]

SFI - Certified Managed Forestry

SFI Inc. ist eine unabhängige Nichtregierungsorganisation (NGO), die nachhaltiges Forstmanagement fördert.

SFI arbeitet zusammen mit Schutzorganisationen, lokalen Gemeinden, Landeigentümern und anderen Organisationen und Einzelpersonen. Der Standard basiert auf Prinzipien, die nachhaltiges Waldmanagement fördern. Er umfasst im sozialen Bereich u.a. folgende Kernkonventionen der ILO-Standards: Vereinigungs- und Gewerkschaftsfreiheit, Tarifverhandlungen, Antidiskriminierung etc. [172] [173]. Der Standard ist in Nordamerika weit verbreitet.

Standarddokumente 2015-2019: [126]

FSC - Forest Stewardship Council

	<p>FSC ist eine unabhängige, gemeinnützige Nichtregierungsorganisation, die 1993 als ein Ergebnis der Konferenz „Umwelt und Entwicklung“ in Rio de Janeiro gegründet wurde. Heute ist der FSC in über 80 Ländern mit nationalen Arbeitsgruppen vertreten. Der Council fördert eine umweltfreundliche, sozialförderliche und ökonomisch tragfähige Bewirtschaftung von Wäldern. Dazu wurden zehn Prinzipien und 56 Indikatoren entwickelt, auf denen die weltweit gültigen FSC-Standards zur Waldbewirtschaftung basieren.</p> <p>Den FSC-Standard finden Sie hier: [122].</p> <p>Um sicherzustellen, dass Produkte, die das FSC-Label tragen, auch tatsächlich aus den entsprechenden Rohstoffen hergestellt wurden, setzt der FSC das Instrument der Produktkettenzertifizierung (englisch: Chain of Custody -COC) ein: Dazu muss jedes Unternehmen in der Produktkette, vom Wald bis zum Endkunden, ein innerbetriebliches Verfahren aufbauen, das sicherstellt, dass FSC-zertifizierte Materialien jederzeit identifizierbar bleiben. [123]</p> <p><u>PEFC - Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (Programm zur Anerkennung von Forstzertifizierungssystemen)</u></p> <p>Das Zertifizierungssystem für nachhaltige Waldbewirtschaftung PEFC basiert inhaltlich auf internationalen Beschlüssen der Nachfolgekonferenzen der Umweltkonferenz von Rio. In Europa sind dies die Kriterien und Indikatoren, die auf den Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa (Helsinki 1993, Lissabon 1998, Wien 2003) von 37 Nationen in einem pan-europäischen Prozess verabschiedet wurden. Dieser Anforderungskatalog wurde von PEFC im Jahr 2010 u.a. um folgende Punkte ergänzt: keine Umwandlung von Naturwäldern in Plantagen, keine genetisch veränderten Organismen, besonderer Schutz der Rechte indigener Völker etc. Dieser Katalog ist Bestandteil des Technischen Dokuments des PEFC Council International (PEFCC), in dem die Anforderungen für Forstzertifizierungssysteme und Standards festgeschrieben sind. Diese müssen auf nationaler Ebene erfüllt sein, um von PEFCC anerkannt zu werden.</p> <p>Anerkannt werden zudem weltweit auch andere forstliche Zertifizierungssysteme, sofern sie glaubwürdig, freiwillig und transparent sind und Waldbesitzer nicht diskriminieren. Behandelt werden unter anderem die Themen Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und soziale Angelegenheiten, die auf der Erklärung der ILO zu grundlegenden Prinzipien und Rechten bei der Arbeit basieren.</p> <p>Dokument „Produktkettennachweis von Holzprodukten - Anforderungen“: [124] Leitfaden für die Einführung eines Produktkettenzertifizierungssystems: [125]</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch:</p>			

	<p><u>Novamont</u> Novamont bezieht seine nachwachsenden Rohstoffe zum größten Teil aus Europa. Damit gelten für den Anbau die Sozialstandards der EU. Die Firma befindet sich derzeit im Zertifizierungsverfahren für den Standard ISCC PLUS. Zudem arbeitet sie bei INRO mit. INRO basiert auf ISCC PLUS, geht zum Teil jedoch darüber hinaus. ISCC prüft die INRO-Kriterien und hat zugesichert, dass deren Einbeziehung kein Problem sein wird. [182] Novamont besitzt einen „Ethical Code“ für den Umgang mit Angestellten, Kunden, der Öffentlichkeit und den Lieferanten: [196]</p> <p><u>Biotec</u> Die Firma bezieht ihre Rohstoffe aus Deutschland und Frankreich. Damit gelten für den Anbau die Sozialstandards der EU.</p>			
2.2 Sozialstandards bei der Verarbeitung	<p>Allgemein: Zur Anwendung kommen folgende Zertifizierungen: SEDEX, GKV-Verhaltenskodex und OHSAS 18001.</p> <p><u>SEDEX - Management-Werkzeug für Lieferanten</u> Sedex ist eine Non-Profit Organisation, die sich für verantwortungsvolle und ethische Wirtschaftspraktiken in globalen Lieferketten einsetzt. Hauptservice ist eine Onlinedatenbank, die es Mitgliedern ermöglicht, Informationen zu vier Kernbereichen (Arbeitsstandards, Gesundheit und Sicherheit, Umwelt- und Wirtschaftsethiken) aufzubewahren und zu teilen sowie darüber zu berichten. Nutzer können die Bemühungen ihrer Lieferanten bewerten und vergleichen mit den Anforderungen anerkannter Standards, z.B. ILO-Standards, ETI Base Code, SA8000, ISO14001 und industriespezifische Verhaltenskodizes. Ein eigener Standard existiert nicht. [076]</p> <p><u>GKV-Verhaltenskodex</u> Träger des Verhaltenskodex ist der Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. Thematisiert werden Verpflichtungen in den Bereichen Umweltschutz, Sicherstellung von Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz, Kinder- und Zwangsarbeit, Menschenrechte, Entlohnung und Arbeitszeit. [048]</p> <p><u>OHSAS 18001 - Occupational Health & Safety Advisory Services (Arbeitsschutzmanagementsystem)</u></p>			

	<p>„[Die BS OHSAS 18001] (...) ist eine britische Norm, die eng an die ISO 9001 (Qualität) und ISO 14001 (Umwelt) anlehnt und Anforderungen an ein professionelles Arbeitsschutzmanagement definiert. Die BS OHSAS 18001 ist der bekannteste und bedeutsamste Standard für Arbeitsschutzmanagement und besitzt internationale Anerkennung.“ [112] „Im Mittelpunkt des Arbeitsschutzmanagements nach OHSAS 18001 stehen der Schutz von Menschen, die Arbeitssicherheit und die Gesundheitsvorsorge. Durch vorbeugende Maßnahmen im Arbeits- und Gesundheitsschutzmanagement werden die Mitarbeiter in die Lage versetzt, die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, bevor ein Unfall passiert oder eine Erkrankung auftritt“. [098]</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Die Hersteller von Stärkeblends produzieren in Europa. Damit gelten die Sozialstandards der EU.</p> <p><u>Novamont</u> Novamont produziert in Italien (Terni). Die Firma besitzt einen „Ethical Code“ für den Umgang mit Angestellten, Kunden, der Öffentlichkeit und den Lieferanten: [196]</p> <p><u>Wentus</u> Die Firma produziert in Deutschland (Höxter).</p>			

Kriterien		Daten 	Kriterien 	Achtung 
3 Sicherheit und Technik	<p>Bei dem Kriterium Sicherheit liegt der Fokus auf der Sicherheit für den Konsumenten. Hierbei werden überwiegend Migrationspotenziale betrachtet.</p> <p>In dem Bereich Technik wird die technologische Verarbeitbarkeit des Verpackungsmaterials bewertet. Kann es auf den gängigen Maschinen verarbeitet werden? Welche Anpassungen müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden? Gibt es Abstriche bzgl. Qualität, Verarbeitungsgeschwindigkeit oder Haltbarkeit?</p> <p>Während für die klassischen, aus nachwachsenden Rohstoffen wie Papier hergestellten Packmittel bereits sehr viele Daten vorliegen und praktische Einsatzgebiete bekannt sind, müssen für die neueren, aus nachwachsenden Rohstoffen stammenden Packstoffe wie PLA, PHA oder Stärkeblends häufig Anwendungstests durchgeführt werden, da die Datengrundlage zu gering ist. Sehr umfangreiche Daten liegen für die biomassebasierten Packstoffe wie Bio-PE, Bio-PP und Bio-PET vor, da diese die gleichen Eigenschaften wie die klassischen Kunststoffe aufweisen. [057] [133] [134]</p>			
3.1 Migrationen und Interaktionen	<p>Allgemein:</p> <p>Um Migrationen und Interaktionen abschätzen zu können, ist umfangreiches Informationsmaterial wie Spezifikationen, Sicherheitsdatenblätter, Analysen und Anwendungsbedingungen sowie das Packgut zu betrachten. [057] [133] [134]</p> <p>Packmittel, die in Kontakt mit Lebensmittel kommen, müssen der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 sowie weiteren in Kapitel 4.1 genannten Vorgaben entsprechen.</p> <p>Um Risikopotenziale abschätzen zu können, sind direkte Kontakte zum Hersteller sowie Kenntnisse bzgl. der wesentlichen Bestandteile der Rezeptur des Verpackungsmittels unumgänglich. Es ist eine dokumentierte Risikoabschätzung für das Verpackungsmaterial durchzuführen. Neben den Hauptbestandteilen des Packstoffs sind auch Bestandteile mit geringem Anteil relevant, insbesondere wenn im Verhältnis zum Füllgut viel Packmittel eingesetzt wird oder wenn hohe Migrationspotenziale bekannt sind.</p>			

	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Thermoplastische Stärke (TPS) wird als Nischenprodukt im Pharmabereich eingesetzt. Die starke Hydrophilie von TPS reduziert die Anwendungsmöglichkeiten. Meistens erfordert es ein Blending mit anderen Werkstoffen (z.B. PLA), um die gewünschten Eigenschaften zu erhalten. Auch bei den stärkebasierten Verpackungsmaterialien ist der jeweilige Anwendungsfall zu prüfen, um sicherzustellen, dass die Stabilität des Verpackungsmaterials gewährleistet ist. Um die gewünschten Materialeigenschaften zu erhalten, werden für das Blending verschiedene Additive eingesetzt, die unterschiedliche Interaktionen bewirken können.</p> <p> Je nach geplanter Anwendung müssen die eingesetzten Additive geprüft werden bzw. es muss vom Hersteller eine Bestätigung eingeholt werden, dass eine Prüfung für die jeweilige geplante Anwendung erfolgt ist. Häufig sind stärkebasierte Verpackungsmaterialien biologisch abbaubar.</p> <p><u>Novamont</u> Vom Hersteller Novamont wird bei Zusicherung der Vertraulichkeit die Konformitätserklärung gemäß PIM (Plastics Implementation Measure) geschickt, in der die SMLs (spezifische Migrationslimits) genannt sind.</p> <p><u>Biotec</u> Für BIOPLAST werden vom Hersteller auf der Homepage detaillierte Materialeigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten genannt. Eine Konformitätserklärung muss separat angefordert werden. BIOPLAST 500 ist ohne den Einsatz von Weichmachern hergestellt.</p>			
3.2 Maschinelle Anforderungen	<p>Allgemein: Während für die klassischen, aus nachwachsenden Rohstoffen wie Papier hergestellten Packmittel bereits sehr viele Daten vorliegen und praktische Einsatzgebiete bekannt sind, müssen für die neueren, aus nachwachsenden Rohstoffen stammende Packstoffe wie PLA, PHA oder Stärkeblends häufig Anwendungstests durchgeführt werden, da die Datengrundlage zu gering ist. Sehr umfangreiche Daten liegen für die Drop-in-Lösungen (biomassebasierte Kunststoffe wie Bio-PE, Bio-PP, Bio-PET) vor, da diese die gleichen Eigenschaften wie die klassischen Kunststoffe haben.</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Die Verarbeitung kann auf den klassischen Verarbeitungsmaschinen erfolgen. Berücksichtigt werden muss, dass die Verarbeitung gegenüber den mineralölbasierten Verpackungsmaterialien bei geringeren Temperaturen erfolgen muss und die Produktionsmenge leicht reduziert wird. Um eine</p>			

	<p>flexible Folie herzustellen, sind bei Stärkepolymeren Blends, z.B. Polyesterblends, zwingend. Beachtet werden müssen tiefere Siegeltemperaturen.</p> <p> Aufgrund der niedrigen Wärmeformbeständigkeit hat die Verpackung nur eine eingeschränkte Hitzestabilität (60-80°C). [085] Mater-Bi® kann auf herkömmlichen Blasfolien-Extrusionsanlagen verarbeitet werden. Einsatzgebiete sind Mulchfolien, Verpackungsfolien sowie Folien für die Kaschierung.</p> <p>Von den Herstellern werden Anwendungsberatungen für die unterschiedlichen Einsatzgebiete angeboten. [065] [066] [127] [155]</p>			
3.3 Barriere-eigenschaften	<p>Allgemein: Die Barriereigenschaften eines Packmittels sind von wesentlicher Bedeutung für die Anwendung. Durch Blends, Lamination oder nachfolgende Behandlungen können diese Eigenschaften wesentlich beeinflusst werden. Ebenfalls zu berücksichtigen sind das Füllgut sowie die Verarbeitungs- und Lagerbedingungen. [065] [148]</p> <p>Material-/Herstellerspezifisch: Verpackungen aus Stärkepolymeren haben eine erhöhte Wasserdampfdurchlässigkeit. Mit einem Wert zwischen 200 und 800 g/m²*d (nach DIN 53122) liegt die Wasserdampfdurchlässigkeit von Stärkepolymeren zwischen der Wasserdampfdurchlässigkeit von PE und der von Papier. Das bedeutet, dass stärkebasierte Folien die Wasserdampfkondensation im Kopfraum von Produkten reduzieren und die Möglichkeit für einen Feuchtigkeitsausgleich bieten.</p> <p> Die Barriereigenschaften können durch Beschichtungen oder Kaschierungen deutlich verbessert werden. Durch die Vielzahl der Stärkeblends kann das für die jeweilige Anwendung am besten geeignete Verpackungsmaterial gewählt werden.</p> <p>Stärkebasierte Verpackungen haben gute Fettbarriereigenschaften und einen guten Aromaschutz. Für Packmittel mit einer guten Sauerstoffbarriere, kann durch Einsatz eines Sauerstoffabsorbers der Restsauerstoff minimiert werden. [065] [066] [127] [155]</p>			
3.4 Sonstiges	<p>Haltbarkeitstests bezüglich eines längeren Mindesthaltbarkeitsdatums sollten durchgeführt werden. Mit dem von Novamont hergestellten stärkebasierten Verpackungsmaterial sind aktuell keine Schutzbegasungen möglich.</p> <p>Da Stärkeblends bereits seit längerer Zeit in verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden, verfügen die Verpackungshersteller über Praxiserfahrungen mit den jeweiligen Anwendungen.</p> <p> Da die zugrundeliegenden Tests häufig in enger Zusammenarbeit mit den Lebensmittelherstellern erfolgen, sind diese Informationen jedoch nicht immer öffentlich zugänglich. Hier empfiehlt es sich,</p>			

	<p>eng mit dem Verpackungshersteller zusammenzuarbeiten. Voraussetzung für die Herstellung anwendungsorientierter Blends ist die Abnahme ausreichender Mengen.</p> <p>Es gibt zahlreiche Anwendungen außerhalb des Bereichs der Lebensmittelverpackungen. Mulchfolien für die Landwirtschaft und den Gartenbau bieten durch die biologische Abbaubarkeit erhebliche Vorteile im praktischen Einsatz. Auch Bioabfalltüten und Verpackungen von Windeln und Binden profitieren von der biologischen Abbaubarkeit.</p>			
--	---	--	--	--

<p>4 Qualität</p>	<p>Das Kriterium Qualität umfasst die gesetzlichen Anforderungen für Packmittel (Kapitel 4.1). Mit dem Ziel, die Sicherheit der Lebensmittel zu gewährleisten, hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) definiert, welche Vorgaben verschiedene Packstoffe erfüllen müssen. Diese Vorgaben umfassen auch speziell für biobasierte Verpackungsmaterialien wichtige Kriterien wie Ökologie und Umwelt. Auch das verpackte Produkt stellt Anforderungen an das Verpackungsmaterial. Es ist sehr wesentlich, diese Vorgaben möglichst genau und praxistauglich z.B. gemäß ISO 18602:2003 (Packaging and the environment) festzulegen. Stark überhöhte Anforderungen führen zu einer in vielen Fällen zu teuren, unökologischen oder im Extremfall nicht umsetzbaren Verpackung. Wenn die Eigenschaften des bisherigen Packmittels nicht bekannt sind, könnte es hilfreich sein, das bisherige Packmittel bzgl. der Barriereigenschaften sowie weiterer maschinellen Kennzahlen zu prüfen. Falls Praxistests erforderlich sind, sollten ausreichend lange Stabilitätstests des Packmittels durchgeführt werden, da bei kompostierbaren Packmitteln seitens der Hersteller die Abbaubarkeit der Packmittel häufig als wichtiger eingeschätzt wird als die mechanische Stabilität.</p> <p>Weiterhin sind Konsumentenansforderungen zu berücksichtigen. So sollten Packmittel z.B. leicht zu öffnen sein, über eine ausreichende Stabilität verfügen, und es sollte einfache und klare Vorgabe bzgl. der Verwertung geben. Bei den Konsumentenansforderungen zeigen die Erfahrungen, dass Konsumenten biobasierte Packmittel bevorzugen, gleichzeitig jedoch die Herstellung und die Herkunft der Rohwaren genau hinterfragen. [205] Bei widersprüchlichen, unklaren oder nicht korrekten Werbeaussagen bzgl. der Verpackung werden die Produkte gemieden, oder es resultiert öffentliche Kritik, z.B. von Umweltverbänden. [206] Auffällig ist, dass erdölbasierte Verpackungen nicht im gleichen Umfang hinterfragt werden.</p> <p>Die mechanische Stabilität eines Packmittels ist ein sehr wesentliches Kriterium, das in der Regel den Schutz des Produktes gewährleistet. Auch das Handling eines Packmittels ist ein nicht zu unterschätzendes Kriterium. Längere Haltbarkeit, kleinere Verpackungsgrößen, besserer Schutz gegen Bruch oder Verderb sind sehr wichtige Argumente. Weitere Kriterien sind möglichst vielseitige Einsatzbedingungen einer Verpackung. Damit können ganze Produktsortimente auf der gleichen Verpackungsmaschine abgepackt werden. Biomassebasierte Packstoffe haben sehr unterschiedliche Materialeigenschaften und können für unterschiedlichste Verpackungslösungen eingesetzt werden. Biomassebasierte Packmittel haben sich bei solchen Anwendungen durchgesetzt, bei denen klare Vorteile für alle Beteiligten resultieren. Sei es eine längere Haltbarkeit, ein besserer Produktschutz, ein einfacheres Handling oder die biologische Abbaubarkeit. Ebenfalls berücksichtigt werden sollte, dass Konsumenten bestehende und bekannte Verpackungssysteme aus Gewohnheit kaufen.</p>			
--------------------------	---	---	---	---

<p>4.1 Gesetzliche Anforderungen</p>	<p>Allgemein: Es gibt zahlreiche allgemeine gesetzliche Vorgaben für Packmittel, die in Kontakt mit Lebensmitteln gelangen. Stoffgruppenspezifische gesetzliche Regelungen existieren für Kunststoffe (Verordnung (EU) Nr. 10/2011) sowie für Materialien und Gegenstände aus Zellglasfolien (Richtlinie 2007/42/EG). [144] Eine Übersicht über die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen findet sich auf der Homepage des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). [109] Ergänzend sollte die Datenbank „BfR-Empfehlungen zu Materialien für den Lebensmittelkontakt“ des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) hinzugezogen werden, die die für den jeweiligen Packstoff relevanten Dokumente zur Verfügung stellt. [110] Eine weitere Informationsquelle sind die jeweiligen Verbände der Verpackungsindustrie, die Bioverbände, sowie Labore, die sich auf Packstoffuntersuchungen spezialisiert haben.</p> <p>Wichtigste Voraussetzung ist, dass sichergestellt ist, dass durch das Packmittel keine Verunreinigung des Lebensmittels erfolgt. Die Sicherstellung dieser Forderung wird im Allgemeinen durch die Konformitätserklärung des Packmittelherstellers gewährleistet. Hierbei ist darauf zu achten, dass vom Lebensmittelhersteller sowohl das Anwendungsgebiet als auch das Füllgut präzise definiert wird.</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Bekanntere Hersteller haben in der Regel ein zertifiziertes Qualitäts- und Umweltmanagementsystem.  Interessenten können die für die verschiedenen Verpackungsmaterialien von den Herstellern ausgestellten Konformitätserklärungen anfordern und mit Blick auf die geplante Anwendung prüfen. [066] [065] [127] [154]</p>			
<p>4.2 Produktanforderungen</p>	<p>Allgemein: Die Zusammenarbeit mit dem Packmittelhersteller sowie sehr gute Kenntnisse der Produktanforderungen sind zwingend, um das geeignete Packmittel zu ermitteln. Die im Vergleich zu den klassischen Kunststoffen noch geringere Produktvielfalt und die begrenzten Eigenschaftsprofile reduzieren die Anwendungsmöglichkeiten der biomassebasierten Packmittel.</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Bedingt durch die geringen Barriereigenschaften und die kurze Haltbarkeit der Stärkeblends ist es von sehr großer Bedeutung, dass die Produkteigenschaften des zu verpackenden Produkts im Detail bekannt sind.</p>			

	<p> Niedrige aw-Werte und ein kurzes Mindesthaltbarkeitsdatum sind wichtige Produktanforderungen. Kaschirtes Papier kann mit Produktverunreinigungen über die Kompostierung verwertet werden, wo dies mit dem Entsorger vereinbart wurde. Für leicht verderbliche Produkte mit geringeren Barriereanforderungen können laminierte Folien eingesetzt werden. Typisches Beispiel sind Obst- und Gemüseverpackungen.</p> <p>Auf den Internetseiten der Hersteller sind Anwendungsbeispiele aufgeführt. [127] [066] [065] [154]</p>			
4.3 Konsumenten-anforderungen	<p>Allgemein:</p> <p>Die Anforderungen der Konsumenten sind sehr unterschiedlich und teilweise widersprüchlich: So ist ein hoher Conveniencenutzen erwünscht, gleichzeitig wird eine ökologische Verpackung erwartet. So sollen die abgepackten Produkte eine lange Haltbarkeit aufweisen, gleichzeitig soll das Verpackungsmaterial idealerweise kompostierbar sein. Während bei den klassischen, mineralölbasierten Kunststoffverpackungen kaum kritische Fragen von Verbrauchern gestellt werden, gibt es bei Packmittel aus nachwachsenden Rohstoffen teilweise sehr kritische Rückfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sind die ökologischen Vorteile messbar und unabhängig überprüft worden? - Gibt es eine Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung? <p>Aus den Konsumenten-anforderungen resultieren teilweise widersprüchliche Vorgaben für den Packmittelhersteller, z.B. biologische Abbaubarkeit, Recyclingfähigkeit, hohe Barriereigenschaften und hohe mechanische Stabilität. Hier hat der Hersteller einen Kompromiss zu suchen, um eine preislich vertretbare Lösung zu finden. Besonders ungünstig ist, dass nur wenig belastbare Bewertungen bzgl. der Verpackungsmaterialien vorliegen. Sehr häufig dominieren Marketingvorgaben die Verpackungsauswahl. Da in Deutschland der Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) von über 80% der Bevölkerung abgelehnt wird, sollte bei der Entscheidung für einen Packstoff das Kriterium GVO-Freiheit berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 1.4).</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch:</p> <p>Biologische Abbaubarkeit des Materials und eine schadstoffarme Herstellungstechnik sind die wesentlichen Erwartungen der Kunden, die von biobasierten Stärkeblends erfüllt werden. Bezüglich der Stabilität (Mindesthaltbarkeitsdatum) der Verpackung ist die Erfüllung der Kundenanforderungen zu überprüfen.</p> <p>Bedingt durch die sehr unterschiedlichen Kundenanforderungen ist eine Abstimmung mit dem Hersteller sehr wichtig. Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob für den Anwendungsfall bereits Erfahrungen vorliegen.</p>			

<p>4.4 Marketing (Druck, Vielfältigkeit, Haptik)</p>	<p>Allgemein: Der Verkaufserfolg eines Produktes ist häufig sehr stark von einem ansprechenden Marketing abhängig. Durch das immer breiter werdende Sortiment im Lebensmitteleinzelhandel ist es sehr wichtig, dass der Verbraucher das Produkt gut wiedererkennen kann. Der Verbraucher kauft verstärkt auch nach optischen Kriterien. Bei biobasierten Produkten sind Aussagen bezüglich Ökologie und Sozialem, als auch zum biobasierten Anteil präzise, verifizierbar und unstrittig anzugeben. Die von European Bioplastics herausgegebene Veröffentlichung „ACCOUNTABILITY IS KEY - Environmental Communications Guide for Bioplastics“ gibt hilfreiche Tipps zur Kommunikation von Umwelt- und Sozialleistungen. [244]</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Die Anforderungen des Konsumenten bezüglich einer sicheren Verpackung sind gewährleistet. Allerdings sollten die Verpackungen nur für Produkt mit einem Mindesthaltbarkeitsdatum von weniger als sechs Monaten eingesetzt werden.</p>			
<p>4.5 Stabilität und Handling</p>	<p>Allgemein: Das Handling ist aus Sicht der Kunden ein wichtiger Aspekt. So haben sich z.B. in vielen Bereichen die leichteren Kunststoffverpackungen bei Getränken gegenüber den schwereren Glasverpackungen durchgesetzt. Da verstärkt auch Produkte über das Internet verschickt werden, ist auch die Stabilität der Verpackung sehr wichtig. Beim Verbraucher gewinnen der Außer-Haus-Verzehr und kleinere Portionsgrößen immer größere Bedeutung.</p>			
	<p>Material-/Herstellerspezifisch: Thermoplastische Stärke (TPS) ist für trockene Produkte mit kurzem Mindesthaltbarkeitsdatum vielseitig einsetzbar. Sie wird auch für die Herstellung von Kunststoffeinkaufsbeutel eingesetzt. Durch das Blending kann die Stabilität wesentlich erhöht werden. Soll das Material biologisch abbaubar sein, sind jedoch Grenzen bezüglich der Stabilität gesetzt. Durch Blending können dauerhafte und stabile Packmittel hergestellt werden. Das Material ist stabiler und weniger knitteranfällig als PLA und kann mit schnellen Taktzahlen verarbeitet werden. [085]  Die Stabilität und das Handling sollten individuell hinsichtlich der zu verpackenden Produkte geprüft werden. Der Einsatz für Produkte mit einem längeren Mindesthaltbarkeitsdatum ist in Ausnahmefällen nach einer intensiven Prüfung eventuell möglich.</p>			
<p>4.6 Sonstiges</p>	<p>Da stärkebasierte Verpackungen bereits seit längerer Zeit in verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden, verfügen die Verpackungshersteller über Praxiserfahrungen mit den jeweiligen Anwendungen.</p>			

	<p> Da die zugrundeliegenden Tests häufig in enger Zusammenarbeit mit den Lebensmittelherstellern erfolgen, sind die Informationen nicht immer öffentlich zugänglich. Hier empfiehlt es sich, eng mit dem Verpackungshersteller zusammenzuarbeiten. Voraussetzung für die Herstellung anwendungsorientierter Blends ist die Abnahme ausreichender Mengen.</p> <p>Vorteile des Materials sind die biologische Abbaubarkeit, die z.B. bei dem Einsatz als Catering-Verpackung wesentliche Vorteile bezüglich der gemeinsamen Kompostierung von Verpackungsmaterial und Inhalt bietet.</p> <p>Aus Stärke, das chemisch mit PE verbunden ist, können auch Flaschen oder Tiefzieh-Packmittel hergestellt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Material dann nicht mehr biologisch abbaubar ist. [085] [127] [111]</p>			
--	---	--	--	--