

## Erläuterung der verwendeten Symbole

Die Datengrundlage hinsichtlich Quantität (Menge) und Qualität (Art) zu den Kriterien (Ökologie, Sozialverträglichkeit, Sicherheit und Technik, Qualität) wird mit dem Symbol (Fass)  bewertet.

Symbol  (voll)

→ Umfangreiche Datengrundlage: mehrere Literaturstellen mit sehr gut belegtem Sachverhalt und/oder verifizierbare Daten (z.B. Studien, Ökobilanzen, Datenblätter)




Symbol  (2/3 voll)

→ 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

Symbol  (1/3 voll)

→ Sehr geringe/keine Datengrundlage: sehr geringe Anzahl/keine Literaturstellen und/oder nur teilweise bzw. nicht verifizierbare Daten (z.B. Interviews) und/oder widersprüchliche Daten

Die Datengrundlage hinsichtlich der Aussage zu den Kriterien (Ökologie, Sozialverträglichkeit, Sicherheit und Technik, Qualität) wird mit farbigen Kreisen bewertet.

-  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.

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.









Vorsicht, hier sind wichtige Details zu beachten, die sich auf Materialgruppen oder nur auf einzelne Faktoren beziehen können.

	<p>nennenswerter Hersteller ist die Firma Braskem mit einer Produktionskapazität von circa 200.000 Tonnen pro Jahr. Hergestellt werden aktuell ca. 30 Varianten aus den Typen HDPE, LLDPE und LDPE. Bei biomassebasiertem PE handelt es sich bezüglich der Verwertung um eine Drop-in-Lösung, da es chemisch strukturgleich mit dem mineralölbasierten PE ist. Die Verarbeitungseigenschaften von biomassebasiertem PE entsprechen denen der klassischen (mineralölbasierten) PE-Typen. Biomassebasiertes PE wird zu einem Preisaufschlag von ca. 50 % gegenüber dem mineralölbasierten PE angeboten. [183] Über die zukünftige Preisentwicklung von biomassebasiertem PE kann keine sichere Aussage getroffen werden. Wichtige Einflussfaktoren sind Rohstoffpreise (Zucker, Ethanol), Währungspreisdifferenzen, die Wettbewerbssituation zu konventionellem PE oder ggf. zu weiteren Anbietern von biomassebasiertem PE und die Entwicklung der Nachfrage. Die Preise von biomassebasiertem PE werden sich aufgrund des Status einer Drop-in-Lösung am Preis von PE orientieren, einem vergleichsweise preiswerten Massenkunststoff.</p>	
<p><b>Nachfolgend sind die vom Projektteam als wesentlich angesehenen Werkstoffhersteller und Converter im Bereich biomassebasiertes PE alphabetisch gegliedert und ohne Anspruch auf Vollständigkeit aufgelistet. Die Hersteller, mit denen Interviews geführt wurden, sind optisch hervorgehoben.</b></p>		
<p>Werkstoffhersteller</p>	<p><b>Braskem</b> Webseite: [235]</p>	<p>Braskem ist der größte Polymerhersteller in Süd- und Nordamerika. Produziert wird neben biomassebasiertem PE auch konventionelles PE. Produkt-/Markenname: I'm green™, nachfolgend bezeichnet als Green PE oder allgemein als biomassebasiertes PE Rohstoffe: aus Zuckerrohr hergestelltes Bioethanol Herkunft: Brasilien, Produktionskapazität: 200.000 Tonnen pro Jahr, Produktionsort: Triunfo Petrochemical Complex in Rio Grande do Sul (RS) im Süden Brasiliens. Im Werk wird das Zuckerrohrethanol entwässert und in Ethylen umgewandelt, das Vorprodukt für biobasiertes Polyethylen (PE). Auf der Webseite des Herstellers sind umfangreiche Informationen bezüglich Herkunft, Herstellung und Verwendung von biomassebasiertem PE vorhanden. Es laufen zudem Laborversuche mit Green PP (biomassebasiertem Polypropylen).</p>
<p>Converter (alphabetisch gegliedert)</p>	<p><b>Coveris</b> Webseite: [079]</p>	<p>Coveris ist mit Niederlassungen in 21 Ländern und einem Umsatz von 2,5 Milliarden US-Dollar der sechstgrößte Hersteller von Verpackungslösungen weltweit. Extrudierung von PE-Folien auf Green PE-Basis, welche anschließend teilweise in unterschiedlichsten Varianten kaschiert werden → Verbundfolien mit PET-O-, PP-O-, PA-O- und NatureFlex™-Zellglas-Folien für Schlauchbeutel-Anwendungen im Food- und Non-Food-Bereich. Verarbeitungsorte: Warburg und Halle/Westfalen Verarbeitungsmenge 2014: ca. 30-40 Tonnen</p>
	<p><b>FKuR Kunststoff GmbH (benannt als FKuR)</b></p>	<p>Biokunststoff-Spezialist mit einem breiten Portfolio an kompostierbaren/biologisch abbaubaren und biobasierten Kunststoffen (Rohstoff, Kunststoffgranulat). Hauptsitz und Produktions-</p>

	Webseite: [067]	<p>ort des Unternehmens liegen in Deutschland. Als europäischer Distributionspartner der brasilianischen Braskem SA vertreibt FKUR das biobasierte PE (I'm green™, auch Green PE genannt). Das heutige Produktportfolio umfasst verschiedene HDPE-, LDPE- und LLDPE-Typen (Granulat). Als Drop-in-Lösung kann Green PE herkömmliches Polyethylen in einer Vielzahl von Anwendungen ersetzen.</p> <p>Zudem bietet FKUR weitere Produktlinien (Bio-Flex®, Biograde®, Fibrolon®, Terralene®) für unterschiedlichste Anwendungen an. Neben seinen selbst hergestellten Packstoffen vertreibt FKUR biobasierte Rohstoffe diverser Hersteller (biomassebasiertes PE von Braskem, biomassebasiertes PET von Tojota Tsusho, Bio-PA von Evonik). Auf der Unternehmenshomepage sind weiterführende Daten zu den Produkten und ihrer Verarbeitung abrufbar.</p>
Sonstige:	PLASTVERARBEITER (Informationsportal für Kunststoffverarbeitung)	Braskem liefert biomassebasiertes PE für Kartonverpackungen von Tetra Pak in Brasilien.
	Webseite: [145]	
Anwendungsgebiete im Lebensmittelbereich (allgemein)	<p>PE ist der am häufigsten eingesetzte Packstoff bei Lebensmittelverpackungen - bedingt durch den günstigen Preis bei gleichzeitig umfassendem Leistungsprofil. PE kann durch unterschiedliche Verarbeitungen für sehr viele Anwendungen adaptiert werden. Von Bedeutung ist, dass für eine Verklebung und Bedruckung besondere Vorbehandlungen erforderlich sind, während eine Verschweißung im Allgemeinen unproblematisch umzusetzen ist.</p> <p>Die für Folien wie Verpackungsfolien, Schrumpffolien und Beutel eingesetzten Materialien sind üblicherweise aus LDPE und LLDPE, aber auch aus HDPE.</p> <p>Aus HDPE werden mit dem Blasstromverfahren Hohlkörper wie Flaschen und Behälter (auch durch Tiefziehen) hergestellt. Auf der Homepage der Hersteller sind die unterschiedlichen Anwendungsverfahren und die jeweiligen Materialeigenschaften aufgeführt.</p> <p>Eine zusätzliche sehr wichtige Datenquelle für die Materialeigenschaften von Biopolymeren und den daraus hergestellten Verpackungsmaterialien liefert die Biopolymerdatenbank des IfBB Hannover (Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, Hochschule Hannover) und der Firma M-Base GmbH. [077]</p>	
	Folien/Beutel: alle Arten von Folienverpackungen, Beutel für Tiefkühlprodukte, Schrumpffolien, Stretchfolien, günstige Massenprodukte	
	Becher, Tiefzieh: alle Arten von Behälterverpackungen, Trays, Kosmetik	
	Flaschen: Kosmetik, Getränke, Wasch- und Reinigungsmittel, Chemikalien, Tenside	
	Sonstige Anwendungen: Beschichtung von Papierverpackungen, Verschlüsse, Kanister, Tuben	
Materialeigenschaften Zusammenfassung	<p>PE ist beständig gegenüber fast allen polaren Lösungsmitteln, Säuren, Laugen, Wasser und Alkohol. Es hat eine gute Temperaturbeständigkeit und ist in einem weiten Temperaturbereich verarbeitbar. In der CAMPUS® Werkstoffdatenbank für</p>	

	<p>Kunststoffe sind die Eigenschaften der Kunststoffe abrufbar. [242] In der Broschüre Green PE von Braskem sind die Materialeigenschaften der PE-Varianten detailliert je nach Verwendung aufgeführt. [136] Hergestellt werden die unterschiedlichen Varianten durch Spritzgießen, Blasformen, Fiber-Strangpressen und Blassgussverfahren.</p>
Rohware	<p>Brasilien: Zuckerrohr (Saccharose)</p> <p>Grundsätzlich könnten unterschiedliche Zuckerquellen wie Gerste, Cassava, Weizen, Kartoffeln, Zuckerrübe und Sago eingesetzt werden. Da der Rohstoffpreis einen wesentlichen Einfluss auf den Preis des Packstoffes hat, wird aktuell überwiegend Zuckerrohr als günstigste Variante eingesetzt. Es wird auch mit landwirtschaftlichen Nebenprodukten oder Reststoffen experimentiert: mit Cellulose z.B. durch Cellulac, mit Bagasse aus Zuckerrohr z.B. durch das Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB). Hier sind noch umfangreiche Tests erforderlich, da die Effektivität der Anlage sehr stark vom Rohstoff abhängt (siehe Flächenbedarf). Die Möglichkeiten, andere Rohwaren als Zuckerquelle einzusetzen, sind langfristig zu betrachten.</p>

		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 
<b>1 Ökologie</b>	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	<b>Allgemein:</b> 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. 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. 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 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.

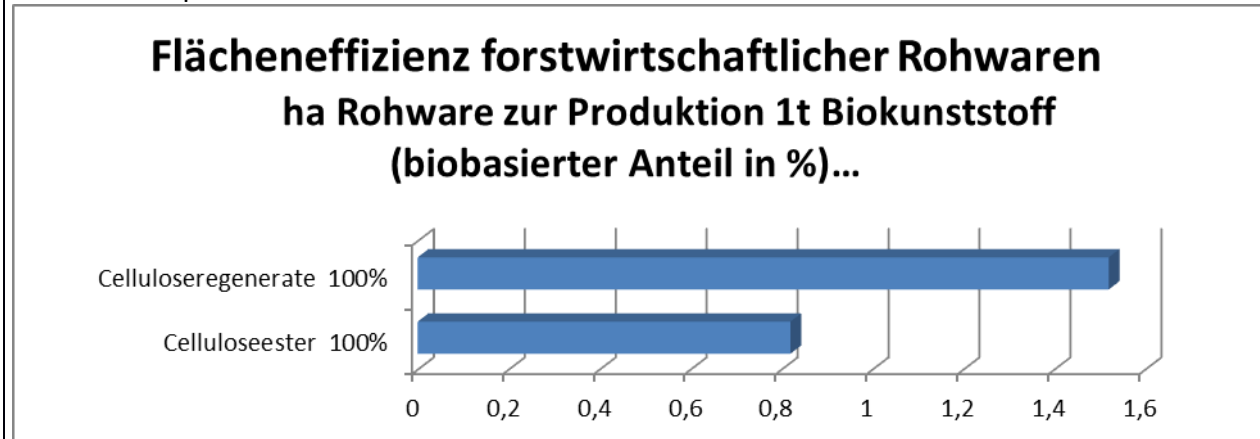


Abbildung 1: Quelle Zahlen: [070]

Anmerkung: Die Cellulosediacetate gehören zur Gruppe der Celluloseester.

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

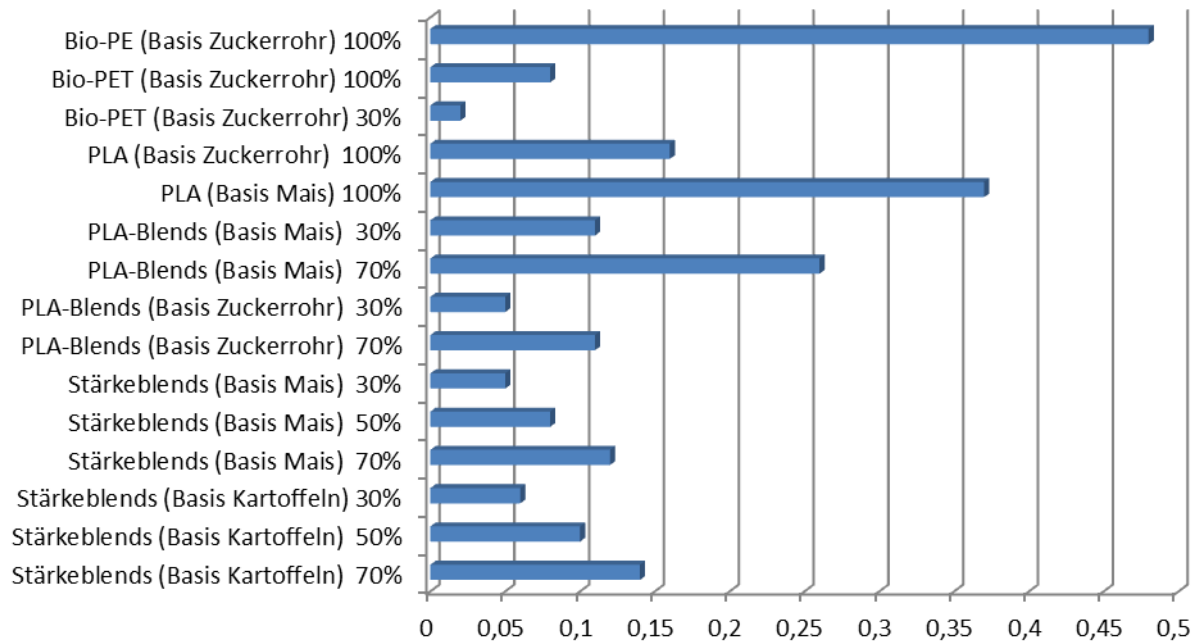






Abbildung 2: Quelle Zahlen: [070]



### 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 Substitution

	<p>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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b></p> <p>Für die Produktion von biomassebasiertem PE wird ausschließlich Zuckerrohr (Firma Braskem, Brasilien) eingesetzt.</p> <p> Die Produktion von 1 Tonne biomassebasiertem PE hat mit einem Flächenbedarf von 0,48 Hektar eine deutlich geringere Flächeneffizienz als die Produktion von 1 Tonne PLA mit 0,16 Hektar und die Produktion von 1 Tonne biomassebasiertem PET mit 0,31 Hektar.</p> <p>Anmerkungen: Es wird jeweils zur besseren Vergleichbarkeit von einem biobasierten Anteil von 100% ausgegangen. Biomassebasiertes PE bzw. PET sowie PLA können aus Zuckerrohr hergestellt werden und haben z.T. ähnliche Anwendungen.</p> <p><u>Prozessroute für die Herstellung von biomassebasiertem PE aus Zuckerrohr [070]:</u></p> <p>Rohstoff Zuckerrohr (reines biomassebasiertes PE):  Input: 0,48 Hektar (entspricht 33,33 Tonnen Zuckerrohr) → Output: 1 Tonne biomassebasiertes PE [080]</p>			



	<p>Brasilien besitzt nach Kolumbien weltweit die effizienteste und produktivste Zucker- und Bioethanol-Produktion mit der mit Abstand höchsten Produktionsmenge. [036]</p> <p>Braskem gibt an, dass für die Herstellung von 200.000 Tonnen biomassebasiertem PE aus Zuckerrohr und Bioethanol eine Fläche von ca. 68.000 Hektar bzw. 0,02% der verfügbaren Ackerfläche Brasiliens benötigt wird (39% der Gesamtfläche Brasiliens können landwirtschaftlich genutzt werden, 58% sind geschützt oder natürliche Lebensräume). [193] Ausgehend von den Zahlen des IfBB Hannover wäre für die Produktion von 200.000 Tonnen biomassebasiertem PE eine Fläche von 96.000 Hektar erforderlich. [070]</p> <p>Für den Anbau von Zuckerrohr werden heute 2,4% der Ackerfläche Brasiliens genutzt. Etwa die Hälfte des in der Pflanze enthaltenen Zuckers ist für die Ernährung bestimmt, während die andere Hälfte zur Bioethanolproduktion genutzt wird (installierte Prozesskombinierung mit einem gewissen Grad an Flexibilität). [193] Zurzeit gibt es 441 Zuckerrohrmühlen. Davon produzieren 61% Ethanol und Zucker, 35% nur Ethanol und 0,05 % nur Zucker. [183]</p> <p>Organisation der Zuckerrohrmühlen: Die Mühlen besitzen normalerweise 50% des Landes selbst, während die anderen 50% des Landes unabhängigen Zuckerrohrproduzenten gehören, die in Kooperativen organisiert sind. Es gibt auch große Lieferanten, denen mehrere Mühlen gehören. [183]</p>			
1.2 Umwelt-verträglichkeit	<p><b>Allgemein:</b> 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><b>Material- bzw. Herstellerspezifisch:</b> Als Rohware zur Produktion von biomassebasiertem PE wird Zuckerrohr angepflanzt.</p> <p><b>Anbau von Zuckerrohr:</b> Zuckerrohr ist eine mehrjährige Pflanze, die Gras mit bis zu sieben Meter hohen und fünf Zentimeter dicken Stängeln mit zuckerspeicherndem Mark (7-20% Saccharose) ausbildet. Zuckerrohr hat einen</p>			

hohen Bedarf an Wärme (Optimum: 25 bis 28°C), an Wasser (Optimum: 1200 bis 1500 mm Niederschlag) und an Nährstoffen und wird häufig als Monokultur bei mehrjähriger Nutzung (2 bis 10 Jahre) angebaut. [200] Je nach Standort, Sorte und Anbaubedingungen benötigen die Pflanzen 80 bis 200 Kilogramm Stickstoff pro Hektar und bis zu 350 Kilogramm Kalium pro Hektar. Die Phosphatdüngung ist von geringerer Bedeutung aufgrund von Pilzfloren, die die Phosphataufnahme steigern. Zuckerrohr wird in Handarbeit oder maschinell geerntet. Der Anteil der Handarbeit wird jedoch zukünftig geringer werden (vgl. Abschnitt „Biodiversität/Luftverschmutzung“). [176]

#### Anbau von Zuckerrohr in Brasilien

Zuckerrohr ist eine robuste Kultur, die im Allgemeinen fünf Jahre hintereinander ohne Fruchtfolgewechsel (häufig Erdnüsse) angebaut wird. [183]

#### Wasserverbrauch:

Zuckerrohranbau findet in Brasilien überwiegend im zentralen Süden des Landes statt, wo der Anbau aufgrund der hohen Niederschlagsmengen fast immer ohne Bewässerung möglich ist. [100] [034]

Wasser wird überwiegend bei der Verarbeitung des Zuckerrohrs verbraucht. Eine erhebliche Menge wird für die Reinigung der Rohware benötigt. [034]

#### Verbrauch an Düngemitteln:

Der Einsatz an synthetischen Düngemitteln wird durch die Verwendung von Nebenprodukten der Ethanolproduktion reduziert.

Viele Mühlen haben ein Düngungssystem installiert, bei dem die Vinasse (Co-Produkt der Ethanolproduktion und reich an organischen Nährstoffen und Wasser) zurück auf die Zuckerrohrfelder gebracht wird. Diese organische Düngung reduziert den Einsatz chemischer Dünger und hilft CO<sub>2</sub> einzusparen, das sonst bei der Herstellung des synthetischen Düngers entstanden wäre. [100, Stichwort “water consumption”] [183]

#### Energieverbrauch:

Im Allgemeinen benötigt die Ethanolproduktion viel Energie. Durch den Einsatz von Wärme und Elektrizität jedoch, die im Rahmen des Herstellungsprozesses durch die Verbrennung von Bagasse (Co-Produkt des Mahlprozesses bei der Ethanolproduktion) entsteht, wird ein großer Teil der Energie abgedeckt. [034] Ein Großteil der Zuckerrohrmühlen ist somit energieautark. Die Bagasse wird als Energiequelle für die Dampfkessel und damit als Auslöser für die energieerzeugenden Turbinen genutzt. Überschüssiger Strom wird in das lokale Stromnetz verkauft. [100: Stichwort „Energy from the

bagasse“]

Biodiversität/Luftverschmutzung:

Das Abbrennen von Zuckerrohrfeldern ist schädlich für Luft und Biodiversität. Durch das Abbrennen soll die Bedrohung der Arbeiter durch gefährliche Tiere reduziert werden, zugleich dient es der Vereinfachung der Ernte/des Transports, da für die Gewinnung von Zucker/Zuckerrohr nur die Stängel benötigt werden und nicht die Blätter.

Eine maschinelle Ernte ist umweltschonender, geht jedoch auf Kosten von Arbeitsplätzen. [034]

Laut Braskem wurde 2002 im Bundesstaat São Paulo ein regionales Gesetz erlassen, das darauf abzielt, das Abbrennen von Zuckerrohrfeldern bis zum Jahr 2017 komplett zu verbieten.

Im Jahr 2007 wurde ein freiwilliges Abkommen zwischen dem Bundesstaat São Paulo und dem Fachverband UNICA unterzeichnet (Protocolo Ambiental), um die Lieferanten zu motivieren, diesem Termin zuvorzukommen. Auch wenn für 2013/2014 noch keine Daten vorliegen (Stand August 2014), aber es wird erwartet, dass 100% der unterzeichnenden Lieferanten es geschafft haben werden, das Abbrennen einzustellen.

Ein Abbrennverbot wurde von Braskem in den firmeneigenen Verhaltenskodex (Code of Conduct) aufgenommen und wird daher zukünftig generell für Braskem-Ware gelten - unabhängig vom Standort des Lieferanten. [183]

#### Anbau von Zuckerrohr in Brasilien im Bezug auf den Hersteller Braskem

Das Hauptanbaugebiet für Zuckerrohr ist der Bundesstaat São Paulo. Das zweitgrößte Gebiet befindet sich im Nordosten des Landes. Beide Anbaugebiete liegen ca. 2000 Kilometer entfernt vom Regenwald (Schutzgebiet). Die Flächen im Bundesstaat São Paulo liegen zudem mehr als 1000 Kilometer entfernt vom Pantanal-Schutzgebiet.

Brasilien führt ein strenges Regime hinsichtlich der Regulierung des Zuckerrohranbaus und des Naturschutzes. Etliche Gesetze sind in Kraft gesetzt worden, um den Anbau von Zuckerrohr zu kontrollieren. Die Regeln, die vom Agro-Ecological Zoning [106] etabliert wurden, gelten landesweit und machen folgende Einschränkungen:

- Keine Expansion der Zuckerrohr-Plantagen oder Verarbeitungseinrichtungen in empfindlichen Ökosystemen wie z.B. dem Amazonas-Gebiet, den Pantanal-Feuchtgebieten und dem Oberen Paraguay Flussbecken.
- Keine Rodung von einheimischen Pflanzen in der Gegend des Cerrado (Brasiliens Savanne), um den Zuckerrohranbau auszuweiten.

- Identifizierung angemessener Gebiete , in denen der Zuckerrohranbau Priorität haben sollte. Dieses sind z.B. Gebiete, in denen gute Bedingungen für die maschinelle Ernte bestehen, Rinderzuchtgebiete, die unternutzt werden bzw. degradiert\* sind (mehr als 34 Millionen Hektar, entspricht der dreifachen Menge der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland) sowie Regionen mit niedrigerem Wasserbedarf im Anbau.

\*Anmerkung: Die Klassifizierung von Flächen als „degradiert“ ist auch in Brasilien sehr umstritten. Da es - nicht zuletzt für CO<sub>2</sub>-Bilanzen - Vorteile hat, eine Fläche als degradiert einzustufen und dann z.B. für den Zuckerrohranbau zu nutzen oder Naturflächen als degradiert zu bezeichnen und dann in eine agrarische Nutzung zu überführen, muss genau evaluiert werden, welche Flächen als degradiert bezeichnet werden. [210]

Zusätzlich gibt es das sogenannte „Green Protocol“ zwischen UNICA, dem brasilianischen Zuckerrohrindustrie-Verband, und dem Staat São Paulo. Dabei handelt es sich um ein freiwilliges Abkommen, das das Ziel hat, das Abbrennen von Zuckerrohr bei der Ernte zu beenden und die Flussuferzonen zu schützen. [099]

Grundsätzlich ist zu beachten, dass nicht automatisch davon ausgegangen werden kann, dass die Einhaltung gesetzlicher und privatwirtschaftlicher Vorgaben und Protokolle in Brasilien immer sichergestellt ist. Daher sollte die Einhaltung der Vorgaben in der einzelnen Lieferantenbeziehung und der dahinter stehenden Lieferkette gezielt gefordert und überprüft werden (z.B. durch entsprechende Nachfragen und Zertifikate).

Braskem hat daher zusätzlich zu den bestehenden Vorschriften einen eigenen Verhaltenskodex für seine Ethanol-Lieferanten entwickelt (zusammen mit ProForest, einer unabhängigen Beraterfirma). Der Verhaltenskodex basiert auf brasilianischem Recht, geht aber darüber hinaus und orientiert sich an folgenden Initiativen:  
São Paulo State Agricultural and Environmental Protocol (Maßnahmen für einen schnelleren Ausstieg aus dem Abbrennen der Felder, zum Schutz von Wasser, Boden und Luft und zum Erhalt von artenreichen Gebieten), the UN Global Compact, Brazil's Agricultural and Ecological Zoning for Sugarcane as well as the National Commitment to Improve Labor Conditions for Sugarcane Workers. [193] [197] [183]

Der Verhaltenskodex umfasst sowohl soziale Vorgaben als auch Umweltaforderungen, die die Lieferanten einhalten müssen, wenn sie Braskem mit Ethanol beliefern möchten. Folgende Punkte

	<p>werden abgedeckt: Maßnahmen zur Vermeidung des Verbrennens von Abfall in den Feldern, Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität, andere Umweltmaßnahmen, Maßnahmen im Bereich der Menschen- und Arbeitsrechte sowie Vorgaben bezüglich der Bereitstellung von verfügbaren Informationen für Studien zu Produktlebenszyklen.</p> <p><u>Verarbeitung</u>  Braskem ist am Responsible Care Program beteiligt. [083]  Die freiwillige Initiative der globalen Chemieindustrie verfolgt die Verbesserung des Umweltmanagements von Chemiefirmen und ihrer Lieferkette. Kriterien sind Arbeitssicherheit, Prozesse und Produkte, die Gesunderhaltung der Arbeiter und der Schutz der Umwelt. [199]  Weitere Informationen: [236] [237]</p>			
1.3 Zertifizierungen (Anbau und Verarbeitung)	<p><b>Allgemein:</b>  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 verarbeitet wird. Falls der Kunde zertifizierte Ware wünscht, ist dies vertraglich zu vereinbaren.</p>			

## 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.



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

	<p>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 beauftragt, 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. Den deutschen FSC-Standard finden Sie hier: [122] Um sicherzustellen, dass Produkte, die das FSC-Label tragen, auch tatsächlich aus den entsprechenden Rohstoffen hergestellt wurden, setzt der FSC das Instrument der Produktkettensertifizierung (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</p>			
--	--	--	--	--

	<p>Materialien jederzeit identifizierbar bleiben. Die Zertifizierung schließt gentechnisch veränderte Bäume aus. [123]  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):  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]  Leitfaden für die Einführung eines Produktkettenzertifizierungssystems: [125]</p> <p>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 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]  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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b></p> <p> Bei Unternehmen mit Anbauzertifizierungen ist darauf zu achten, dass zertifizierte Ware nur auf Kundenwunsch geliefert wird.</p> <p><u>Braskem</u>  Braskem ist Mitglied bei Bonsucro und ISCC PLUS-zertifiziert. ISCC-zertifizierte Ware ist auf Nachfrage in jeder Menge verfügbar (Chain of Custody-Produktkettenzertifizierung). Ebenfalls ist Bonsucro-zertifiziertes Ethanol erhältlich. Beachtet werden muss, dass es bei Bonsucro im Gegensatz zu ISCC PLUS derzeit noch keine Produktkettenzertifizierung für dem Ethanol nachgelagerte Produkte gibt (Stand 2014). Die Kosten für die Zertifizierung müssen bei beiden Systemen vom Kunden getragen werden. Zertifizierungen nach ISO 14001 liegen für die meisten Standorte vor. [102] Die Zertifizierung Vinçotte bestätigt, dass der biobasierte Anteil des Green PE von Braskem über 80% beträgt. [194]</p>			
1.4 Gentechnik	<p><b>Allgemein:</b></p> <p>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 GVO in Lebensmitteln mit überwältigender Mehrheit ab (vgl. Ökobarometer [228]). Insbesondere der Einsatz von GVO 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 GVO zu einer starken Abhängigkeit von Saatgutkonzernen (Monopolstruktur) führen. Um die GVO-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). Aktuell wird GVO-Anbau nur im Bereich biobasierter Kunststoffverpackungen, die auf Basis von Mais (USA) hergestellt werden, betrieben (Stand 2014).</p>			

	<p><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>  Laut Braskem werden derzeit auf brasilianischen Plantagen keine gentechnisch veränderten Organismen eingesetzt (Stand 2014).  Auch in der Datenbank des ISAAA (International Service For The Aquisition Of Agri-Biotech Applications) ist kein Anbau von GVO-Zuckerrohr in Brasilien gelistet. [100, Stichwort „raw material profile“] [195]</p>			
1.5 End of life (Recycling, Kompostierung)	<p><b>Allgemein:</b>  Bei der Entsorgung biobasierter Kunststoffe wird der durch die Pflanze aufgenommene Kohlenstoff (biogener Kohlenstoff) wieder frei, während bei fossilbasierten Kunststoffen „zusätzlicher“ Kohlenstoff als CO<sub>2</sub> 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 strukturgeleichen 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</p>			

	<p>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]:  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 (CH<sub>4</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O), 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"> <li>• Endres, H-J., Kitzler, A-S. (2013): Mehrfachnutzung von Biopolymerwerkstoffen. Hochschule Hannover, IfBB. [031]</li> <li>• Dinkel, F., Kägi, T. (2013): Ökobilanz Entsorgung. Ökologischer Vergleich von biologisch abbaubaren Werkstoffen BAW: Entsorgung in KVA vs. Entsorgung in Biogasanlage. Carbotech AG. [219]</li> <li>• Grundmann, V., Wonschik, C-R. (2011): Hydrolyse und anaerobe Co-Vergärung verschiedener biologisch abbaubarer Kunststoffe. Müll und Abfall. 07/2011. [220]</li> </ul>			
--	--	--	--	--

	<p><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>          Biobasiertes PE hat die gleichen Eigenschaften in Bezug auf das Recycling (Drop-in-Lösung) wie konventionelles PE und kann daher problemlos mit diesem zusammen recycelt werden.</p> <p> Es ist jedoch zu beachten, dass, trotz des an sich gut ausgebauten PE-Recyclingsystems, viele PE-Folien nicht recycelt werden und stattdessen thermisch verwertet werden (Verbrennung). Dies betrifft vor allem Folien &lt; DIN A4.</p> <p>Eine Verbrennung des biomassebasierten PE ist möglich. Es ist stabil bei Deponierung und nicht biologisch abbaubar. [193]</p> <p><u>Coveris</u>          Nach Möglichkeit werden Folien-/Produktionsabfälle regranuliert und wieder eingesetzt. [190]</p>			
1.6 Ökobilanz	<p><b>Allgemein:</b>          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.          Daher sind die Ergebnisse einzelner Ökobilanzen differenziert zu betrachten. [006]          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.          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:          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.</p>			

	<p>Intensivnutzung in Monokultur versus Extensivnutzung im Bioanbau) und von der lokalen Verfügbarkeit der Ressource Wasser ab.[006]  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>			
--	---	--	--	--

**Material-/Herstellerspezifisch:**

Eine vergleichende Betrachtung der Umweltauswirkungen von Folien aus biomassebasiertem PE und aus fossilem PE (PE-LD) hat das ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH) im Auftrag des Umweltbundesamts erstellt. Danach weisen Folienverpackungen aus biomassebasiertem PE geringere Umweltlasten bei den Indikatoren Klimawandel, fossiler Ressourcenverbrauch und Sommersmog auf. Höhere Umweltlasten wurden dagegen beim Versauerungspotenzial, bei der terrestrischen und aquatischen Eutrophierung sowie bei der Humantoxizität (Feinstaub) festgestellt. Im Wortlaut heißt es: „In den Wirkungskategorien Versauerungspotenzial, terrestrische Eutrophierung und Feinstaub tragen die Lasten aus dem Lebenswegabschnitt „Transport der Neuware“ einen sichtbaren Anteil am Ergebnis des Bio-PE Systems. (...) In den Wirkungskategorien Versauerungspotenzial, terrestrische und aquatische Eutrophierung kommen im Bio-PE System nennenswerte Beiträge aus dem Zuckerrohranbau. In der Wirkungskategorie Feinstaub resultieren die hohen Beiträge des Lebenswegabschnitts der Rohmaterialherstellung im biomassebasierten PE System aus der Zuckerrohrkonversion, insbesondere den Emissionen der Bagasseverbrennung.“ [006]

Braskem: Green PE

Anfang 2014 wurde die Kurzfassung einer nach ISO 14040/ISO 14044 zertifizierten cradle-to-gate LCA veröffentlicht. Der vollständige LCA-Studienbericht ist derzeit nicht öffentlich verfügbar (Stand 2014). Die Analyse bezieht sich auf die Daten von drei Mühlen (die zusammen 62% von Braskems Lieferanten entsprechen) sowie auf den Durchschnitt der Zuckerrohrmühlen, die in der „Center-South“-Region an Braskem liefern. [046]

Laut Braskem geht aus der LCA hervor, dass der Zuckerrohranbau den Boden mit Kohlenstoff anreichert (in einem berechneten Szenario). Das Green PE erhalte Emissionsgutschriften von rund einer Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Die LCA zeigt dies jedoch nicht direkt, sondern greift auf Zahlen einer separaten Studie zu Landnutzung zurück. Daher sollten die Zahlen defensiver verwendet werden. [210]

Bewertet wurden insgesamt folgende Wirkungskategorien: Treibhausgaspotenzial, fossiler Ressourcenverbrauch, Eutrophierung, Versauerung, Abbau der Ozonschicht, photochemisches Ozonbildungspotenzial.

Positiv schneidet das biomassebasierte PE bei der Treibhausgasbildung ab (minus 2,15 Tonnen verglichen mit plus 1,83 Tonnen für fossiles PE von Braskem).




Auch beim fossilen Ressourcenverbrauch schneidet das Green PE besser ab, da über 80% der für die Herstellung aufgewendeten Energie aus erneuerbaren Quellen stammt.

In den Wirkungskategorien Eutrophierung und Versauerung ist das fossile PE besser. Die










	<p>Eutrophierung lässt sich auf den Zuckerrohranbau und damit in Verbindung stehende Phosphat- und Phosphoremissionen zurückführen. Die Versauerungswerte resultieren aus der Bagasseverbrennung, dem Treibstoffverbrauch für landwirtschaftliche Fahrzeuge und der Abfallverbrennung auf den Feldern. [198] [036] Die Ozonparameter sind bei beiden Materialien ähnlich, mit einem etwas höheren Wert für das Green PE. [193] [198]</p> <p>Als Ergänzung zur LCA gab Braskem zwei weitere Studien in Auftrag: eine Bewertung der Landnutzungsänderungen und einen Wasserfußabdruck. Die Ergebnisse sind in dieser Präsentation einzusehen: [049] Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Einschätzungen und Schlussfolgerungen von Braskem selbst formuliert wurden.</p> <p>Partnerschaften/Engagement: [085]</p> <p>Carbon Disclosure Projekt (CDP): Braskem unterstützt diese Initiative, die 2000 etabliert wurde, um die Treibhausgasemissionen von 2.500 Organisationen in 60 Ländern zu sammeln und zu veröffentlichen. Seit 2008 berichtet Braskem über seine Emissionen. Weitere Informationen: [238]</p> <p>Global Reporting Initiative (GRI): Die GRI-Leitlinien steuern den Prozess zur Vorbereitung auf Unternehmens-Nachhaltigkeitsberichte. Braskems Nachhaltigkeitsbericht von 2011 ist mit B+ bewertet worden. Eine Beschreibung der GRI-Bewertungen von C bis A+ finden Sie hier: [240]</p> <p>International Declaration for Cleaner Production: Braskem hat als erste brasilianische Firma 2004 die Erklärung unterzeichnet, die Teil des "United Nations Environment Programme (UNEP)" ist. Ziel ist die Verbreitung einer sauberen Produktionspolitik sowie nachhaltigerer Produktions- und Konsumpraktiken. Weitere Informationen: [239]</p>			
1.7 Biobasierter Anteil	<p><b>Allgemein:</b> 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</p>			

	<p>innerhalb der jeweiligen Biokunststoffgruppen.  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 Cellulose regeneraten Anteile von über 80% erreicht.  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>Zertifizierung des biobasierten Kohlenstoffanteils - AIB-Vinçotte (Europa) [114]/USDA's BioPreferred program (USA) [051]  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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>  Biomassebasiertes PE hat sehr hohe biobasierte Anteile.  ⚠ Es wird jedoch auch häufiger im Materialverbund eingesetzt; dann gilt es den biobasierten Anteil des gesamten Materialverbundes zu berücksichtigen.</p> <p><u>Spezifische Werte sind von folgenden Firmen vorhanden</u>  Braskem:  Braskem ist nach Vinçotte (4 Sterne) zertifiziert, d.h. der biobasierte Anteil des Green PE beträgt</p>			

	<p>mindestens 80%, typischerweise allerdings &gt;90%.</p> <p>Laut Braskem hat jede Klasse des biomassebasierten PE einen anderen biobasierten Anteil aufgrund der unterschiedlichen Formulierungen. HDPE hat einen Anteil von mindestens 96%, während LLDPE einen Anteil von mindestens 89% hat. Grund ist der höhere Anteil an fossilen Co-Monomeren, z.B. Butan und Hexan. [086]</p> <p>Braskem ist weiterhin nach ASTM Standard 6866 zertifiziert. [193]</p> <p>Coveris:</p> <p>Coveris strebt mindestens einen biobasierten Anteil von ca. 35% gemäß ASTM D6866 für alle Folien auf Basis von biomassebasiertem PE an und erreicht Werte von bis zu 85%. [190]</p> <p>FKuR:</p> <p>Die von zwei Herstellern vertriebenen Getränkeboxen weisen laut FKUR einen biobasierten Anteil von ca. 62% auf. Hersteller sind Schöller Alibert und Oberland; das Granulat stammt von FKUR (Terralene®) [192]</p>			
--	---	--	--	--

Kriterien		Bewertung		
		Daten 	Kriterien 	Achtung 
<b>2 Sozialverträglichkeit</b>	<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><b>Allgemein:</b> 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 Gebiete mit hohem Naturschutzwert. Zusätzlich umfasst ISCC auch soziale Standards. [073]</p>			

### 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, 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

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,







	<p>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. Den FSC-Standard finden Sie hier: [122]. 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> Das Zertifizierungssystem für nachhaltige Waldbewirtschaftung PEFC basiert inhaltlich auf internationalen Beschlüssen der Nachfolgekongressen der Umweltkonferenz von Rio. In Europa sind dies die Kriterien und Indikatoren, die auf den Ministerkongressen 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. 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. Dokument „Produktkettennachweis von Holzprodukten - Anforderungen“: [124] Leitfaden für die Einführung eines Produktkettenzertifizierungssystems: [125]</p>			
	<p><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b> Brasilien Zucker- und Ethanolindustrie beschäftigt ca. 800.000 Menschen. Die Einführung moderner Landwirtschaftspraktiken hatte einen großen Einfluss auf die Arbeiter, da Gesetze etabliert wurden, die Kinderarbeit und Arbeitsumstände ähnlich der Sklaverei bekämpfen.</p>			

	<p>2009 haben die Regierung, Industrieunternehmen und Gewerkschaften das „National Commitment to Improve Labor Conditions on Sugarcane Plantations“ unterzeichnet. Dort sind 30 Maßnahmen aufgeführt, die dazu beitragen sollen, die Würde und die Rechte der Arbeiter zu schützen und die Arbeitsbeziehungen in der Industrie zu regulieren. Beispiele sind: Einstellung von Arbeitern ohne Vermittler, größere Transparenz bei der Berechnung von Ausgleichszahlungen, Unterstützung für temporäre Wanderarbeiter, Verbesserungen des Arbeitsplatzes, der Gesundheit und Sicherheit, Verbesserung des Transports und der Lebensmittel, Förderung der Aktivitäten von Gewerkschaften und Tarifverhandlungen. [103] [104]</p> <p>Zudem gibt es das São Paulo State Agro-environmental Protocol für die Ethanol-/Zuckerindustrie (auch Green Protocol genannt), das von UNICA (brasilianischer Zuckerrohrverband), ORPLANA (Organisation der Zuckerrohranbauer im zentralen Süden) und der Regierung des Staates São Paulo 2007 unterzeichnet wurde. Themen sind: Bewahrung der Boden- und Wasserflächen, Schutz des Waldes, Erholung der Auwälder, die Minimierung von klimawirksamen Gasen und die Minimierung des Einsatzes von Agrochemikalien und Düngern. Hauptziel war es, das Abbrennen von Zuckerrohrfeldern bis zum Jahr 2014 zu beenden. [034] [241]</p> <p>Darüber hinaus gibt es Industrieprogramme, die technische Fortbildungsprogramme für Arbeiter unterstützen, z.B. das „Program to Re-qualify Sugarcane Workers (Renovação)“, das jedes Jahr 6000 Arbeiter und Mitglieder der Gemeinschaft (um)schult. Zielgruppe sind vor allem Zuckerrohr-Schneider, die ihren Job verlieren, weil die Pflanz- und Ernteprozesse mechanisiert werden. [100] [105] [183]</p> <p>Braskem hat einen eigenen Verhaltenskodex für seine Ethanol-Lieferanten entwickelt (zusammen mit ProForest, einer unabhängigen Beraterfirma), der auf den brasilianischen (regionalen und nationalen) Gesetzen basiert, aber darüber hinausgeht. [101] [193]</p> <p>Dieser Kodex umfasst sowohl soziale Vorgaben als auch Umweltaforderungen, die die Ethanol-Lieferanten (Zuckerrohrmühlen) einhalten müssen, wenn sie Braskem beliefern möchten. Seit 2012/2013 wird die Einhaltung der Anforderungen durch ein unabhängiges Audit (Prüfer: Control Union) im Zweijahrestakt geprüft. Die Lieferanten müssen einen Aktionsplan für Verbesserungen vorweisen. Bisher werden 90% der Lieferanten auditiert (Stand Mai 2014). Das entspricht 80% der gelieferten Ethanolmenge. [183]</p> <p>Weitere Informationen zum Auditprogramm: [050]</p> <p>Zusätzlich hat die Firma 2014 ein 3-Jahres-Programm mit dem Namen „Solidaridad“ begonnen, mit</p>			
--	--	--	--	--

	<p>dem Ziel, mehr Wissen über die Lieferkette zu erhalten. Teilnehmen werden neben dem Braskem selbst eine Kooperative von Zuckerrohrproduzenten, Zuckerrohrmühlen sowie Kunden. [183]</p> <p>Braskem ist außerdem nach Bonsucro zertifiziert (siehe Abschnitt „1.3 Zertifizierungen“).</p>			
<p>2.2 Sozialstandards bei der Verarbeitung</p>	<p><b>Allgemein:</b> 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 &amp; Safety Advisory Services (Arbeitsschutzmanagementsystem)</u> „[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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b> Braskem: Die Firma ist Unterzeichner des UN Global Compact, einer strategischen Initiative der Vereinten</p>			



	<p>Nationen für Unternehmen, die sich verpflichten, ihre Geschäftstätigkeiten und Strategien an zehn universell anerkannten Prinzipien aus den Bereichen Menschenrechte, Arbeitsnormen, Umweltschutz und Korruptionsbekämpfung auszurichten.</p> <p>Weiterhin ist Braskem am Responsible Care Program beteiligt [083], einer freiwillige Initiative der globalen Chemieindustrie, die die Verbesserung des Umweltmanagements von Chemiefirmen und ihren Lieferketten verfolgt. Kriterien sind Arbeitssicherheit, Prozesse und Produkte, die Gesunderhaltung der Arbeiter und der Schutz der Umwelt. [199]</p> <p>Coveris: Coveris produziert in Deutschland, daher gelten deutsche/europäische Sozialstandards. [190]</p>			
--	---	--	--	--


Kriterien		Daten 	Kriterien 	Achtung 
<b>3 Sicherheit und Technik</b>	<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><b>Allgemein:</b></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>			

**Material-/Herstellerspezifisch:**

Biomassebasiertes PE hat eine vergleichbare chemische Zusammensetzung wie mineralölbasiertes PE. Entsprechend sind die Materialeigenschaften identisch und bekannt.

PE ist ein thermoplastischer Kunststoff, dem bei der Verarbeitung je nach Anwendungsfall Additive (Flammschutz, UV-Stabilisator, Koppler, Dispergierhilfsmittel) zugegeben werden. Festigkeit, Härte und Steifigkeit sind geringer als bei anderen Thermoplasten. Vorteilhaft sind das Dehnverhalten, die Kälteschlagfestigkeit, das gute Gleitreibverhalten und gute elektrische Isoliereigenschaften. Bei Pasteurisation oder Heißabfüllung ist die niedrige Erweichungstemperatur zu berücksichtigen. Es gibt sehr umfangreiches Informationsmaterial bezüglich PE. Eine wichtige Informationsquelle ist das Material Data Center. [147]

PE ist ein sehr preisgünstiges Massenprodukt, das für viele Anwendungen geeignet ist. Das Material ist physiologisch unbedenklich und praktisch geruchs- und geschmacksneutral. Deshalb wird es in großem Umfang in der Lebensmittelindustrie eingesetzt.

 Eine Schwäche des Materials sind die im Vergleich zu anderen Kunststoffen schlechteren Barriereigenschaften. Falls bessere Barriereigenschaften benötigt werden, wird das Material meistens im Verbund mit anderen Werkstoffen, z.B. mit EVOH oder mit Beschichtungen, eingesetzt.

Aktuell erfolgt die Herstellung von biomassebasiertem PE aus Zuckerrohr. Es wird ausschließlich durch die Firma Braskem in industriellem Maßstab hergestellt. Eine Informationsbroschüre informiert über den Herstellungsprozess. [146]

PE wird von zahlreichen Compoundern verarbeitet und für unterschiedliche Anwendungen zur Verfügung gestellt.

Bezüglich Migrationen sind wie bei mineralölbasiertem PE bei den üblichen Anwendungen keine Risiken bekannt.

Bezüglich der Einsatzbedingungen wird empfohlen, sich direkt mit dem Hersteller auszutauschen, um eine Einschätzung für die entsprechende Anwendung zu erhalten.









Für Folien:



Falls Additive gegen das Beschlagen eingesetzt werden, ist die Konformität dieser Additive zu prüfen, da diese oberflächenaktiv sind. Die Additive können in die Master-Batch gegeben werden oder als Oberflächenbeschichtung aufgebracht werden.





Bei der Verarbeitung ist die statische Aufladung der Folien zu berücksichtigen und durch maschinelle Vorkehrungen zu reduzieren.









	<p>Es wurde gute Ergebnisse mit wasserhaltigen Beschichtungen erzielt. Bei Laminaten mit Cellophanen werden Glycerinester und Metallsalze eingesetzt, die den FDA-Richtlinien entsprechen.</p>			
--	--	--	--	--







3.2 Maschinelle Anforderungen	<p><b>Allgemein:</b> 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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b> Die Verarbeitung kann auf den klassischen Verarbeitungsmaschinen erfolgen. Voraussetzung ist jedoch, dass die Verarbeitungstemperaturen maximal 100°C betragen. Die Siegeltemperaturen liegen bei 85°C. Somit ist eine wichtige maschinelle Voraussetzung, dass sich die Temperatur der Anlagen sehr präzise steuern lässt.</p>			
3.3 Barriere-eigenschaften	<p><b>Allgemein:</b> 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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>  PE hat gegenüber den anderen mineralölbasierten Kunststoffen eher geringere Barriereigenschaften und bietet nicht in allen Fällen einen ausreichenden Migrationsschutz. Bei unkritischen Anwendungsfällen sind die Barriereigenschaften gegenüber Säuren, Laugen, Feuchtigkeit und Gasen jedoch ausreichend, weshalb es in großem Umfang eingesetzt wird. [148]</p>			
3.4 Sonstiges	<p>PE wird in sehr vielen Blends angeboten und ist damit für unterschiedlichste Anwendungen geeignet. Um Materialaufwand und Kosten zu minimieren, sollte genau definiert werden, welche Anforderungen das Material für die geplante Anwendung erfüllen muss.</p>			

<p><b>4 Qualität</b></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><b>Allgemein:</b>          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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>          Für das Material Polyethylen sind die gesetzlichen Anforderungen festgelegt in der „Verordnung über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen“ (Verordnung (EU) Nr. 10/2011). [109] [144]          In der Datenbank „BfR-Empfehlungen zu Materialien für den Lebensmittelkontakt“ sind unter der laufenden Nummer 030 die Empfehlungen für PE zusammengefasst. [134]          Nach aktuellem Stand der Technik, ist das Migrationspotenzial bei PE gering. Am Höchsten ist es bei PE mit einer Dichte von 0,88-0,90g/cm<sup>3</sup>.   Falls der Einsatz einer eher ungewöhnlichen Zutat bzw. eine ungewöhnliche Anwendung geplant ist, sollte eine individuelle Risikobeurteilung erfolgen.</p>			
<p>4.2 Produktanforderungen</p>	<p><b>Allgemein:</b>          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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>          Ideale Voraussetzungen bestehen für den Einsatz von preisgünstigen PE-Produkten, die keine spezifischen Anforderungen erfüllen müssen. Zu beachten ist, dass bei der Verarbeitung längerfristig keine Temperaturen über 85°C auftreten.          PE ist ein sehr leichtes und vielseitig einsetzbares Verpackungsmaterial mit mittleren Barriereeigenschaften. Besonders vorteilhaft ist, dass PE sehr geruchsneutral ist und dadurch Beeinträchtigungen des Lebensmittels minimal sind, vorausgesetzt, dass keine geruchsintensiven Kleber oder Druckfarben verwendet werden.          In Bezug auf Aromen und Mineralölkohlenwasserstoffen bietet PE keine langfristige und ausreichende Barriere. Schutzbegasungen ohne Beschichtung sind nicht umsetzbar.</p>			
<p>4.3 Konsumenten- anforderungen</p>	<p><b>Allgemein:</b>          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"> <li>- Sind die ökologischen Vorteile messbar und unabhängig überprüft worden?</li> <li>- Gibt es eine Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung?</li> </ul> <p>Aus den Konsumentenansforderungen resultieren teilweise widersprüchliche Vorgaben für den Packmittelhersteller, z.B. biologische Abbaubarkeit, Recyclingfähigkeit, hohe Barriereeigenschaften 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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b>          Die Anforderungen des Konsumenten bezüglich eines sicheren Packmittels sind gewährleistet. Die Stabilität des Verpackungsmaterials ist gut. Die Verpackung kann so gestaltet werden, dass sie leicht zu öffnen und wiederverschließbar ist. Wichtig ist, möglichst wenig Verpackungsmaterial einzusetzen, da dies der Verbrauchererwartung entspricht.</p> <p> Ungelöst sind die sich in der Umwelt anreichernden Mengen an nicht biologisch abbaubaren</p>			



	Kunststoffen, zu denen PE gehört. Positiv sind die bereits bestehenden Recyclingmöglichkeiten.			
4.4 Marketing (Druck, Vielfältigkeit, Haptik)	<p><b>Allgemein:</b> 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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b> Das Verpackungsmaterial ist relativ weich. Bei einer Bedruckung/Verklebung bedarf es einer vorherigen Corona-Behandlung.  Um Missverständnisse beim Konsumenten zu vermeiden, sollte transparent kommuniziert werden, wie hoch der tatsächliche biobasierte Anteil im Endprodukt ist und welche ökologischen Vor- und Nachteile mit dem Rohstoff bzw. mit dem Produkt verbunden sind.</p>			
4.5 Stabilität und Handling	<p><b>Allgemein:</b> 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><b>Material-/Herstellerspezifisch:</b> Biobasiertes PE ist genauso stabil wie mineralölbasiertes PE. Zur Erhöhung der UV-Stabilität kann eine zusätzliche Beschichtung erfolgen. PE kann sehr lange gelagert werden.</p>			
4.6 Sonstiges	Für Polyethylen existiert ein sehr umfangreiches Wissen bezüglich unterschiedlicher Anwendungen. Durch Blends kann das Material für die jeweiligen Anwendungsbedingungen optimiert werden. [149] [150] [151] [152] [153]	