

Handlungsempfehlungen -

**als ein Konzept zur Umsetzung
eines erfolgreichen Binnenmarktes
inklusive aller Wertschöpfungs-
bereiche für biobasierte Kunststoffe
in Deutschland**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

Handlungsempfehlungen –

als ein Konzept zur Umsetzung eines erfolgreichen Binnenmarktes inklusive aller Wertschöpfungsbereiche für biobasierte Kunststoffe in Deutschland

Erarbeitet im Rahmen des

Förderprojekt: „BK-Markt“, Analyse zum Rohstoff-, Technologie- und Nachhaltigkeitspotenzial biobasierter Kunststoffe 2020 und 2030 für Deutschland

FKZ: 2220NR274X

Garbsen, Februar 2024

Inhalte und Redaktion: IKK

Gestaltung/Druck: www.umweltdruckhaus.de

Alle Rechte vorbehalten.

Für die Ergebnisdarstellung mit Schlussfolgerungen, Konzepten und fachlichen Empfehlungen sowie die Beachtung etwaiger Autorenrechte sind ausschließlich die Verfasser zuständig. Daher können mögliche Fragen, Beanstandungen oder Rechtsansprüche u. ä. nur von den Verfassern bearbeitet werden. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Veröffentlichung berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei betrachtet und damit von jedermann benutzt werden dürften. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente oder Gebrauchsmusterschutz vorliegen. Die aufgeführten Bewertungen und Vorschläge sind Projektergebnisse und geben nicht unbedingt die Meinung des Förderers wieder.

IKK 2024

Inhaltsverzeichnis:

Seite 2	Handlungsempfehlungen zur Stärkung des Binnenmarktes biobasierte Kunststoffe
Seite 8	42 Handlungsempfehlungen zur Marktdurchdringung von biobasierten Kunststoffen in Deutschland
Seite 14	Entwicklung eines BK-Marktes unter Berücksichtigung globaler Krisen
Seite 16	Recycling von Biokunststoffen
Seite 15	Handlungsempfehlungen für mehr biobasierte Kunststoffe aus Abfallbiomasse
Seite 17	Zielstellungen der Bioökonomie
Seite 18	Handlungsempfehlungen für den ländlichen Raum in Anlehnung an die Empfehlungen des Bioökonomierates

Handlungsempfehlungen zur Stärkung des Binnenmarktes biobasierte Kunststoffe (BK)

Im Rahmen des durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. geförderten Vorhabens „BK-Markt, Analyse zum Rohstoff-, Technologie- und Nachhaltigkeitspotenzial biobasierter Kunststoffe 2020 und 2030 für Deutschland“, Laufzeit April 2021 – Juli 2024, konnten am IKK 42 Handlungsempfehlungen als ein Konzept zur Umsetzung eines erfolgreichen Binnenmarktes inklusive aller Wertschöpfungsbereiche für biobasierte Kunststoffe erarbeitet werden.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Die 42 Empfehlungen sind in dieser Veröffentlichung gelistet, s. S. 8 ff. Sie wurden nach den Handlungsfeldern Markt, Rohstoffe, Technologie/Forschung, Recycling, Nachhaltigkeit und Abfallbiomasse aufgeteilt. Die Aufstellung erfolgte anhand von Literaturrecherchen, Expertengesprächen und Workshopauswertungen und wurde anschließend von der Arbeitsgruppe¹ des Projektes priorisiert. Dazu nahmen 13 Experten der Arbeitsgruppe an einer Befragung u. a. zur Gewichtung der einzelnen Maßnahmen teil. Das Ergebnis in Kurzform stellt sich wie folgt dar:

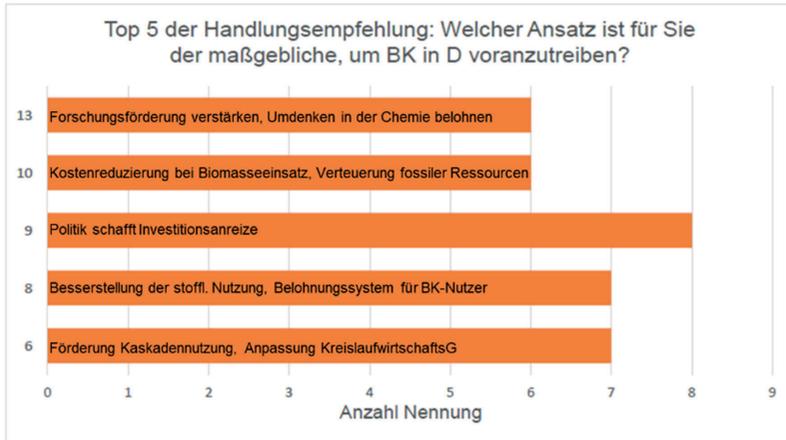


Abb. 1: TOP 5 der Handlungsempfehlungen, Mehrfachnennungen möglich, Anzahl der Nennungen (n): n = 34, IKK, Okt. 2023

Die vollständige Fragestellung an die Experten zur Bewertung der Handlungsempfehlungen lautete: Welcher Ansatz ist für Sie der maßgebliche, um biobasierte Kunststoffe in Deutschland voranzutreiben? Die Handlungsempfehlungen

¹ Die Arbeitsgruppe BK-Markt besteht aus Experten, die das Vorhaben inhaltlich unterstützen. Die Experten kommen aus den Bereichen Landwirtschaft, chemische Industrie, Veredelungsindustrie, Politik/Verbänden (VCI, Evonik Industries, Nordzucker, UFOP, BDBE, PlasticsEurope, European Bioplastics, Zertifizierer (ISCC))

sollen Maßnahmen aufzeigen, um Voraussetzungen zu schaffen, den Markt von biobasierten Kunststoffen in Deutschland voranzutreiben, zu erhöhen und zu stabilisieren. Die einzelnen Maßnahmen sind von 1 bis 42 durchnummeriert und wir möchten Sie bitten, die aus Ihrer Sicht wesentlichsten Handlungsempfehlungen anzukreuzen. Bei Mehrfachnennungen können Sie Prioritäten im Textfeld angeben. Gerne können Sie die Handlungsempfehlung auch noch kommentieren oder Ihre Entscheidung begründen.

Nachfolgend sind die TOP 5 der Handlungsempfehlungen ausführlich aufgeführt; erste Ziffer: Nummer der Handlungsempfehlung, zweite Ziffer in Klammern: Anzahl der Nennungen (n) bei n = 34:

Tabelle 1: TOP 5 der Handlungsempfehlungen

Voraussetzung	Handlungsempfehlung
9 (8): Chem. Industrie bewegt sich weg von herkömmlichen Rohstoffen wie Naphtha und Erdgas und will das Ziel der treibhausgasneutralen Wirtschaft bis 2050 erreichen	<ul style="list-style-type: none"> - Investitionsanreize seitens der Politik schaffen - kumulierbare Förderung zumindest in der Anfangsphase erlauben
6 (7): BK vor Bioenergie	<ul style="list-style-type: none"> - Abbau von weiteren Subventionen für die energetische Nutzung von Biomasse basierten Produkten fördert den Kaskadengedanken und die Nutzung von BK - Fördersysteme zur direkten energetischen Nutzung zurückfahren/anpassen - politische Klarstellung der Bedeutung der Kaskadennutzung und - Anpassung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes
8 (7): Stoffliche Nutzung von Biomasse entschärft die Rohstoffverknappung	<ul style="list-style-type: none"> - Gleichstellung oder sogar Besserstellung von stofflicher Nutzung vor energetischer seitens des Gesetzgebers - Belohnungssysteme für Produkthersteller die BK nutzen und für Kunststoffhersteller die BK produzieren

Voraussetzung	Handlungsempfehlung
<p>10 (6): Biomasse wird im Vergleich zum Öl billiger, sodass sich ihr Einsatz auch wirtschaftlich lohnt</p>	<p>Anreize für die Nutzung von Alternativen zu Öl schaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> - höhere Auflagen für die Nutzung von Öl (aktuell noch umgekehrt, Biomasse muss z. B. höhere Nachhaltigkeitskriterien erfüllen als Öl) <p>Verteuerung der fossilen Ressourcen durch zusätzliche Besteuerung (bspw. eine CO₂-Steuer)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berücksichtigung der Carbon-Leakage-Gefahr (Abwanderung von Industrie, um hohe Auflagen bezüglich der Treibhausgasemissionen zu umgehen, in Länder, in denen es die Besteuerung so nicht gibt. Oder es entstehen Industriezweige, die in D oder der EU nicht mehr wettbewerbsfähig sind, weil sie besteuert werden) - Besser wäre der Ansatz, in D den Einsatz von Biomasse zu verbilligen, z. B. durch günstige Strompreise
<p>13 (6): Etablierung neuer Konversionsverfahren für biobasierte Plattform- und Spezialchemikalien zur Herstellung von BK u. zur langfristigen Verwendung für andere stoffliche Nutzungspfade von Biomasse</p>	<p>Etablierung technischer Verfahren im Industriemaßstab</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umdenken in der Chemieindustrie belohnen und fördern - Entwicklung eines Förderprogrammes zur Unterstützung der Wirtschaft durch die Politik - Voraussetzungen schaffen, die die nötigen Verfahren mit Energie, erneuerbarer Energie, versorgen (wenn die Konversionsverfahren energieintensiver sind) - Forschungsförderung gezielt verstärken

Handlungsempfehlungen mit geringster Akzeptanz unter den Experten;
erste Ziffer: Nummer der Handlungsempfehlung, zweite Ziffer in Klammern: Anzahl der
Nennungen (n) bei n = 34:

Tabelle 2: Handlungsempfehlungen mit geringster Akzeptanz

Voraussetzung	Handlungsempfehlung
4 (0) Der Wert von BK wird erkannt, - Verbraucher wertschätzen BK, - BK werden zu wertvollen Rohstoffen am End-of-Life	Kommunikation zum Thema BK als wertvoller Rohstoff wird seitens Industrie, Verarbeiter und Produkthersteller gefördert und erfolgt abgestimmt/einheitlich.
15 (1) Aquatisch abbaubare Kunststoffe bieten neues Anwendungspotenzial	Geförderte Evaluierung der möglichen Anwendungspotenziale - Förderung von F & E
17 (1) Der Einsatz von BK hat für bestimmte Anwendungen einen besonderen Nutzen, Nischen müssen evaluiert werden.	Marktbetrachtung/-analyse hinsichtlich der Anwendungen, in denen BK diesen besonderen Nutzen mit sich bringen. Nischen evaluieren, die den Einsatz von im Vergleich zu konventionellen Kunststoffen teureren BK rechtfertigen und in der Bevölkerung auf Akzeptanz stoßen, also nicht als Greenwashing wahrgenommen werden.
20 (0) K werden zum Recycling nicht geeignet entsorgt und verursachen Littering	Umgang mit den an dieser Stelle bisher noch eingesetzten fossilbasierten Kunststoffen am Lebensende aufzeigen und bewerten: Entsorgung über Pfandsystem, Gelber Sack > Wahrscheinlichkeit des Litterings betrachten. - Diesbezüglich die Vorteile der BK aufzeigen und kommunizieren, die sie genau für die eine Nische prädestinieren, z. B. biologische Abbaubarkeit
27 (1) Stabiles Angebot von Biomasse und Rezyklaten; aktuell fehlt die Stabilität hinsichtlich Menge, Qualität und Preis. Stabile Strukturen schaffen Planungssicherheit in der Branche.	Marktregulierung zur Realisierung von Klimaschutzziele mit priorisierten Stoffströmen

Voraussetzung	Handlungsempfehlung
30 (1) Nachhaltige und nicht toxische BK kommen dort zum Einsatz, wo BK in unmittelbaren Kontakt mit Mensch und Natur kommen	Einzusetzende Materialien, Additive, Farben etc. werden festgelegt und mengenmäßig nach Bauteil beschränkt. - Zur Kennzeichnung von Materialien, die den Voraussetzungen entsprechen, anerkannte und akzeptierte Umweltsiegel nutzen: Bspw. Blauer Engel u. Ä.
40 (1) Logistikgerechte Weiterverarbeitungsstationen etablieren sich im ländlichen Raum, Transportwege werden eingespart	Förderung, steuerliche Begünstigung von Industrieansiedlung zur Weiterverarbeitung von Biomasse und/oder zur Produktion von Zwischenprodukten
41 (1) Neue Technologien etablieren sich u. a. im ländlichen Raum	Förderung von Demonstrationsanlagen und damit von F&E

Neben den hier aufgeführten und favorisierten Handlungsempfehlungen, deren Schwerpunkt auf der Kategorie „Rohstoffe“ liegt und die die gesetzlichen Regulierung zur reduzierten Nutzung von Erdöl als Grundstoff hin zur „Beförderung“ von Biomasse fordern, gibt es einige allgemeingültige und beständige Handlungsempfehlungen.

Hierzu gehören die unbedingt fortzuführen und zu intensivierende Vernetzung zwischen Forschung, Industrie, Handel, Entsorgern/Recyklern, Landwirtschaft als Rohstoffhersteller sowie anderer Rohstoffbereitsteller (Rest- und Abfallstoffe), Lehre und Ausbildung und soziale Themen bis hin zur Verbraucherinformation und Aufklärung von NGOs und Lobbyisten. Zu allen o. g. priorisierten Handlungsempfehlungen bedarf es einen kontinuierlichen Austausch der benannten Gruppen. Nur so kann es gelingen, Akzeptanz zu schaffen und die interdisziplinäre Forschung mit Blick auf Ökonomie, Ökologie, Technikentwicklung und Soziologie auszubauen.

Außerdem ist es für die tatsächliche ökologische Beurteilung von biobasierten Kunststoffen, auch im Vergleich zu konventionellen Kunststoffen, unabdingbar, Standards für eine Nachhaltigkeitsbewertung festzulegen.

Im Rahmen des BK-Markt Förderprojektes wurden die nachfolgend aufgeführten Handlungsempfehlungen erarbeitet und zusammengetragen. In erster Linie geht es bei den Empfehlungen um Lenkungsinstrumente, die dazu beitragen sollen, den Einsatz von biobasierten Kunststoffen in Deutschland zu fördern. Aus diesem Grund liegt der Fokus auf nationalen Instrumenten, die direkten Einfluss auf den hiesigen Markt nehmen.

Als Teil der EU-Gemeinschaft ist es aber wichtig, neben dem Binnenmarkt auch die anderen Mitgliedsstaaten zu betrachten und ihre Akteure und Güterströme zu berücksichtigen. Dabei geht es nicht um die Stoffströme, sondern um die Lenkungsinstrumente, die, wenn sie nur auf den deutschen Markt bezogen sind, ggf. zu

negativen Auswirkungen auf den Handel mit EU-Staaten führen oder Deutschland als Wirtschaftspartner in der Gemeinschaft benachteiligen könnten.

Im letzten Schritt wäre hinsichtlich eines ganzheitlichen und nachhaltigen Ansatzes evtl. sogar eine Betrachtung des globalen Warenverkehrs notwendig, um Instrumente zu entwickeln, die den negativen Auswirkungen von Kunststoffen auf Umwelt und Klima entgegenwirken² und die Rohstoffwende forcieren. Diese kann nur gelingen, wenn wir von einer linearen, hauptsächlich auf fossilen Rohstoffen basierenden, Wirtschaftsweise zu einer Wirtschaftsweise kämen, bei der Stoffkreisläufe geschlossen und Rohstoffe eingespart bzw. durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden. Alles vor dem Hintergrund, z. B. den emissionsrelevanten Kohlenstoff so lange wie möglich im Kreislauf zu führen, um ihn gebunden zu halten und langfristig den Einsatz fossiler Rohstoffe zu minimieren.³

Für die Entwicklung der industriellen Bioökonomie, in der sich die BK wiederfinden, spielen geeignete regulatorische Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle. Diese werden auf unterschiedlichen Ebenen von politischen Vorgaben flankiert. Hierzu gehören auf nationaler Ebene die Industriestrategie 2030, die Nationale Bioökonomiestrategie, die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, die Klimaschutzziele 2030 und 2045 sowie unterschiedliche Strategien einzelner Bundesländern. Das Ziel dahinter ist, die anhaltende Stärkung der heimischen Wirtschaft und des Industriestandortes Deutschlands bei gleichzeitiger Erreichung der Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele zu sichern.

Auf europäischer Ebene bilden Aktivitäten wie die Europäische Industriestrategie, der Green Deal und die Europäische Bioökonomiestrategie den entsprechenden politischen Rahmen und auf globaler Ebene sind es die UN-Klima- und Nachhaltigkeitsziele des Pariser Klimaabkommens, Sustainable Development Goals, gemäß der Agenda 2030 der Vereinten Nationen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die abgeleiteten 42 Handlungsempfehlungen den jeweiligen Handlungsfeldern zugeordnet und kurz beschrieben. Dazu werden die einzelnen Voraussetzungen zur Steigerung des BK-Marktes auf nationaler Ebene angenommen und Instrumente zu deren Realisierung werden ihnen gegenübergestellt. Diese greifen durchaus auch auf europäische Ansätze und Regularien zu und können im Konflikt zu einander stehen. In erster Linie dienen sie der Anregung und Offenlegung eines möglichen Handlungsrahmens, innerhalb dem die Instrumente/Maßnahmen für die Umsetzung genau aufeinander abgestimmt werden müssen.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Leitbild 2.0 der Dialogplattform Industrielle Bioökonomie: Industriestandort Deutschland stärken und nachhaltig gestalten, 28. Juni 2021

³ Kreutzbruck, M., et al.: Sachstandspapier zur Bioabbaubarkeit, 2021

42 Handlungsempfehlungen zur Marktdurchdringung von biobasierten Kunststoffen in Deutschland

Tabelle 3: Handlungsempfehlungen zur Marktdurchdringung von BK in Deutschland abgeleitet von angenommenen Voraussetzungen

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
	Markt	
1	Biokunststoffe sind klar definiert	<ul style="list-style-type: none"> - Die Branche initiiert eine eindeutige Normierung des Begriffs⁴ <p>Die aktuell vorliegenden Definitionen lassen Spielraum für Interpretationen zu. „Die Etablierung eines Zertifizierungssystems und experimenteller Standardmethoden ist notwendig, um die Verwendung biologisch abbaubarer und biobasierter Kunststoffe zu unterstützen.“⁵</p>
2	Das Preisniveau von BK passt sich den konventionellen Kunststoffen an; noch sind sie im Vergleich zu konventionellen zu teuer.	<ul style="list-style-type: none"> - Mengenvorgabe von BK im K durch den Gesetzgeber - Klare Vorgaben zum Kauf von BK-Produkten für die kommunale Beschaffung (Vorbildfunktion) - Markteinführungsprogramme (MEP) durch den Gesetzgeber - Sensibilisierung von Verbrauchern, oftmals entscheidet der Preis über den Kauf⁶
3	Verbraucher konsumieren zunehmend bewusster	<ul style="list-style-type: none"> - Voraussetzungen für ein dementsprechendes Angebot müssen seitens der Wirtschaft geschaffen werden - Aufklärungsarbeit für Verbraucher weiter vorantreiben - Unterstützung durch den Handel bei der Verbraucheraufklärung - Unterstützung durch den Handel; Infrastruktur zum Sammeln von BK-Produkten nach End-of-Life in den Märkten

⁴ Die Normung ist ein Prozess, bei dem materielle und immaterielle Gegenstände zum Nutzen der Allgemeinheit im Konsens vereinheitlicht werden. Das bedeutet, dass alle am Thema interessierten Kreise planmäßig und gemeinschaftlich am Prozess mitwirken, die Öffentlichkeit einbezogen wird (vgl. DIN 820-3:2014-06, 3.1.3.1.) und folglich eine möglichst hohe Akzeptanz der Ergebnisse vorliegt. (<https://www.dke.de/de/normen-standards/grundlagen-der-normung>, aufgerufen am 20.07.2023)

⁵ Prof. Dr. Tadahisa, Biologisch abbaubare und biobasierte Polymere: die Perspektiven umweltfreundlicher Kunststoffe, Angewandte Chemie, Januar 2015

⁶ Bovensiepen et al., Verpackungen im Fokus, Die Rolle von Circular Economy auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit, 2018, S. 21 ff.

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
		<ul style="list-style-type: none"> - Klare Positionierung der öffentlichen Hand durch „Vorbildfunktion“ im Rahmen von Beschaffungen
4	Der Wert von BK wird erkannt <ul style="list-style-type: none"> - Verbraucher wertschätzen BK - BK werden zu wertvollen Rohstoffen am End-of-Life - Die Kunststoffbranche nutzt BK als Aushängeschild 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikation zum Thema BK als wertvoller Rohstoff wird seitens Industrie, Verarbeiter und Produkthersteller gefördert und erfolgt abgestimmt/einheitlich
5	Gesellschaftliche Akzeptanz und wachsendes Umweltbewusstsein unter den Verbrauchern werden geschaffen	<ul style="list-style-type: none"> - Aufklärungsarbeit durch die Industrie und die Politik leisten: Rohstoffe für BK stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelindustrie
6	BK vor Bioenergie	<ul style="list-style-type: none"> - Abbau von weiteren Subventionen für die energetische Nutzung von Biomasse⁷ basierten Produkten fördert den Kaskadengedanken und die Nutzung von BK - Fördersysteme zur direkten energetischen Nutzung zurückfahren/anpassen - Politische Klarstellung der Bedeutung der Kaskadennutzung⁸ und - Anpassung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes
7	Neue Wertschöpfungsketten entstehen oder bestehende werden intensiviert	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtschaftsnetzwerke oder deren Förderungsgesellschaften unterstützen den Vernetzungsgedanken, bilden und verstetigen Netzwerke mit den wesentlichen Akteuren der Wertschöpfungsketten
Rohstoffe		
8	Stoffliche Nutzung von Biomasse entschärft die Rohstoffverknappung	<ul style="list-style-type: none"> - Gleichstellung oder sogar Besserstellung von stofflicher Nutzung vor energetischer seitens des Gesetzgebers - Belohnungssysteme für Produkthersteller die BK nutzen und für Kunststoffhersteller die BK produzieren
9	Die chemische Industrie bewegt sich weg von herkömmlichen Rohstoffen wie Naphtha und Erdgas und will das	<ul style="list-style-type: none"> - Investitionsanreize seitens der Politik schaffen

⁷ Biomassedefinition nach Erneuerbare-Energien-Richtlinie der Europäischen Union, <https://bioenergie.fnr.de/bioenergie/biomasse/definition> aufgerufen am 04.05.2023,

⁸ Oliver Türk, *Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe: Grundlagen – Werkstoffe – Anwendungen*, Wiesbaden 2014

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
	Ziel der treibhausgasneutralen Wirtschaft bis 2050 erreichen ⁹	<ul style="list-style-type: none"> - kumulierbare Förderung zumindest in der Anfangsphase erlauben¹⁰
10	Biomasse wird im Vergleich zum Öl billiger, sodass sich ihr Einsatz auch wirtschaftlich lohnt	<ul style="list-style-type: none"> - Anreize für die Nutzung von Alternativen zu Öl schaffen - höhere Auflagen für die Nutzung von Öl (aktuell noch umgekehrt, Biomasse muss z. B. höhere Nachhaltigkeitskriterien erfüllen als Öl) - Verteuerung der fossilen Ressourcen durch zusätzliche Besteuerung (bspw. eine CO₂-Steuer) <p>Berücksichtigung der Carbon-Leakage-Gefahr (Abwanderung von Industrie, um hohe Auflagen bezüglich der Treibhausgasemissionen zu umgehen, in Länder, in denen es die Besteuerung so nicht gibt. Oder es entstehen Industriezweige, die in D oder der EU nicht mehr wettbewerbsfähig sind, weil sie besteuert werden)¹¹</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besser wäre der Ansatz, in D den Einsatz von Biomasse zu verbilligen, z. B. durch günstige Strompreise
11	Klimaschutzverträge zwischen Staat und Unternehmen unterstützen dabei, ein Angebot an grünen Grundstoffen für nachhaltige Produkte zu schaffen ¹²	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaschutzverträge garantieren staatl. Refinanzierungen von Investitionen in klimafreundliche Industrieanlagen, Dieser Ansatz trifft für Unternehmen zu, die z. B. neue Technologien zur CO₂-Einsparung noch nicht allein finanzieren können.
12	Biomassebereitstellung durch die Landwirtschaft für BK	<ul style="list-style-type: none"> - Bioökonomie subventionieren - Eingliederung der Biomasseproduktion auch für die stoffliche Nutzung in bestehende landwirtschaftliche Regularien - Entkopplung optimierter Biomasse vom land- und forstwirtschaftlichen Flächenbedarf¹³ (keine Anbaubiomasse nutzen)
Technologie/Forschung		
13	Etablierung neuer Konversionsverfahren für biobasierte Plattform- und Spezialchemikalien zur Herstellung von BK u. zur langfristigen	<ul style="list-style-type: none"> - Umdenken in der Chemieindustrie belohnen und fördern - Entwicklung eines Förderprogramms zur Unterstützung der Wirtschaft durch die Politik

⁹ Bundesregierung, Klimaschutzplan 2050, vom Bundeskabinett verabschiedet 2016

¹⁰ (R. Geres at al., Roadmap Chemie 2050 - Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland, München 2019

¹¹ R. Geres at al., Roadmap Chemie 2050 - Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland, München 2019

¹² VCI-POSITION, Sechs Punkte zur kurzfristigen Abmilderung der Energiekrise, Oktober 2022

¹³ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Leitbild 2.0 der Dialogplattform Industrielle Bioökonomie: Industriestandort Deutschland stärken und nachhaltig gestalten, 28. Juni 2021

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
	Verwendung für andere stoffliche Nutzungspfade von Biomasse Etablierung technischer Verfahren im Industriemaßstab	<ul style="list-style-type: none"> - Voraussetzungen schaffen, die die nötigen Verfahren mit Energie, erneuerbarer Energie, versorgen (wenn die Konversionsverfahren energieintensiver sind) - Forschungsförderung gezielt verstärken
14	Grundsätzlich werden Rohstoffe für Produkte eingespart	<ul style="list-style-type: none"> - höhere Lebensdauer von Produkten - Produkte, insbesondere elektronische Geräte, können repariert werden (Re-Use-Elektronik); Recht auf Reparatur durch das Bundesumwelt- und Bundesverbraucherschutzministerium vorantreiben, - Wiederverwertbar - Erforschung des bestmöglichen Einsatzes der Biomasse in Produkte, die die Kaskadennutzung optimal bedienen
15	Aquatisch abbaubare Kunststoffe bieten neues Anwendungspotenzial für Biokunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> - Geförderte Evaluierung der möglichen Anwendungspotenziale - Förderung von Forschung & Entwicklung
16	Neuartige BK aus alternativen Rohstoffen werden entwickelt und zugelassen	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungsförderung und - Industrieengagement <p>Dabei berücksichtigt wird, auch für die Erfassung der Zusammensetzung der neuartigen BK, das Globally Harmonized System (GHS) zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien, Stoffen und Gemischen.</p>
17	Der Einsatz von BK hat einen besonderen Nutzen/Vorteil	<ul style="list-style-type: none"> - Markt Betrachtung/-analyse hinsichtlich der Anwendungen, in denen BK diesen besonderen Nutzen mit sich bringen, - Nischen evaluieren, die den Einsatz von im Vergleich zu konventionellen Kunststoffen teureren BK rechtfertigen und in der Bevölkerung auf Akzeptanz stoßen, also nicht als Greenwashing wahrgenommen werden.
Recycling		
18	Weniger Akteure am gesamten Recyclingmarkt; derzeit sind es zu viele Akteure: Kommunen, Privatwirtschaft, gemeinnützige Sammler schaffen Unsicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Einheitliche Entsorgungsstrategie auf Bundesebene - Aufbau entsprechender Rückführlogistik auch außerhalb des Verpackungsbereiches
19	Das Marktvolumen von BK für das Recycling steigt; fehlende Volumina an BK bedeuten das Aus fürs Recycling. ¹⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Schaffung breiter gesellschaftlicher Akzeptanz für das getrennte Sammeln von neuartigen BK, bspw. PLA - Verpflichtung zum BK-Müll-Sammeln durch den Gesetzgeber

¹⁴ Fehrenbach, Horst et al., Biomassekaskaden - Mehr Ressourceneffizienz durch Kaskadennutzung von Biomasse – Von der Theorie zur Praxis. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt 2017

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
	(Drop-Ins wie Bio-PE und -PET erreichen in der Gesamtheit mit den konventionellen K die ausreichende Masse und werden getrennt gesammelt, neuartige BK erreichen nicht die ausreichende Menge, um getrennt gesammelt zu werden, unwirtschaftlich!)	<ul style="list-style-type: none"> - Finanzielle Förderung von Unternehmen beim Kauf einer Separationstechnologie (z. B. Nah-Infrarot) zur sortenreinen BK-Sammlung/Abtrennung - Pfand-/Rücknahmesysteme seitens der Produkthersteller - Design for Recycling
20	K werden zum Recycling nicht geeignet entsorgt und verursachen Littering	<ul style="list-style-type: none"> - Umgang mit den an dieser Stelle bisher noch eingesetzten fossilbasierten Kunststoffen am Lebensende aufzeigen und bewerten: Entsorgung über Pfandsystem, Gelber Sack > Wahrscheinlichkeit des Litterings betrachten - Diesbezüglich die Vorteile der BK aufzeigen und kommunizieren, die sie genau für die eine Nische prädestinieren, z. B. biol. Abbau.
21	BK kommen in Produkten so zur Anwendung, dass sie am Lebensende recyclebar sind. Ausnahme: gezielter Einsatz von biologisch abbaubaren Produkten, dort, wo sie sinnvoll sind.	<ul style="list-style-type: none"> - Angepasstes Produkt (Eco) -design, - Materialvorgaben (Zusammensetzung des Materials) vom Gesetzgeber mit Fristen, - Vorgabe eines Anteiles an recyceltem Material - Forschungsförderung der technischen Machbarkeit - Schaffung von Standards zur Klassifizierung und Verwertung recyclingfähigen Materials, bestenfalls auf EU-Ebene - Forschungsförderung: Rezyklat muss der Neuware qualitativ entsprechen - Wertschöpfungskette verdeutlichen und Akteure stärker vernetzen ¹⁵
22	Das Recycling von BK wird optimiert durch Design for Recycling/Circularity: <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Monomaterialien - Weniger Additive - Gleichbleibende Qualität¹⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> - Forschung und Entwicklung von Monomaterialien werden ausgebaut und - Begrenzungen von Zusätzen festgelegt - Für BK wird eine Positivliste an erlaubten Additiven entwickelt. Alle anderen Additive sind automatisch verboten (= Umkehrung der aktuellen Situation, bei der alle Additive, die nicht explizit verboten sind, automatisch erlaubt sind)

¹⁵ Fehrenbach, Horst et al., Biomassekaskaden - Mehr Ressourceneffizienz durch Kaskadennutzung von Biomasse – Von der Theorie zur Praxis. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt 2017

¹⁶ Bertling, J. et al. Recycling von Biokunststoffen – UMSICHT nimmt Stellung, UMSICHT Positionspapiere, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen, Juli 2018

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
23	Einführung eines Material- und Produktpasses ¹⁷	<ul style="list-style-type: none"> - Rechtlicher Rahmen wird in Zusammenarbeit mit der EU geschaffen - Verarbeiter, Produkt- und Verpackungshersteller sowie Rezyklierer benötigen genaue Daten über die Materialzusammensetzung und das Herstellungsverfahren, um kreislauffähige Produkte bereits mit dem Design zu generieren.
24	BK werden recycelgerecht sortiert	<ul style="list-style-type: none"> - Verbraucher werden ausreichend darüber informiert, wie sie BK-Produkte entsorgen müssen - Produkthersteller werden verpflichtet, die Entsorgung ihrer Produkte verständlich mit dem Produkt an den Kunden zu geben
25	BK lassen sich mechanisch und chemisch recyceln und binden dementsprechend lange Kohlenstoff bzw. optimieren die Biomassennutzung	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungsförderung im Bereich des chemischen und mechanischen Recyclings von BK und der Kaskadennutzung werden intensiviert
26	Kein Downcycling von BK-Rezyklat mehr; Rezyklate kommen in vergleichbaren Produkten wie Neuware zum Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> - Normierung und Standardisierung von BK-Rezyklaten - Design for Performance wird fokussiert
27	Stabiles Angebot von Biomasse und Rezyklaten; aktuell fehlt die Stabilität hinsichtlich Menge, Qualität und Preis. Stabile Strukturen schaffen Planungssicherheit in der Branche.	<ul style="list-style-type: none"> - Marktregulierung zur Realisierung von Klimaschutzziele mit priorisierten Stoffströmen
28	Auswirkungen von Littering werden reduziert	<ul style="list-style-type: none"> - Weitergehende Forschung zu gesundheitlichen Auswirkungen von K und BK samt Additive auf Organismen - Bei Bestandteilen mit human- oder ökotoxischer Wirkung sowie bei Produkten, die nur ungenügend abbauen, können Umwelteinträge zu einer relevanten Belastung von Boden und Wasser führen. Diese Belastungen der Ökosystemen sowie gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen müssen vermieden werden. - Für BK wird eine Positivliste an erlaubten Additiven entwickelt. Alle anderen Additive sind automatisch verboten (=Umkehrung der aktuellen Situation, bei der alle Additive, die nicht explizit verboten sind, automatisch erlaubt sind)
Nachhaltigkeit		
29	Nachhaltige, nicht toxische Produkte werden geschaffen und beworben	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungsarbeiten zu toxischen Materialeigenschaften, - Nachhaltigkeitsbewertungen von BK und K im Vergleich

¹⁷ VDI White Paper, Nov. 2022

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
30	Nachhaltige und nicht toxische BK kommen dort zum Einsatz, wo BK in unmittelbaren Kontakt mit Mensch und Natur kommen	<ul style="list-style-type: none"> - Einzusetzende Materialien, Additive, Farben etc. werden festgelegt und mengenmäßig nach Bauteil beschränkt. - Zur Kennzeichnung von Materialien, die den Voraussetzungen entsprechen, anerkannte und akzeptierte Umweltsiegel nutzen: Bspw. Blauer Engel u. Ä.
31	Nachhaltigkeit von Biomasse für BK ist garantiert	<ul style="list-style-type: none"> - Biomasselieferketten müssen nachvollziehbar zertifiziert werden
32	Nachhaltig massenbilanzierte BK schaffen den Durchbruch für BK am Markt	<ul style="list-style-type: none"> - Offene Kommunikation des Ansatzes durch Produkthersteller in Richtung Konsumenten - Entwicklung von Verfahren zur Bestimmung des Anteils nicht fossiler Materialien im Endprodukt

Entwicklung eines BK-Marktes unter Berücksichtigung globaler Krisen (Ukraine-Krieg, Dürren, Naturkatastrophen) und veränderter Stoffströme sowie der Reduzierung von CO₂-Emissionen

Die hier abgeleiteten Handlungsempfehlungen in Tabelle 2 ergeben sich aus der Annahme, dass sich die Landwirtschaft in Deutschland verändern wird. Klima- und Kriegskrisen zeigen einmal mehr, wie abhängig wir von Rohstoffimporten für Lebensmittel und Energie sind. Sich hiervon zu lösen heißt, die landwirtschaftlichen Flächen prioritär neu zu belegen:

- 1) Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung
- 2) Energieversorgung der Bevölkerung und insbesondere auch der Wirtschaft

Das wiederum bedeutet, sich für BK von der Rohstoffproduktion aus der Landwirtschaft zu lösen und stärker auf Abfallbiomasse zu setzen. Denn neben dem Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien kann in der chemischen Industrie auch der Einsatz von Biomasse bis 2030 die Emissionen reduzieren. Allerdings ist die Nachfrage nach nachhaltig erzeugter Biomasse enorm und die Flächen aufgrund globaler Krisen zunehmend beschränkt, weshalb die Preise weiter steigen. Somit werden von jeher im Vergleich zu konventionellen Kunststoffen teurere BK weiter im Preis steigen. Biomasse als Rohstoff kann somit nur dann sinnvoll sein, wenn sie als Rest- oder Abfallstoff anfällt und daher mit geringen Kosten verbunden ist. Aber auch diese organischen Stoffe sind sehr begehrt. Die Handlungsoptionen die sich daraus für BK ergeben, können nur wie folgt lauten:

- Verfügbare Biomasse sowie organische Rest- und Abfallstoffe sollten im ersten Schritt in die stoffliche Nutzung gehen.
- Zusätzliche Biomassepotenziale und technische Verfahren zur Umwandlung von Biomasse sollten intensiv erforscht werden.
- Ausbau der Gewinnung von EE-Strom.

- Zusätzliche CO₂-Reduzierungen der chemischen Industrie durch Nutzung von EE-Strom für stromintensive Alternativen zu fossilen Grundstoffen.
- Forschung und Entwicklung im Bereich des mechanischen und chemischen Recyclings von BK.
- Kommunen, Städte werden zunehmend zu Lieferanten von Bioabfall und müssen diesen Ansatz stärker beachten.¹⁸ (EU-Bioökonomiestrategie: Städte sollen zukünftig Zentren für eine kreislauforientierte Bioökonomie sein. Mit ihren beträchtlichen organischen Abfall- und Reststoffströmen, aber auch durch ihre lokale Verankerung haben sie ein besonderes Potential, Europäische Kommission, 2018)¹⁹

Tabelle 4: Handlungsempfehlungen für mehr BK aus Abfallbiomasse

	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
	Abfallbiomasse	
33	Energiekosten zur Herstellung von BK bleiben konkurrenzfähig	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau des Netzes für erneuerbaren Strom bei gleichzeitiger Bedarfsabdeckung u. angemessenen Preisen (ggf. vorübergehend durch Sonderförderung) - Carbon Contract for Difference (CCfD) schafft einen politisch gesicherten Rahmen für die chem. Industrie, in Transformation und neue Technologien zu investieren - Staat und Unternehmen vereinbaren ETS (Emissionshandelsystem)-Basispreis <p>Fällt der „Handelspreis“ für CO₂, werden Unternehmen vom Staat unterstützt, steigt der Preis, zahlen sie die Überschüsse an den Staat zurück - auf nationaler Ebene sind das Klimaschutzverträge (KSV)²⁰</p>
	Voraussetzungen	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
34	BK werden aus Abfall- und Reststoffen, hergestellt (aus Land- und Forstwirtschaft, Industrie, privaten Haushalten)	<ul style="list-style-type: none"> - Eindeutiger Rechtsrahmen zur primären stofflichen Nutzung von Biomasse wird geschaffen
35	Abfall- und Reststoffe stehen für BK ausreichend zur Verfügung	<ul style="list-style-type: none"> - Umfassende Studie zur exakten Bewertung des Reststoffaufkommens

¹⁸ Bioabfall: EU-Abfallrahmenrichtlinie, 2008/98/EG

¹⁹ Andreeßen, C., et al., Positionspapier BioBall, Frankfurt/Main, 2021

²⁰ Philipp D. Hauser et al., Agora Industrie, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut (2021): Klimaschutzverträge für die Industrietransformation: Kurzfristige Schritte auf dem Pfad zur Klimaneutralität der deutschen Grundstoffindustrie, Januar 2022

36	Innovative Technologien zur Herstellung von BK stehen zur Verfügung (bspw. direkte CO ₂ -Nutzung)	- Technologiebewertung und -förderung
37	Abfall – und Reststoffbiomasse für BK einzusetzen ist wirtschaftlich machbar	- Rohstoffpfade, Kaskaden werden rechtlich vorgegeben und ggf. kurzzeitig finanziell unterstützt (Kluft zwischen BK und K wird finanziert)
38	Klare Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) zur Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Vermeidung und durch das Recycling von Abfällen	- Einhaltung wird staatlich genauer kontrolliert - Nicht-Einhaltung wird staatlich sanktioniert

Der VCI bemerkt zur politischen Lage (Energiekrise durch Ukraine-Krieg):

„Dramatische Lage: Wertschöpfungsketten beginnen zu reißen. Sprunghaft gestiegene Gas- und Strompreise zwingen die Chemieindustrie, die Produktion bei besonders gas- und stromintensiven Prozessen zu drosseln. Erste Produktionsanlagen stehen bereits still. Insbesondere im Mittelstand entwickelt sich die Situation dramatisch. In der Chemie wird Gas – anders als in anderen Industrien - auch als Rohstoff verwendet und muss deshalb besonders entlastet werden. Basischemikalien (u. a. Methanol, Acetylen, Ammoniak) werden bereits knapp – das hat weitreichende Auswirkungen auf die gesamte Wirtschaft, da viele Wertschöpfungsketten beginnen zu reißen.“²¹

Recycling von BK

Hinsichtlich des Recyclings sind konventionelle Kunststoffe und BK durchaus vergleichbar, weshalb die hier gemachten Aussagen, für beide gelten.

Der Großteil der Rezyklate ist qualitativ schlechter als Neuware, weshalb die Nachfrage gering bleibt.

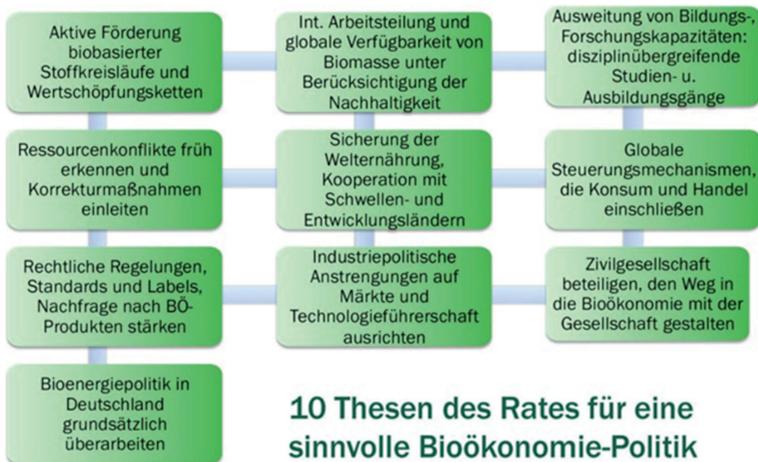
Geringe Rezyklatmengen sorgen hingegen wiederum für hohe Rezyklatpreise und gleichzeitig kann ein niedriges Angebot an Rezyklaten keine größeren Nachfragemengen bedienen, ein „Teufelskreis“, der möglicher Weise über eine Kurzeitförderung, wie beispielsweise durch ein Marktanzreiz durchbrochen werden kann. So lange jedoch Virginmaterial auf dem Markt günstiger angeboten wird als Rezyklat, ist es unwahrscheinlich, dass sich die Preise zugunsten des Rezyklates von alleine entwickeln.

Wiederverwertungsmodelle sind somit wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig und Angebot und Nachfrage passen nicht zusammen.

²¹ VCI-POSITION, Sechs Punkte zur kurzfristigen Abmilderung der Energiekrise, Oktober 2022

Zielstellungen der Bioökonomie

Der Bioökonomierat formulierte 2015 zehn Thesen für eine sinnvolle Bioökonomie-Politik:



Quelle: Lang, C., Bioökonomierat, Bioökonomie, Vorteile für Wirtschaft und Gesellschaft, Biokunststoff-Kongress 2014, Gülzower Fachgespräch Band 49, Gülzow 2015

Die zehn Thesen umfassen übergeordnete relevante Ziele, die mit Hilfe einer gut durchdachten Bioökonomiepolitik realisiert werden sollen. Die aktive Förderung biobasierter Stoffkreisläufe und Wertschöpfungsketten gehört dazu und gilt auch für den ländlichen Raum. Hier müssten folgende Voraussetzungen, auch für BK, erfüllt werden:

Tabelle 5: Handlungsempfehlungen für den ländlichen Raum in Anlehnung an die Empfehlungen des Bioökonomierates

	Voraussetzung	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
	Ländlicher Raum	
39	Der ländliche Raum entwickelt sich vom reinen Biomasselieferanten zum Aufbereiter bis hin zum Verarbeiter von Biomasse sowie Rest- und Abfallstoffen und wird ggf. sogar Produzent von BK	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung und Förderung von Bioökonomiekonzepten im ländlichen Raum - Schaffung/Nutzung der entsprechenden Infrastruktur²²

²² J. RUPP et al., Potenzialfelder einer ländlichen Bioökonomie, Analyse und Bewertung von Wertschöpfungsketten einer nachhaltigen Koppel- und Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen, Schriftenreihe des IÖW 217/20, Berlin, 02.2020

	Voraussetzung	Handlungsempfehlung (Maßnahmen/Instrumente)
40	Logistikkerechte Weiterverarbeitungsstationen etablieren sich im ländlichen Raum, Transportwege werden eingespart	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung, steuerliche Begünstigung von Industrieansiedlung zur Weiterverarbeitung von Biomasse und/oder zur Produktion von Zwischenprodukten
41	Neue Technologien etablieren sich u. a. im ländlichen Raum	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung von Demonstrationsanlagen und damit von Forschung & Entwicklung
42	Die Bereitstellung von Biomasse erfolgt durch nachhaltige Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> - Hiermit in Bezug stehende Verordnungen, Gesetze (Pflanzenschutz, Düngemittelverordnung u. a.) werden angepasst

Das IKK – Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik an der Leibniz Universität Hannover legt den Schwerpunkt seiner industrienahen Forschung auf das Recycling und die Ressourceneffizienz, um eine wissenschaftlich sinnvolle und umweltgerechte, nachhaltige sowie hochwertige Kreislaufwirtschaft zu fördern. Dazu wird der gesamte Lebenszyklus von biobasierten und konventionellen Kunststoffen betrachtet. Angefangen von der Materialentwicklung über die Verarbeitung bis hin zur Wiederverwertung und der Nachhaltigkeitsbewertung der entwickelten Prozesse und Werkstoffe.

Parallel dazu steht am IKK die Lehre im Fokus. Studierende der Ingenieurwissenschaften werden in den Grundlagen der Kunststofftechnik, dem Kunststoffrecycling, den Biokunststoffen oder der Nachhaltigkeitsbewertung ausgebildet. In diesem Kontext werden am IKK zahlreiche Studien- und Abschlussarbeiten sowie Promotionen durchgeführt.

Das IKK ist mit verschiedenen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen als auch mit der Industrie national und international gut vernetzt. Mit diesen Partnern bearbeitet es aktuelle Forschungsfragen innerhalb von Projekten und Industriekooperationen. Das IKK steht zudem in engem Austausch mit Verbänden, Normierungsinstitutionen und politischen Gremien.



IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik



IKK

Institut für Kunststoff-
und Kreislauftechnik

Herausgeber:

IKK – Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik
An der Universität 2
30823 Garbsen
Tel.: 0 5 11 - 7 69 1 33 32
info@ikk.uni-hannover.de

www.ikk.uni-hannover.de