

## Ergebnisbericht zum Projekt „Rezy-Spezi — Identifikation von Rezyklateinsatzpotenzialen durch Analyse allgemeiner Normen und herstellereinspezifischer Anforderungen in verschiedenen Anwendungsbereichen“ und Handlungsempfehlungen für die Steigerung des Rezyklateinsatzes

### Einführung

Rezy-Spezi ist ein von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördertes Forschungsprojekt, das durch das SKZ — Das Kunststoff-Zentrum zusammen mit der plastship GmbH von Januar 2021 bis Dezember 2023 durchgeführt wurde.<sup>1</sup> Der grundlegende Gedanke von Rezy-Spezi war die Identifizierung möglicher neuer Rezyklat-Anwendungsbereiche, indem Werksstandards und allgemeine Normen betriebsübergreifend beleuchtet, kritisch hinterfragt und neu eingeordnet werden. Die Vorgehensweise hierfür umfasste verschiedene Recherchen, Interviews und Umfragen. Teilergebnisse der Arbeiten wurden in einem Online-Tool frei zur Verfügung gestellt (<https://plastship.com/branchen-umfrage>). Hiermit können spezifisch für einzelne Anwendungsbranchen Rezyklateinsatzpotenziale identifiziert werden. Der nachfolgende Bericht fasst die Vorgehensweise im Projekt zusammen und stellt die wichtigsten Erkenntnisse dar. Die aus diesen Erkenntnissen abgeleiteten Handlungsempfehlungen, die sich vorrangig an Akteure der Kunststoffindustrie richten, finden sich im als Policy Brief zu verstehenden letzten Abschnitt dieses Dokuments.

### Vorgehensweise im Projekt

Die nachfolgende Abbildung bietet eine Übersicht zu den in der vorliegenden Studie durchgeführten Recherchetätigkeiten, Umfragen und Interviews.



*Abbildung 1: Vorgehensweise im Projekt Rezy-Spezi*

<sup>1</sup> Derzeit ist der Abschlussbericht zum Projekt noch nicht verfügbar. Sobald der Bericht veröffentlicht ist, wird eine Verlinkung hierzu in diesem Ergebnisbericht ergänzt.

Zu Beginn wurde eine Desktop-Recherche, im Sinne einer Vorstudie durchgeführt. Diese diente als Informationsbasis für die Ausgestaltung der weiteren Arbeitsphasen im Projekt. Ziel der Vorstudie war es, einen grundlegenden Überblick zu den Einsatzhindernissen von Rezyklaten zu erhalten.

Die im Rahmen der Forschungsarbeit durchgeführten Arbeiten lassen sich in vier Fokusfelder / Arbeitsphasen gliedern. Arbeitsphase 1 umfasst Interviews mit Kunststoffexperten aus den Bereichen Forschung und Prüfung im SKZ. Die Interviews wurden vor Ort durchgeführt und bezogen sich auf die Produktbereiche „Kunststoffrohre“, „Geokunststoffe“, „Fenster“, „Formen- und Werkzeugbau für die Automobilindustrie“, sowie „Abfall- und Wertstoffbehälter“. Im ersten Schritt sollten hierbei gängige Normen für Kunststoffprodukte, die den Einsatz von Sekundärkunststoffen beschränken, verhindern oder verbieten identifiziert und gesichtet werden. Hiermit wurde ein umfassender Überblick über normenbezogene Richtlinien und Standards geschaffen, die Kunststoffe und Kunststoffprodukte für ihren Einsatz erfüllen müssen. Gleichzeitig sollten die befragten Experten eine Einschätzung zur Notwendigkeit normenbeschriebener Produktanforderungen liefern.

In Arbeitsphase 2 wurden eine Online-Umfrage sowie Experteninterviews mit Akteuren aus der kunststoffverarbeitenden Industrie durchgeführt. Durch die Umfragen konnten weitere Normen vernommen, analysiert und zusammengefasst werden. Bei der Untersuchung der Normen wurde insbesondere der Anwendungsbereich der jeweiligen Norm sowie dort beschriebene Aussagen zum Rezyklateinsatz herausgearbeitet. So wurden mehrere Normen aus 5 verschiedenen Produktbereichen analysiert und zusammengefasst. Daraus ergaben sich Fragestellungen, die im Zuge weiterer Interviews diskutiert werden konnten. Weiterhin wurden eingesetzte Rezyklatmengen erfragt, um so einen Überblick zum derzeitigen Rezyklateinsatz je Branche zu schaffen. Fern der allgemeinen Normen sollten Experten aus der Kunststoffindustrie außerdem Einschätzungen zu bestehenden Kundenspezifikationen und Rezyklateinsatzpotenzialen geben.

Im Zuge der bereits geführten Experteninterviews konnte eine deutliche Unsicherheit bezüglich der Endkundenanforderung an Kunststoffprodukte festgestellt werden. Unternehmen argumentierten ihre hohen Qualitätskriterien und damit verbundenen Einsatzbeschränkungen von Rezyklaten unter anderem häufig durch Anforderungen von Verbrauchern. Arbeitsphase 3 griff diesen Aspekt auf und erfasste die gesellschaftliche und somit die kundenseitige Akzeptanz des Rezyklateinsatzes in Kunststoffprodukten. Es wurde eine zusätzliche Umfrage zur gesellschaftlichen Akzeptanz zum Einsatz von Rezyklaten durchgeführt.

Arbeitsphase 4 umfasst eine mit Recyclingunternehmen durchgeführte Umfrage. Die Umfrage diente der Bestimmung der Einsatzpotenziale von Sekundärkunststoffen in ausgewählten Anwendungsbranchen. Es wurde erfragt, welche zusätzlichen Mengen die Recyclingunternehmen in diese Branchen liefern können, wenn einzelne Anforderungen (Farbanforderungen, Kunststoffvielfalt, Preis und Sicherheitspuffer) keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die ausgewählten Parameter beziehen sich auf vorher erarbeitete Einsatzhindernisse von Sekundärkunststoffen, die durch Befragungen von verschiedenen Kunststoffexperten in Arbeitsphase 1 und 2 als veränderbar oder nicht für die Erfüllung der Produktfunktionalität und -sicherheit notwendig, eingestuft wurden.

Ziel war es aus der Beleuchtung der 4 Fokusfelder und der Bearbeitung der zugehörigen Arbeitsphasen gemäß nachfolgender Abbildung eine Synthese bezüglich der realisierbaren zusätzlichen Rezyklateinsatzpotenziale zu erarbeiten.

## Ergebnisse

### 1) Experteneinschätzungen zu zusätzlich möglichen Rezyklateinsatzpotenzialen

Die nachfolgende Tabelle fasst die Experteneinschätzungen für zusätzlich mögliche Rezyklateinsätze in verschiedenen Anwendungsbranchen zusammen. Die Fälle a bis l fassen jeweils einzelne Fragebogen- / Interviewergebnisse zusammen.

Tabelle 1: Bewertung der Rezyklateinsatzpotenziale auf Produktebene durch Experteneinschätzungen aus der Kunststoffindustrie

Aktueller Rezyklateinsatz	Hindernisse für den Einsatz von Sekundärkunststoffen	Bewertung der Einsatzpotenziale von Rezyklaten
<b>a) Abdeckkappen für die Schraubenindustrie und Möbelbeschläge</b>		
25 % Rezyklat (PIR)	Keine normenbezogenen Standards, jedoch <b>kundenspezifische Anforderungen</b> die den Rezyklateinsatz verhindern. Produktanforderungen: <b>Saubere glänzende Oberfläche</b>	Potenzial für künftigen Rezyklateinsatz wird als <b>gering bis mittelmäßig</b> geschätzt.
<b>b) Rohre aus dem Bereich der Trinkwasserversorgung</b>		
Es wird <b>kein Rezyklat</b> verwendet.	Es gibt <b>allgemeine Normen</b> , die den Einsatz von Sekundärkunststoffen beschränken. Beschränkungsgründe sind vor allem <b>Hygieneaspekte und die Langzeitfestigkeit</b> (50+ Jahre)	<b>Neuware</b> zur Erfüllung der Funktionalität von Rohren und Fittings für industrielle Anwendungen wird als „ <b>wenig notwendig</b> “ eingeschätzt (Bezug zu EN ISO 15494)(1).
<b>c) 1. PE-Fittings für Gas- und Wasserrohrleitungen 2. Sanitärarmaturen<sup>1</sup> 3. Produkte 4. PE-Fittings für drucklos betriebene Abwasserrohrleitungen 5. Weitere Geräte<sup>2</sup></b>		
Es wird <b>kein Rezyklat</b> verwendet	<b>Kundenspezifikation</b> fordern, dass ausschließlich Neumaterial eingesetzt wird. Beschränkungsgründe: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hygieneanforderungen</li> <li>- Dauerhafte Innendruckbelastbarkeit (&gt; 50 Jahre)</li> <li>- Systemische Vorgaben (PE-Klassifizierung, SDR)</li> </ul>	Das <b>Rezyklateinsatz-Potenzial</b> wird für alle 4 Produktgruppen als <b>sehr hoch</b> eingeschätzt.
<b>d) 1. Formstücke für PE-Druckrohrleitungen 2. Formstücke für drucklos betriebene PE-Rohrleitungen (Abwasser), Dachentwässerung, Kabelschutzrohre</b>		
Es wird <b>kein PCR-Rezyklat</b> verwendet. <b>Produkt 2</b> enthält jedoch <b>PIR</b> .	<b>Einsatzbeschränkungen</b> liegen in den <b>hohen Anforderungen an die Werkstoffe</b> im Hinblick auf ihren Einsatz in Gas- und Trinkwasserrohren mit einer erwarteten Nutzungsdauer > 100 Jahre Es gibt eine Reihe von <b>Kunden-Spezifikationen</b> , die ausdrücklich den <b>Einsatz von Neumaterial</b>	<b>Neuware</b> ist für <b>Produkt 1</b> notwendig und für <b>Produkt 2</b> wenig notwendig. Künftig <b>gibt es Einsatzquoten</b> . <b>Kein Rezyklat-Einsatzpotenzial für Produkt 1</b> , aber <b>mittelmäßiges Potenzial für Produkt 2</b> .

<sup>2</sup> Da die Antwort anonym abgegeben wurde konnte eine genauere Spezifizierung nicht erfragt werden.

	<b>fordern.</b> Damit ist auch die Verwendung von internem Umlaufmaterial nicht zulässig.	
<b>e) Rohrsysteme mit PUR-Dämmung für die Nutzung der Fernwärme</b>		
Es wird ca. 10% Regenerat, aber nur recyceltes Eigenmaterial verwendet	Es darf <b>nur wiederaufbereitetes Material aus eigener Produktion</b> verwendet werden. Rezyklat aus externen Quellen ist nicht zulässig [Bezug auf EN 253].	<b>Neuware-Kunststoff</b> ist für die Erfüllung der Funktionalität <b>gar nicht notwendig</b> das <b>Potenzial</b> für den Rezyklateinsatz wird als <b>sehr hoch</b> eingeschätzt.
<b>f) 1. Rohre für den Heizungs- &amp; Sanitärbereich 2. Rohre Automotive-Anwendungen 3. Kabelschutz für Heizung &amp; Sanitär 4. Kontrollierte Wohnraumlüftung 5. Elektrokabelschutzrohre</b>		
Für Produkt 2, 3 und 5 wird <b>PIR Rezyklat</b> verwendet.	Es gibt <b>normenbezogene Beschränkungen</b> Beschränkungsgründe: <b>Mechanik, Trinkwasserverordnung</b> Es gibt <b>keine werkspezifischen Standards</b> , die den Rezyklateinsatz verhindern Anforderungen die nicht mit Rezyklat erfüllt werden können: <b>Verarbeitbarkeit (Viskosität); Sortenreinheit, Farbe</b>	Einschätzung für das Rezyklat-Einsatzpotenzial: Produkt 1 hohes Potenzial Produkt 2 mittelmäßiges Potenzial Produkt 3 hohes Potenzial Produkt 4 geringes Potenzial Produkt 5 hohes Potenzial
<b>g) Teile für Elektrogeräte</b>		
40 % PIR-Einsatz	Anforderungen aus der Praxis: <b>mechanische Stabilität der Produkte</b>	<b>Neuware</b> ist für die Erfüllung der Funktionalität für Elektrogeräte <b>wichtig (mittelmäßiges Potenzial für Rezyklateinsatz)</b> .
<b>h) Primärpackmittel und Verabreichungssysteme für Pharmaka und Diagnostik</b>		
<b>eigenes Regenerat</b> wird je nach Produkt bis zu <b>30 %</b> verwendet. <b>Kein externes Rezyklat.</b>	Beschränkung durch: <b>Mangel an Chargenrückverfolgbarkeit;</b> Es gibt <b>keine allgemeinen Normen</b> , die den Einsatz von Sekundärstoffen beschränken. Es gibt <b>keine werkspezifischen Standards</b> , die den Einsatz von Sekundärstoffen beschränken.	Zur Erfüllung der Funktionalität wird <b>Virgin-Kunststoff</b> als <b>notwendig</b> angesehen.
<b>i) PVC-Fensterprofile</b>		
Es werden je nach Geometrie und Werkzeug zw. 30 und 60 % Rezyklat (PIR) eingesetzt.	Es gibt <b>allgemeinen Normen</b> , die den Einsatz von Sekundärstoffen beschränken [Bezug auf DIN 12608-1]. <b>Beschränkungsgründe:</b> Rheologisches Verhalten des Materials im Extrusionsprozess, UV-Stabilität und mechanische Eigenschaften des Profils	Zusätzliches Einsatzpotenzial für Rezyklate wird als „sehr hoch“ bis „gar nicht“ eingeschätzt.
<b>j) Basismaterialien für die weitere Verwendung in</b> <b>1. Teppichböden</b> <b>2. Automotive</b> <b>3. Verpackungsmaterialien</b>		

Abhängig von Produkteigenschaften wird bis zu <b>20 % PIR Rezyklat</b> eingesetzt (in <b>Produkt 1 und 2</b> ) und in <b>Produkt 3</b> wird <b>kein Rezyklat</b> verwendet.	Es gibt <b>keine allgemeinen Normen</b> , die den Einsatz von Sekundärstoffen beschränken Einsatzbeschränkungen: mechanische Eigenschaften und Viskositätsanforderungen	Potenzial für <b>Produkt 1 bis 2</b> wird als <b>mittelmäßig</b> eingeschätzt, <b>Produkt 3 hat hohes Potenzial</b> für Rezyklateinsatz.
<b>k) Halbzeuge für die Anwendung in</b> <b>1. Automotive</b> <b>2. Industrie</b> <b>3. Consumer-Bereich</b> <b>4. Medizin</b>		
Rezyklateinsatz ist <b>kundenabhängig</b> und kann bis zu <b>50 %</b> betragen. Für <b>Produkt 1 und 2</b> wird <b>PIR</b> verwendet für <b>Produkt 3</b> wird <b>PCR</b> eingesetzt. <b>Produkt 4 kein Rezyklat.</b>	Es gibt <b>keine allgemeinen Normen und Werksstandards</b> , die den Einsatz von Sekundärstoffen beschränken. <b>Beschränkungen</b> sind nicht eindeutig bekannt, jedoch im Consumer-Bereich: z.B. für <b>Food-Contact</b> -Anwendungen wird häufig nach <b>EU10/2011</b> sowie <b>FDA</b> -Konformität gefragt.	Für die Erfüllung der <b>Funktionalität</b> ist <b>Virgin</b> Kunststoff für alle Produkte <b>gar nicht notwendig</b> . Das Potenzial für <b>Produkt 1 und 2</b> wird als sehr hoch eingeschätzt, für <b>3 mittelmäßig</b> und für <b>4 gering</b> .
<b>l) Medizinprodukte für die Anwendungsfelder</b> <b>1. MD - Medical devices</b> <b>2. IVD - In vitro Diagnostics</b> <b>3. LS - Life Science</b>		
<b>Rezyklateinsatz (PCR) für 1., 2. und 3. sehr gering.</b> „Es gibt jedoch viele Projekte für diverse Produkte (haben über 1000 Kunststoffprodukte) um diese nachhaltiger zu gestalten. Dort wurden bei ein paar wenigen auf Rezyklat umgestellt.“	Beschränkungsgründe: Produkt 1 und 2: bei Kontakt mit menschlichen Körper oder Proben von Menschen (Blut, Haare, usw.) darf keine Kontamination der Proben passieren, auch wenn die Proben über einen längeren Zeitraum gelagert werden. <b>„Grundsätzlich</b> ist zu sagen, dass es auf die Anwendung ankommt. Bspw. manche <b>Waste-Behälter. könnten aus Rezyklaten</b> hergestellt werden. <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lebensdauer</b> des Produkts ist wichtiger Punkt.</li> <li>- <b>Kontamination</b> der Proben durch Migration durch den Kunststoff.</li> <li>- <b>Neuware</b> ist <b>wichtig</b> für die Erfüllung der <b>Funktionalität</b> der Produkte.</li> </ul> Einsatzquoten müssen künftig erfüllt werden: <b>Wir</b> geben den Zulieferern zum Teil die <b>Vorgabe</b> , dass <b>kein Rezyklat</b> oder sogar <b>keine Angüsse</b> wieder verwendet werden dürfen.	Das <b>Rezyklat-Einsatzpotenzial</b> wird für <b>Produkt 1 und 2</b> als <b>mittelmäßig</b> und für <b>Produkt 3</b> als hoch eingeschätzt.

## 2. Ergebnisse zur gesellschaftlichen Akzeptanz des Einsatzes von Kunststoffrezyklaten

Nachfolgend werden einzelne Ergebnisse aus der Akzeptanz-Umfrage dargestellt. Insgesamt nahmen 158 Personen an der online-Umfrage teil.

Bei den Befragten zeigen sich deutliche Unterschiede bzgl. der Bedeutung der Produkteigenschaften Geruch, Haptik und Optik sowie auch bzgl. der Auswirkung rezyklateinsatzbedingter Verschlechterungen dieser Eigenschaften auf die Kaufintention (siehe Abbildung 2 bis Abbildung 4). Der in den Abbildungen dargestellte Wert 5 bedeutet hierbei „würde ich auf jeden Fall kaufen“, während der Wert 0 für „würde ich auf keinen Fall kaufen“ steht. Anhand der Abbildung 2 ist erkennbar, dass der Geruch für die meisten Produkte als sehr wichtig in Bezug auf die Wertigkeit wahrgenommen wird und eine Verschlechterung hier die Bereitschaft zum Kauf deutlich herabsetzt. Die Bedeutung der Optik und Haptik ist zwar erwartungsgemäß produktspezifisch differenziert, fällt aber im Vergleich zum Geruch insgesamt deutlich geringer aus. Auch die Kaufintention im Fall von Verschlechterungen der Optik und Haptik durch einen Rezyklateinsatz sind dementsprechend weniger stark herabgesetzt.

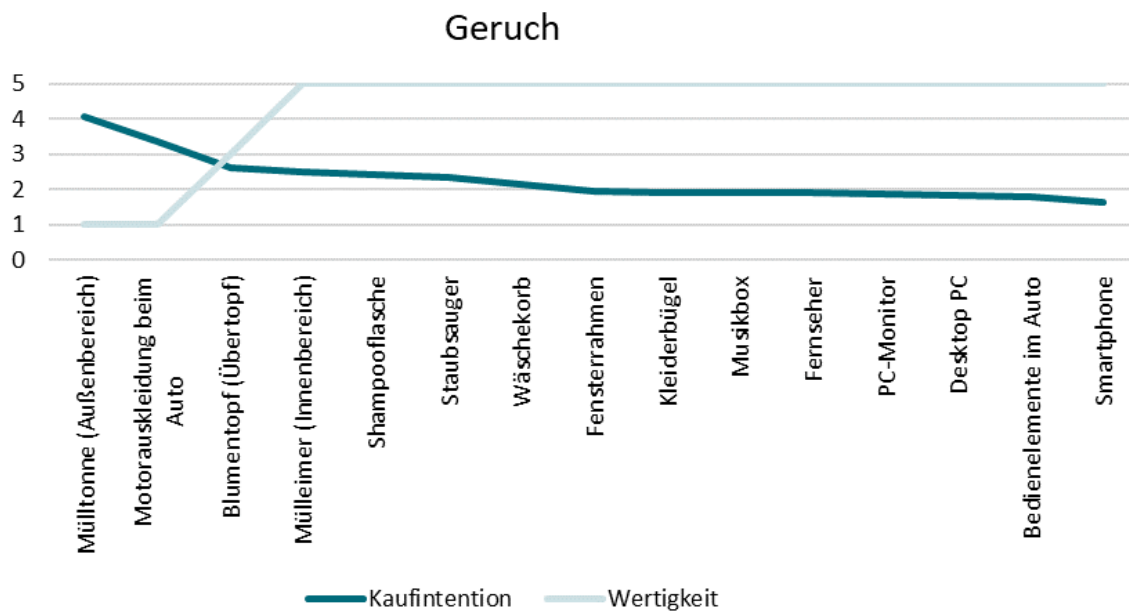


Abbildung 2: Wertigkeit der ausgewählten Produkte und Auswirkungen auf die Kaufintention im Fall einer rezyklateinsatzbedingten Verschlechterung des Geruchs

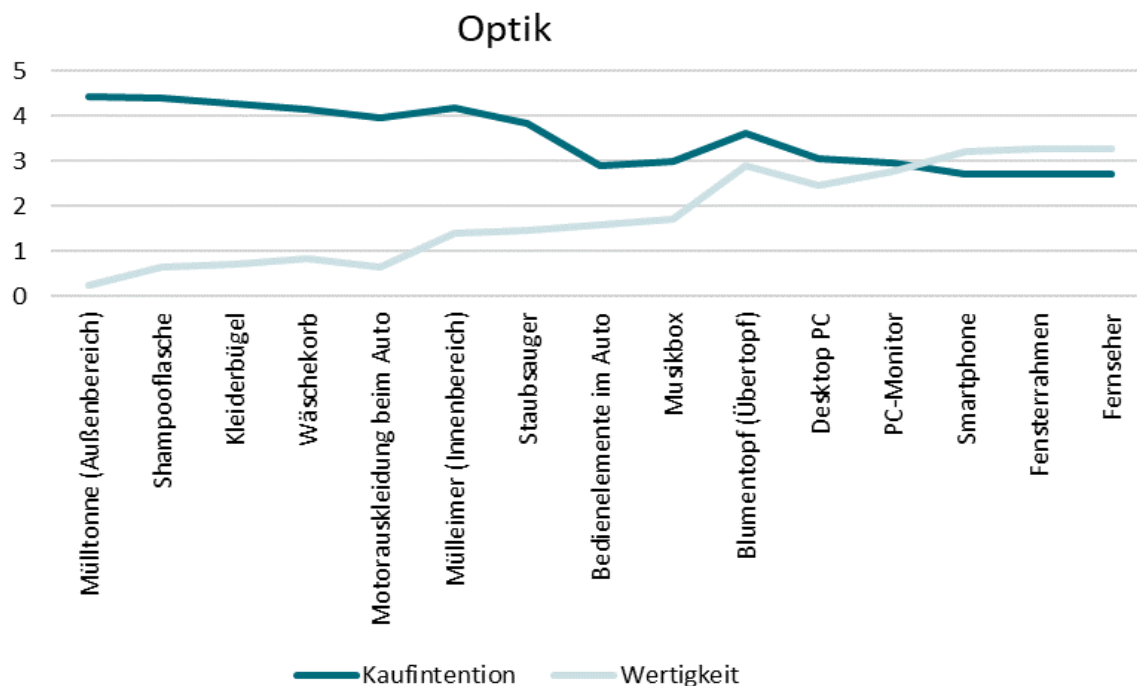


Abbildung 3: Wertigkeit der ausgewählten Produkte und Auswirkungen auf die Kaufintention im Fall einer rezyklateinsatzbedingten Verschlechterung der Optik

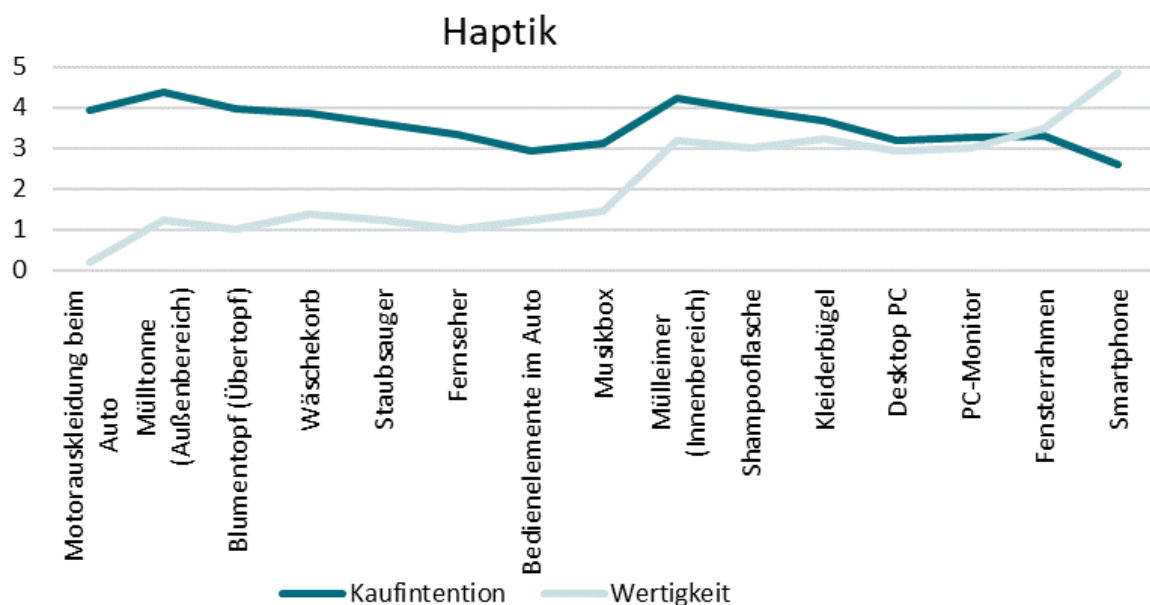


Abbildung 4: Wertigkeit der ausgewählten Produkte und Auswirkungen auf die Kaufintention im Fall einer rezyklateinsatzbedingten Verschlechterung der Haptik

Abbildung 5 zeigt auf welche Preissteigerungen, bedingt durch einen Rezyklateinsatz Endverbraucher in Kauf nehmen würden. 46 % der Befragten sind bereit 6-10 % mehr zu zahlen, wenn Rezyklate eingesetzt werden. Weitere 13 % würden sogar noch mehr zahlen. Es gibt demnach offenbar einen beträchtlichen Verbraucheranteil, der im Sinne umweltfreundlicher Produkte bereit ist Kaufsteigerungen zu akzeptieren und den es sich somit lohnen kann spezifisch zu adressieren.



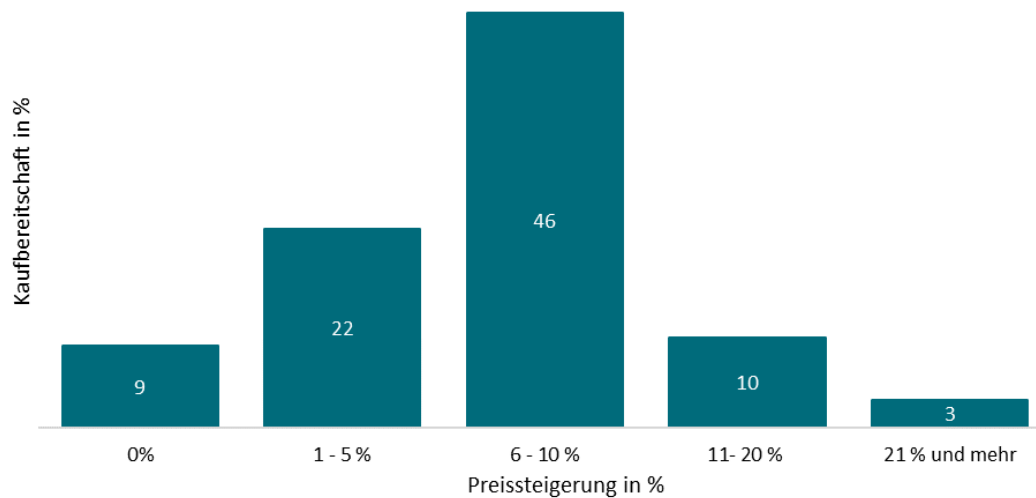


Abbildung 5: Bereitschaft der Endverbraucher höhere Preise zu zahlen im für rezyklathaltige Kunststoffprodukte

### 3. Branchen-Umfrage unter Recyclingunternehmen

Die Einschätzungen von Experten aus 33 Recyclingunternehmen ergaben, dass die in Tabelle 2 abgebildeten Parameter relevant für die erzielbaren Rezyklateinsätze sind und, dass für die Parameter 1-2 sowie 4 die Anforderungen herabgesetzt werden können ohne die eigentliche Funktion der Produkte nicht mehr zu gewährleisten.

Tabelle 2: Parameter, deren Anforderungsprofile vor dem Hintergrund eines gesteigerten Rezyklateinsatzes als anpassbar identifiziert wurden

Parameter	Beschreibung der Parameter
1. Farbanforderungen	Die Steigerung der Menge in einer bestimmten Branche, wenn Farbanforderungen eine untergeordnete Rolle spielen.
2. Kunststoffvielfalt	Die Steigerung der Menge in einer bestimmten Branche, wenn die Verwendung auf drei spezifische Kunststoffsorten beschränkt wird (geringere Heterogenität der Kunststoffe auf dem Markt).
3. Preis	Die Steigerung der Menge in einer bestimmten Branche, wenn der höhere Preis für Rezyklate in der gewünschten Qualität akzeptiert wird.
4. Dimensionierung	Die Steigerung der Menge in einer bestimmten Branche, wenn Sicherheitspuffer in den Endprodukten reduziert werden oder eine flexiblere Dimensionierung der Produktdicke möglich ist.

Unter diesen Voraussetzungen sowie unter der Annahme, dass sie mit ihren Produkten einen höheren Preis erzielen können, wurden Recyclingunternehmen befragt, welche zusätzlichen Mengen in die einzelnen Anwendungsbranchen geliefert werden können. Die Ergebnisse hierzu zeigt Abbildung 6.



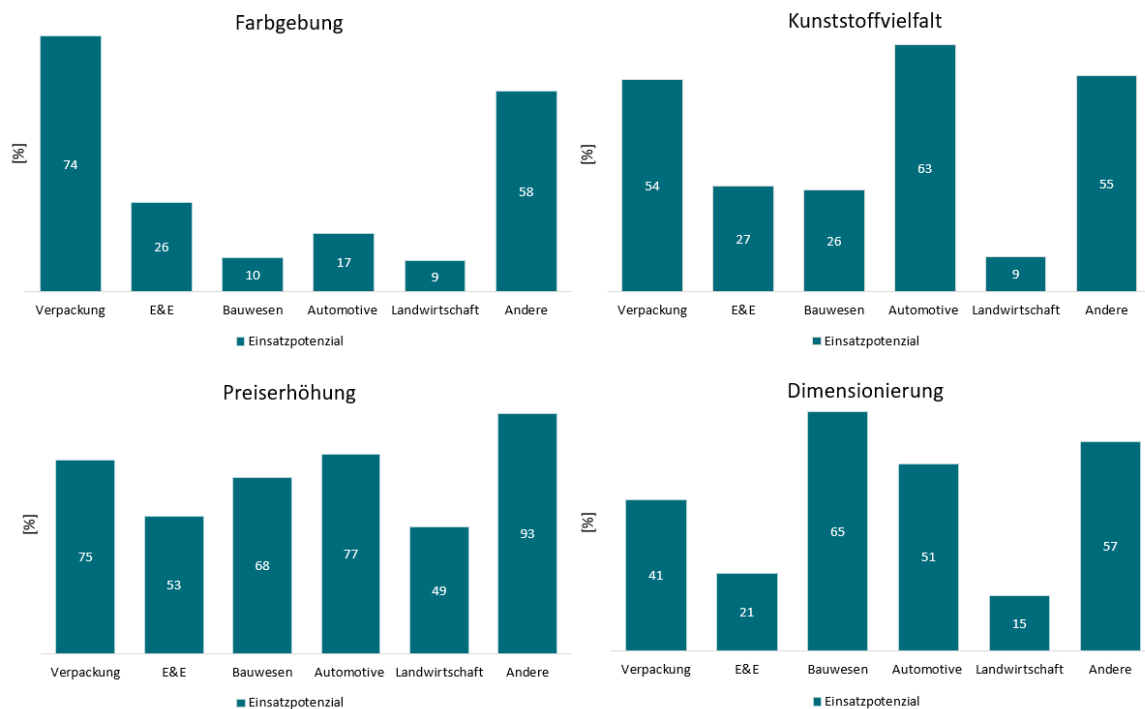


Abbildung 6: Prozentuelle Steigerung der zulieferbaren Rezyklatmenge je Branche in Abhängigkeit der Anforderungsänderungen bezogen auf die Gesamttonnage.

Eine Hochrechnung dieser Ergebnisse bezogen auf den europäischen Gesamtmarkt bedeutet im Fallbeispiel Farbgebung für Verpackungen eine Erhöhung des Rezyklatanteils von ursprünglich 8,5 % (2022) auf 14,8 %. In der Anwendung Automotive würde sich die Rezyklatmenge von 2,9 % auf 3,6 % und im Bauwesen von 18,1 % auf 20 % erhöhen lassen. Für die Elektronikbranche bedeuten herabgesetzte Anforderungen bei der Farbgebung eine Steigerung von ursprünglich 3,6 % auf 4,0 % beim Rezyklateinsatz.

Eine Beschränkung auf drei spezifische Kunststoffsorten würde laut Befragung dazu führen, dass Recyclingunternehmen die zugelieferte Rezyklatmenge besonders in der Verpackungs- und Automobilindustrie um stark erhöhen können (mehr als 50 % zusätzlich). Dies würde dazu führen, dass die Rezyklatquote bezogen auf den europäischen Markt für diese Branchen von ursprünglich 8,5 % (für den Verpackungssektor) auf 13,1 % und von 2,9 % (für den Automobilssektor) auf 5,5 % steigen könnte.

Weiterhin würde eine erhöhte Zahlungsbereitschaft der Kunststoffverarbeiter, bei sonst gleichbleibenden Produkthanforderungen, das Rezyklatangebot auf dem europäischen Markt für die Automobilbranche auf 6,0 %, für das Bauwesen auf 30,0 % und für die Verpackungsindustrie auf 14,8 % erhöhen.

Können Anforderungen an die Dimensionierung von Bauteilen angepasst werden oder Sicherheitspuffer bei Verarbeitungsparameter vergrößert werden würde sich das Rezyklatangebot laut Umfrage für die Branche Verpackung eine auf 12,0 %, für die Baubranche auf 29,8 % und für die Automobilbranche auf 5 % steigern lassen. Im Bereich E&E könnte die Rezyklatquote auf 4,4 % gesteigert werden.

Eine Aufsummierung der fallbeispielbezogenen Rezyklatsteigerungspotenziale kann nicht vorgenommen werden, da durch die Umfragen nicht sichergestellt wurde, ob diese theoretische Mengensteigerung durch die Recyclingunternehmen tatsächlich lieferbar wäre.

#### 4. Branchenübergreifende Handlungsempfehlungen

Die beschriebenen Einzelbeispiele und Erkenntnisse zeigen, dass die nicht vorrangig produktfunktionalen Einsatzhemmnisse durchaus durch umsetzbare Maßnahmen angepasst werden können und zu einer Erhöhung der verfügbaren Rezyklatmengen je Branche führen können. Hemmende Faktoren für die Steigerung des Rezyklateinsatzes treten auf unterschiedlichen Ebenen auf. Ein Vergleich der jeweiligen Befragungsergebnisse des Abschlussberichts zeigt, dass verschiedene Anforderungen der kunststoffverarbeitenden Industrie den Einsatz von Rezyklaten in vielen Branchen verhindern, obwohl der Einsatz von Rezyklaten für die untersuchten Produktgruppen gesellschaftlich akzeptiert wäre.

Tabelle 3 fasst die Gegenüberstellung der Ergebnisse zusammen und formuliert Handlungsempfehlungen, um den Einsatz von Rezyklaten trotz bestehender Einsatzhemmnisse zu ermöglichen.

*Tabelle 3: Zusammenfassung der Einsatzhemmnisse, -potenziale und limitierende Faktoren von Rezyklaten und sich hieraus direkt ergebende Handlungsempfehlungen für die Erhöhung von Rezyklatmengen in Industriebranchen.*

Einsatzhindernisse	Einsatzpotenziale	Limitierende Faktoren	Handlungsempfehlung
<b>Optische Anforderungen an Kunststoffprodukte</b>			
Genau definierte Farbtöne auch im Bereich nicht-sichtbarer Kunststoffbauteile.	Rezyklatangebot für die Branche Automotive könnte um 17 %, für die Baubranche um 10 % und für die Verpackungs-industrie um 74 % gesteigert werden.	Farbansprüche der kunststoff-verarbeitenden Industrie. Normanforderungen (homogene Farbe) bestimmter Produktbereiche.	Erweiterte Möglichkeiten bezüglich der erlaubten RAL-Bereiche und Farbspektren erhöhen das Rezyklatangebot. Branchenbezogene Sammelsysteme verringern die Heterogenität der Rezyklatströme.
<b>Preisanpassungen von Recyclingmaterial</b>			
Enge Preisverknüpfung zwischen Neuwarekunststoffen und recycelten Kunststoffen trotz unterschiedlicher Herkunft und Verarbeitung.	Preisanpassungen können das Rezyklatangebot für die Branche Automotive um 77 %, für die Baubranche um 68 % und für die Verpackungs-industrie um 75 % erhöhen.	Akzeptanz einer Preiserhöhung in der Gesellschaft: Ca. 46 % der Befragten sind bereit eine Preissteigerung zwischen 6-10 % zu akzeptieren. Weitere 13 % würden sogar noch mehr zahlen.	Preisentwicklung für Rezyklate sollte sich nicht an der von Neuware orientieren. Offenbar gibt es einen großen Anteil an Kunden, die bereit sind Mehrkosten in Kauf zu nehmen und die es gezielt gilt zu adressieren.
<b>Dimensionierung von Kunststoffprodukten und -bauteilen</b>			
Einhaltung mechanischer Eigenschaften bei gleichzeitiger Beschränkung im Bereich der Produkt-dimensionierung	Anpassungen im Bereich der Dimensionierung können die Rezyklatmenge in der Branche Verpackung um 41 %, im Bereich	Normenspezifische Anforderungen und Produktspezifikationen der kunststoffverarbeitenden Industrie	Einführung und Anpassung von Normen für rezyklatbasierte Produkte mit flexibler Dimensionierung bei gleichbleibenden mechanischen

	E&E um 21 %, im Bauwesen um 65 % und im Automobilssektor um 51 % erhöhen.		Eigenschaften im Endprodukt.
<b>Reduzierung der Kunststoffvielfalt innerhalb von Branchen</b>			
Große Heterogenität im Rezyklatstrom durch Kunststoffvielfalt	Eine Fokussierung auf 3 Kunststoffsorten je Branche kann eine Rezyklaterhöhung von 54 % (Verpackung), 27 % (E&E), 26 % (Bauwesen), 63 % (Automotive) und 9 % (Landwirtschaft) bewirken.	Designanforderungen der kunststoff-verarbeitenden Industrie	Beschränkungen der Kunststoffsortenvielfalt je Branche und Spezialisierung auf die Ausarbeitung der Eigenschaften von einzelnen Kunststoffsorten durch eine angepasste Additivierung.

Um die aufgezeigten Handlungsempfehlungen in die Umsetzung zu bringen, sehen die Autoren der Studie Industrie, Gesetzgeber und Forschung in der Verantwortung. Folgende Maßnahmen sollten daher ergriffen werden:

- 1) Verstärkte öffentliche Förderung von Kooperationsprojekten zwischen Forschung und Industrie zur Entwicklung von Demonstratoren für die Kunststoffneuwaresubstitution in konkreten Produkten und Prozessen. Ausweitung der hierfür nötigen technischen Infrastruktur an F&E-Einrichtungen.
- 2) Verstärkte öffentliche Förderung der Wiederaufbereitung von Kunststoffabfällen durch die Erprobung neuer Rezepturen auf Basis verringerter Materialvielfalt und dem Einsatz von Additiven zur Erzielung der Passfähigkeit in bestimmten Anwendungen inklusive Erweiterung der technischen Infrastruktur an F&E Einrichtungen.
- 3) Gezielte anwendungsspezifische Initiativen durch Industrie und Normungsinstitutionen zur Weiterentwicklung bestehender Normen und Werksstandards mit dem Ziel, den bislang in einzelnen Produktgruppen blockierten Einsatz von Rezyklaten zu ermöglichen.
- 4) Für Hersteller von Kunststoffprodukten empfiehlt es sich die Arbeitsprozesse bei der Produktentwicklung anders zu gestalten und längere Qualifikationstests für Rezyklatmaterialien zu ermöglichen als derzeit in den verkürzten Produktentwicklungszyklen vorgesehen.
- 5) Verbindliche und langfristig verlässliche Vorgaben des Gesetzgebers für die Recyclingfähigkeit im Rahmen der weiteren Ausarbeitung der EU-Ökodesign-Verordnung.
- 6) Endkundenorientierte Aufklärungskampagnen zum Rezyklateinsatz in Kunststoffprodukten und etwaig hierdurch bedingte optische und haptische Auswirkungen bzw. mögliche Preissteigerung, verbunden mit produkt- und adressatenspezifischer tiefergehender Akzeptanzforschung.