

Optionen und Maßnahmen



UniNETZ –
Universitäten und Nachhaltige
Entwicklungsziele

Österreichs Handlungsoptionen
zur Umsetzung
der UN-Agenda 2030
für eine lebenswerte Zukunft.

Aktionsplan Hochwertiges Recycling: *Design for Recycling*, Schadstofffreiheit & Einsatz von Sekundärrohstoffen

12_02

Target 12.4 und 12.5

Autor_innen:

Schrack, Daniela (*Johannes-Kepler-Universität*); Hansen, Erik (*Johannes-Kepler-Universität*); Allesch Astrid (*Universität für Bodenkultur Wien*); Huber-Humer, Marion (*Universität für Bodenkultur Wien*), Frey, Patrick (*Johannes-Kepler-Universität, Student*)

Reviewer_innen:

Schmitt Julia (*Johannes-Kepler-Universität*), Gall, Markus (*Johannes-Kepler-Universität*)

Inhalt

3	Tabellenverzeichnis
4	12_02.1 Ziele der Option
6	12_02.2 Hintergrund der Option
7	12_02.3 Optionenbeschreibung
7	12_02.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen
22	12_02.3.2 Erwartete Wirkungsweise
24	12_02.3.3 Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen
27	12_02.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit
27	12_02.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann
27	12_02.3.6 Interaktionen mit anderen Optionen
29	12_02.3.7 Offene Forschungsfragen
29	Literatur

Tabellenverzeichnis

- 5 Tab. O_12-02_01:** Option 12_02 und zugehörige Maßnahmenbündel. Quelle: Eigene Darstellung.
// Tab. O_12-02_01: Option 12_02 and associated bundles of measures. Source: Own illustration.
- 8 Tab. O_12-02_02:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 1. Quelle: Eigene Darstellung.
// Tab. O_12-02_02: Individual measures for bundles of measures 1. Source: Own illustration.
- 17 Tab. O_12-02_03:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 2. Quelle: Eigene Darstellung.
// Tab. O_12-02_03: Individual measures for bundle of measures 2. Source: Own illustration.
- 24 Tab. O_12-02_04:** Erfahrungen aus anderen Ländern mit ähnlichen Optionen bzw. Maßnahmen – Überblick. Quelle: Eigene Darstellung.
// Tab. O_12-02_04: Overview of best practice examples from other countries regarding similar options for action. Source: Own illustration.
- 26 Tab. O_12-02_05:** Interaktionen der Maßnahmenbündel mit anderen Targets. Quelle: Eigene Darstellung.
// Tab. O_12-02_05: Interactions between the bundles of measures and other targets. Source: Own illustration.

12_02.1 Ziele der Option

Die Option *Aktionsplan Hochwertiges Recycling: Design for Recycling, Schadstofffreiheit & Einsatz von Sekundärrohstoffen* besteht aus zwei Maßnahmenbündeln (siehe *Tab. O_12-02_01*). Grundlegend bezieht sich diese Option und die damit verbundenen Maßnahmenbündel auf die SDG Targets 12.4 (*„umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien und allen Abfällen während ihres gesamten Lebenszyklus“*)¹ (Vereinte Nationen (UN), 2015, S. 24) und 12.5 (*„Abfallaufkommen durch ... Wiederverwertung ... verringern“*)² (UN, 2015, S. 24), wobei im Rahmen letzteres lediglich auf Recycling eingegangen wird.³

Die Option soll einerseits zum Ziel haben, besonders schädliche bzw. besorgniserregende Stoffe⁴ aus Produkten konsequent zu eliminieren, um dadurch die Verfügbarkeit hochwertiger Sekundärrohstoffe zu steigern und schadstofffreie Sekundärrohstoffe⁵ und saubere Kreisläufe sicherzustellen. Die Verfügbarkeit der notwendigen Menge hochwertiger Sekundärrohstoffe und deren absoluter Beitrag zu Umweltverbesserung wird durch Einsatz moderner Recycling-Technologien und nachhaltiger Prozesse in der Recyclingindustrie selbst unterstützt.

1 Definition lt. UN (2015, S. 24): *„Bis 2020 einen umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien und allen Abfällen während ihres gesamten Lebenszyklus in Übereinstimmung mit den vereinbarten internationalen Rahmenregelungen erreichen und ihre Freisetzung in Luft, Wasser und Boden erheblich verringern, um ihre nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken.“*

2 Definition lt. UN (2015, S. 24): *„Bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich verringern“*

3 Anmerkung: die Ziele der Vermeidung, Verminderung und Wiederverwertung lt. Definition der UN werden durch die Optionen 12_07 abgedeckt.

4 Der Begriff *Chemikalien* wie in Target 12.4 beschrieben, ist zu eng gefasst, da im Wesentlichen alle Substanzen und Stoffströme, welche potentiell für die natürliche Umwelt und die menschliche Gesundheit gefährlich oder besonders besorgniserregend sind (so genannte *Substances of Concern*; Abk. SoC bzw. *Substances of very high Concern*; Abk. SVHC), möglichst eliminiert oder zumindest entsprechend gesteuert werden sollten.

Grundlegend ist der Begriff *Chemikalie* sehr unscharf und kann je nach Zusammenhang unterschiedliche Bedeutungen haben. Aus Sicht der Chemie kann man jeden chemischen Stoff, egal ob natürlichen oder synthetischen Ursprungs, als Chemikalie bezeichnen. Typischerweise wird jedoch der Begriff Chemikalie (von Laien) häufig beschränkt auf chemische Substanzen oder Verbindungen, die durch chemische, industrielle Verfahren hergestellt wurden (Lumitos, 2021). Dies ist auch das Begriffsverständnis von Chemikalien oder chemischen Stoffen in diesem Bericht.

Ein bedenklicher Stoff (*Substance of Concern*; SoC) wird laut Verordnung (EU) Nr. 528/2012 definiert als *„jeder Stoff, der kein Wirkstoff ist, der aber aufgrund seiner Beschaffenheit unmittelbar oder mit zeitlicher Verzögerung auftretende nachteilige Wirkungen auf Menschen, insbesondere gefährdete Gruppen, haben kann und in einem Biozidprodukt in hinreichender Konzentration enthalten ist oder entsteht, um das Risiko einer solchen Wirkung zu bergen.“* (Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union, 2012, Artikel 3 lit f).

Besonders besorgniserregende Stoffe (*Substances of very high Concern*; SVHC) sind *„Stoffe, die sehr ernste und häufig irreversible Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben können“* (European Chemicals Agency (ECHA), 2021). Dazu gehören etwa Stoffe, die giftig und langlebig in der Umwelt verbleiben und sich in Organismen anreichern (*persistent, bioaccumulative and toxic* – PBT), sowie etwa Stoffe, die auf das Hormonsystem wirken (Umweltbundesamt (UBA), 2021a).

5 Der Begriff *Sekundärrohstoff* ist nicht auf eine bestimmte Stoff- oder Materialgruppe beschränkt, sondern umfasst grundlegend alle Materialien, die rezykliert worden sind, d. h. auch beispielsweise Kunststoffe, Papier, Holz, Metalle, Glas, mineralische Baustoffe.

**Maßnahmenbündel
(Option 12_02)**

Ziele

<p>1. Saubere Kreisläufe schaffen: Eliminierung von Schadstoffen vom Produktdesign bis zum Recycling</p>	<p>Ziel ist</p> <p>a) die Eliminierung gefährlicher (chemischer) Substanzen bzw. Inhaltsstoffe und besonders besorgniserregender Stoffe;</p> <p>b) oder, falls a) nicht möglich, deren Substituierung durch minder gefährliche nachhaltige Alternativen;</p> <p>c) sowie falls a und b) nicht möglich, der sorgsame Umgang mit diesen Chemikalien bzw. diese beinhaltenden Produkte im gesamten Produktlebenszyklus und die Führung dieser gefährlicher (chemischer) Substanzen bzw. Inhaltsstoffe und besonders besorgniserregender Stoffe in geschlossenen Kreisläufen.</p> <p>Das soll erfolgen</p> <ul style="list-style-type: none"> – durch ein <i>Phasing-Out</i> von oder einen definierten Umgang mit gefährlichen Chemikalien als Produktkomponenten in (sicheren) technischen Kreisläufen und; – durch die Verwendung von positiv definierten Inhaltsstoffen und kreislauffähigen bzw. abbaubaren Materialien in Produkten, die sicher für biologische Kreisläufe sind.
<p>2. Materialkreislauf schließen und optimieren: erhöhter Einsatz hochwertiger Sekundärrohstoffe in Produkten</p>	<p>Ziel ist die Erhöhung des Einsatzes von hochwertigen Sekundärrohstoffen bei gleichzeitiger Sicherstellung von sauberen Kreisläufen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sekundärrohstoffe sollen in einer ausreichenden Quantität und Qualität erzeugt werden, der Einsatz von Primärrohstoffen sollte verteuert und damit verringert werden; – Die Rückgewinnung von Wertstoffen aus getrennten und gemischten Primärabfällen (z. B. Restmüll) und Sekundärabfällen (z. B. Aschen und Schlacken) soll effektiver gestaltet werden.

Tab. O_12-02_01: Option 12_02 und zugehörige Maßnahmenbündel. Quelle: Eigene Darstellung.

// Tab. O_12-02_01: Option 12_02 and associated bundles of measures. Source: Own illustration.

12_02.2 Hintergrund der Option

Nahezu alle Materialien und Produkte in unserer heutigen Gesellschaft beinhalten Chemikalien oder wurden durch deren Einsatz produziert. Oft sind darin toxische Substanzen enthalten. Das Vermeiden von toxischen Substanzen spielt nicht nur für die menschliche Gesundheit eine wesentliche Rolle, sondern insbesondere auch für funktionierende Materialkreisläufe, da nur damit eine sichere Wiederverwendung und eine gleichwertige stoffliche Verwertung (Recycling) von Materialien ermöglicht wird (ECHA, 2018) und *Downcycling* vermieden wird. Chemikalien werden heute zwar für die vorgesehenen Zwecke standardmäßig auf Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt überprüft (beispielsweise wird durch die *REACH-Verordnung*⁶ versucht, die mit dem Einsatz von Chemikalien einhergehenden Risiken zu beherrschen und zu reduzieren), es kann aber vorkommen, dass die Chemikalien auch für unvorhergesehene Zwecke und nicht bestimmungsgemäß eingesetzt werden (vor allem in weiteren Lebenszyklen) oder, dass noch nicht alle damit einhergehenden Risiken bekannt sind.

Selbst Stoffe der kleinen Gruppe der derzeit ca. 180 *Substances of Very High Concern* (SVHC), besonders gefährliche krebserzeugende, erbgutverändernde und fruchtbarkeitsgefährdende Stoffe, auf die sich in der Chemikalienverordnung *REACH* der *Europäischen Union* geeinigt wurde, können weiterhin unterhalb relativ hoher Grenzwerte frei eingesetzt werden und müssen bei Überschreitung von Grenzwerten in Produkten meist lediglich höheren Dokumentationspflichten (*Safety Data Sheets*) nachkommen (*Europäische Kommission* (EC), 2018a). Wenn überhaupt besonders gefährliche Substanzen restringiert und substituiert werden, werden häufig relativ ähnliche Chemikalien – die aber noch nicht als SVHC gelistet sind – verwendet. Die Substitute können manchmal sogar schädlicher sein, werden aber – wegen der noch nicht erfolgten Listung als SVHC – verwendet.

Statt bereits eingeführte SVHC in aufwendigen Prozessen zu dokumentieren und kontrollieren (*End of Pipe-Ansatz*), sollte im Sinne des Vorsorgeprinzips bereits beim Produktdesign angesetzt werden (z. B. mittels des *Safe-by-Design*-Konzepts), um gefährliche Substanzen und besorgniserregende Stoffe von vornherein zu vermeiden. Volontäre Standards wie *Cradle to Cradle* (C2C)⁷ beschränken bereits die Verwendung von SVHC und weiteren bedenklichen Stoffen in strenger Weise im Sinne einer Selbstverpflichtung und werden bereits weltweit von Unternehmen erfolgreich implementiert (*Cradle to Cradle Products Innovation Institute* (CCPII), 2016). Als freiwilliger Ansatz geht dies aber nicht über eine Nischenapplikation von Pionierunternehmen, die sich als Qualitätsführer_in-

⁶ Die Abkürzung *REACH* steht für *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe). Die *REACH-Verordnung* trat am 1. Juni 2007 in Kraft (ECHA, 2020a).

⁷ Das *Cradle to Cradle*-Konzept stellt einen Produktdesignansatz dar, in dem alle Materialien entweder als biologische Nährstoffe in biologische Kreisläufe rückgeführt werden oder als technische Nährstoffe in technischen Kreisläufen kontinuierlich genutzt werden können, sodass die eingesetzten Rohstoffe am Ende des Produktlebenszyklus möglichst vollständig und ohne Verlust an Qualität in neuerlichen Produktionsprozessen genutzt werden können. Die C2C-Produktzertifizierung ist in fünf Graden erhältlich (Basic, Bronze, Silber, Gold und Platin) und bewertet dabei folgende fünf grundlegende Kriterien: Materialgesundheit, Wiederverwendung von Materialien, erneuerbare Energien, Wassermanagement und soziale Verantwortung (CCPII, 2016).

nen differenzieren, hinaus, da auch signifikante Innovationsaufwände mit einem derartigen Produkt-*Redesign* in Verbindung stehen (Hansen & Schmitt, 2020).

Durch die Sicherstellung, dass recycelte Sekundärrohstoffe möglichst frei von gefährlichen oder besonders besorgniserregenden Substanzen sind, kann zudem einerseits der Markt für derartige Rohstoffe erweitert werden, andererseits wird das Vertrauen in Sekundärrohstoffe gestärkt (Sušnik, 2020). Zusätzlich zur Schaffung eines Marktes für recycelte Rohstoffe müssen diese auch tatsächlich in der Praxis eingesetzt werden, wofür sich das *Design for recycling* als Strategie gut eignet. Diese beinhaltet das Design eines rezyklierbaren Produkts und die Nutzung von rezyklierten Materialien (Sekundärrohstoffen) anstelle von Primärrohstoffen, was ebenfalls dazu beiträgt, nachhaltigere Produkte herzustellen (Maris, Froelich, Aoussat & Naffrechoux, 2014).

Schadstoffe sind nicht nur ein Problem für hochwertiges Recycling in organisierten Sammel- und Recyclingstrukturen, sondern auch beim *Leaking* in die Umwelt durch beispielsweise Mikroplastik (*World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation (EMF) & McKinsey & Company, 2016*). Für die Umwelt kann Mikroplastik schädlich sein, da gefährliche Stoffe, mit denen die Kunststoffe versetzt wurden, in die Umwelt dissipieren können. Mikroplastik kann auch Organismen beispielsweise durch toxische Inhaltsstoffe (z. B. Bisphenol A) schaden (Fath, 2019). Zudem können sich verschiedene Schadstoffe an der Plastikoberfläche anreichern (Liebmann et al., 2015). Eine Eliminierung schädlicher Stoffe trägt insgesamt also auch zur Risikoreduktion von Mikroplastik bei.

12_02.3 Optionenbeschreibung

12_02.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen

Maßnahmenbündel 1:

Saubere Kreisläufe schaffen: Eliminierung von Schadstoffen vom Produktdesign bis zum Recycling

In diesem Bündel sind Maßnahmen enthalten, die dazu beitragen, Schadstoffe in der gesamten Wertschöpfungskette möglichst zu eliminieren. Ein spezieller Fokus liegt hier auch auf der Eliminierung bzw. Substitution gefährlicher (chemischer) Substanzen/Inhaltsstoffe und besonders besorgniserregender Stoffe durch nachhaltige Alternativen und einen sorgsamen Umgang mit diesen im gesamten Produktlebenszyklus. Die dazugehörigen Maßnahmen werden in *Tab. O_12-02_02* überblicksmäßig dargestellt und anschließend ausführlich beschrieben.

Einzelmaßnahme	Instrument Typ	Fokussierte Akteursgruppe
1. F&E Förderung für sichere und kreislauffähige Alternativen für gefährliche chemische Substanzen (<i>“Safe-by-Design“</i> - Konzept, positiv definierte Inhaltsstoffe)	Finanzinstrument	Hersteller_innen
2. Regulatorische Vorgabe von Stoff/Material-Positivlisten	Regulatorisches Instrument	Zulieferer_innen, Hersteller_innen
3. Strengere Beschränkungen und Verbote für die Verwendungen besonders besorgniserregender Stoffe (SVHC) in Produkten	Regulatorisches Instrument	Zulieferer_innen, Hersteller_innen
4. Einrichtung einer zentralen Stelle zur Förderung der Diffusion von kreislauffähiger Chemie und Produktdesign in Unternehmen	Finanzielle Förderung	Zulieferer_innen, Hersteller_innen
5. Höhere Besteuerung von besonders besorgniserregenden Stoffen (SVHC) bei gleichzeitiger Steuererleichterung bzw. Zuschüsse für sichere und kreislauffähige Substitute	Finanzinstrument	Zulieferer_innen, Hersteller_innen

Tab. O_12-02_02:
 Einzelmaßnahmen zu
 Maßnahmenbündel 1. Quelle:
 Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-02_02:** Individual
 measures for bundles of
 measures 1. Source: Own
 illustration.

Einzelmaßnahme 1:

Förderung der Erforschung und Entwicklung sicherer und kreislauffähiger Alternativen für gefährliche chemische Substanzen durch Entwicklung eines Safe-by-Design- Konzepts und positiv definierter Inhaltsstoffe

Um sichere und kreislauffähige Alternativen für gefährliche chemische Substanzen marktfähig einzusetzen, bedarf es vorwiegend eingehender Forschung. Die Entwicklung von Methoden zur Minimierung umwelt- und gesundheitsschädlicher Substanzen in fertigen Produkten und Sekundärrohstoffen muss forciert werden (EC, 2020). Derzeit fehlen hier noch Ressourcen bzw. es wird gefordert, dass es höhere Förderungen und insbesondere einen Schwerpunkt für Forschung im Bereich *Green Chemistry*⁸ geben sollte, wofür noch kein direktes Forschungsförderungsprogramm in Österreich besteht. Ebenso könnte, abseits der Forschung, als zusätzliche Förderungsmöglichkeit für *Green Chemistry*, die Betriebliche Umweltförderung als potenzielles Instrument genutzt werden (*Umweltbundesamt (UBA) & Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT)*, 2019). Die Fördermittel könnten von der österreichischen FFG für anwendungsorientierte, wirtschaftsnahe F&E (*Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie*) zur Verfügung gestellt werden oder auch vom FWF für Grundlagenforschung (*Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung*). Empfehlenswert sind sowohl Förderungen für Drittmittelprojekte an Universitäten, Forschungsgelder für die industrielle Forschung sowie Forschungsförderung von Kooperationsprojekten an der Schnittstelle Universitäten sowie Forschungseinrichtungen und Industrie.

Inhaltlich soll die Forschungsförderung insbesondere auf die Erforschung und Entwicklung von positiv definierten Inhaltsstoffen für Produkte und der Entwicklung eines *Safe-by-Design*-Konzepts für verschiedenste Produkte bzw. Produktgruppen (z. B. Bekleidung, Spielzeug, Druckerzeugnisse, Haushaltschemikalien, Möbel, Elektronik, Fahrzeugbau, Baustoffe, etc.) fokussiert werden. Das *Safe-by-Design*-Konzept geht dabei einen Schritt weiter als die alleinige Substitution von gefährlichen chemischen Substanzen, indem auf radikalere Innovationen gesetzt wird: das Design von nicht-toxischen oder sogar nicht-synthetischen Alternativen zu bestimmten gefährlichen oder schädlichen Substanzen (*Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft*, 2018). Ziel des *Safe-by-Design*-Konzepts ist es, Sicherheitsaspekte bereits während der Forschung und Entwicklung und der Designphase von Produkten zu adressieren, um die Notwendigkeit der Entsorgung in einer späteren Phase oder einer zeitverzögerten Substitution zu reduzieren (ECHA, 2018; van de Poel & Robaey, 2017; Kraegeloh, Suarez-Marino, Sluijters & Micheletti, 2018). Nach der Ansicht von Kraegeloh et al. (2018) beschreibt das *Safe-by-Design*-Konzept auch Sicherheitsmaßnahmen, die während der Designphase von Anlagen, Prozessen, Produkten, Materialien und Praktiken zur Prävention von Umweltschäden, Unfällen oder Krankheiten dienen. Um ein entsprechendes *Safe-by-Design*-Konzept zu entwickeln, ist eine intensiviertere Forschung & Ent-

⁸ *Green Chemistry* (auf deutsch Grüne Chemie) bezeichnet eine „ökologisch orientierte Chemie, die darauf abzielt, Umwelt- und Gesundheitsbelastung durch Chemikalien zu reduzieren“ (UBA, 2021b). Schon beim Design der Chemikalien und Produkte werden die Verfahren zur Herstellung von chemischen Substanzen und Produkten energieeffizienter, ressourcenschonender, gesundheits- und umweltverträglicher gestaltet und Stoffe mit geringerer Toxizität erzeugt.

wicklung (F&E) zu diesem Thema notwendig. Die Niederlande (*Ministerium für Infrastruktur und Wassermanagement* in Kooperation mit dem *Ministerium für Wirtschaft und Klima*) gehen dabei mit einem guten Beispiel voran und haben die Forschungsagenda *Safe Chemicals Innovation Agenda* (SCIA) ins Leben gerufen, welche sieben Bereiche identifiziert, wo F&E benötigt wird, um ein sicheres Design von Chemikalien, Materialien und Produkten zu gewährleisten.⁹

Neben einer Förderung der Erforschung der eben genannten Bereiche, wird auch gefordert, im Bereich der nachhaltigen Nutzung nanotechnologischer Entwicklungen einen Forschungsschwerpunkt zu setzen, da Wissenslücken insbesondere im Bereich der Sicherheit und der Auswirkungen des Einsatzes von Nanomaterialien bestehen. Dies inkludiert etwa die Förderung innovativer Produktentwicklungen von Nano-Additiven sowie der Auswirkungen von Nano-Materialien.¹⁰

Barrieren und Herausforderungen: Es gilt sicherzustellen, dass es sich bei der Forschungsförderung um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung handelt und ein interdisziplinärer Ansatz gewählt wird. Die Anwendung des *Safe-by-Design*-Konzepts ist insbesondere für KMUs sehr ressourcenintensiv, weshalb hier spezifische Unterstützung anzudenken ist. Zudem bietet das *Safe-by-Design*-Konzept keine Rechtssicherheit, da es (noch) keinen Standard bzw. keine Norm dazu gibt.

Transformationspotential: Da Forschung und Entwicklung die Grundlage für eine zielgerichtete nachhaltige Transformation darstellen, ist das Transformationspotential bei entsprechend hoher Förderung als hoch einzustufen. Der Wirkungszeitraum ist dabei längerfristig angelegt, da Forschungsprojekte oft mehrere Jahre dauern und da, insbesondere wenn es sich um Grundlagenforschung handelt, die praktische Umsetzung nochmals häufig mehrere Jahre in Anspruch nimmt.

Einzelmaßnahme 2:

Regulatorische Vorgabe von Stoff/Material-Positivlisten mit Inhaltsstoffen, die in der Produktentwicklung zugelassen sind

Diese so genannten *Positiv-Listen* sollen dazu dienen, Stoffe und Materialien zu kennzeichnen, welche in Produkten verwendet werden dürfen (als Gegensatz zu Negativ-Listen, welche aufzeigen, welche Stoffe nicht verwendet werden dürfen). Diese Listen sollen für Produzent_innen zugänglich sein, um deren Produktdesign und die darauf basierende Produk-

⁹ Im Rahmen dieser Forschungsagenda, an der Partner_innen aus der Industrie sowie öffentliche und private (Forschungs-)Institutionen beteiligt sind, wurden Forschungsbereiche identifiziert, an denen zukünftig in Hinblick auf eine Kreislaufwirtschaft und nicht-toxischen Umwelt gearbeitet werden soll. Allerdings ist diese Agenda zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur als Informationsquelle für politische Entscheidungsträger_innen, Forschungsgeldgeber_innen und Forscher_innen zu verstehen und noch kein verbindliches Programm, Safe-by-Design umzusetzen (Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft, 2018).

¹⁰ Hierzu gibt es den Forschungsschwerpunkt *Nano Environment, Health and Safety* (Nano EHS) in der *Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft* (FFG). In diesem Programm können Projekte entweder national im Rahmen der Nano EHS-Ausschreibungen oder international im Rahmen des SAFERA-Programmes eingereicht werden. Die Zielsetzung des Schwerpunktes ist auf folgende Bereiche ausgerichtet: (1) Schließung von Wissenslücken zur Evaluierung der Sicherheit von Nanotechnologie mit besonderem Fokus auf die Bereiche Gesundheitsrisiken, Umwelt und der Schutz von Arbeitnehmer_innen; (2) Expertisenaufbau im Forschungssystem mit der Förderung von transnationalen Kollaborationen. 2019 wurden für die Nano EHS Förderung 700.000 Euro zur Verfügung gestellt (*Forschungsförderungsgesellschaft* (FFG), 2020).

tion daran auszurichten (*Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), 2020*). Der Ruf nach derartigen Positivlisten steigt, da der Prozess zur Aufnahme von Stoffen auf Negativlisten und nachfolgende Restriktionen sehr langwierig und aufwendig ist und damit in starkem Kontrast zur Geschwindigkeit bei der Einführung neuer Stoffe durch Innovation steht. Ein Beispiel sind Kosmetika in der EU, für die neben Negativlisten für bestimmte Substanzen beim Behandeln und Herstellen von Kosmetika eine Positivliste für Konservierungsstoffe, Farbstoffe und UV-Filter vorgesehen ist (*Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2020*). Zudem gibt es bereits eine auf EU-Ebene erstellte Positivliste für chemische Inhaltsstoffe von Pestiziden (Amanatidis, 2019). Weiters wurde im Jänner 2020 angekündigt, dass von der ECHA eine Positivliste für Chemikalien entwickelt werden soll, die bedenkenlos in Stoffen und Produkten genutzt werden können, die mit Trinkwasser in Berührung kommen.¹¹ Auch der volontäre Produkt-Zertifizierungsstandard C2C arbeitet nach dem Prinzip der Positivlisten: alle Stoffe bzw. Materialien, die das so genannte *Material Health*-Zertifikat bekommen, können ohne weiteres im Produktdesign Eingang finden (CCPII, 2016). Standen bei Etablierung des C2C-Standards noch wenige Materialien zur Verfügung, so werden mittlerweile immer mehr Materialien von Unternehmen aus diversen Industrien bzgl. Schadstoffgehalt gescreent und entsprechend optimiert, wodurch eine höhere Flexibilität beim Produktdesign entsteht.

Die Forderung ist, diese Positivlisten für weitere Produktgruppen und spezifische Produkte, Stoffe und Materialien – insbesondere Kunststoffverpackungen, Bekleidung/Heimtextilien, Möbel, und Baumaterialien – bis 2024 zu erstellen und bis 2028 einen vollständigen Umstieg von Negativ- auf Positivlisten zu erreichen (Regel-Ausnahme-Prinzip).

Barrieren und Herausforderungen: Ein Nachteil von Positivlisten könnte sein, dass vorhandene Lösungen als Innovationshemmer wirken und dies die Entwicklung neuer, besserer Lösungen erschwert (Friege, 2017). Zudem müssen bei Einführung einer Positivliste die betreffenden Stoffe zunächst auf Unbedenklichkeit getestet werden, was einen erheblichen Aufwand erfordert, der auch darin besteht, dass, falls sich bei einem Stoff etwas ändert oder es dazu neue Erkenntnisse gibt, er neu getestet werden müsste, um weiterhin auf der Positivliste verbleiben zu können.

Transformationspotential: Speziell durch den höheren Aufwand und die flächendeckende Umkehr von Negativ- auf Positivlisten kann davon ausgegangen werden, dass diese Maßnahme ein hohes Transformationspotential birgt, und grundlegende Änderungen durchgeführt werden müssen. Es müssten nicht nur sämtliche Verordnungen, die derartige Listen enthalten, auf Positivlisten geändert werden, sondern es müssen auch Methoden entwickelt und implementiert werden, um die Stoffe auf den Positivlisten ausreichend zu testen, was nicht nur den rechtlichen Rahmen, sondern auch die Infrastruktur bezüglich der Kontrollorganisationen maßgeblich ändert.

¹¹ Es wird erwartet, dass die erste Liste, die auf existierenden Listen der Mitgliedsstaaten basiert, ca. 1.500 Chemikalien zählt und bis 2024 von der EU angenommen wird. Diese Chemikalien sollen von der ECHA evaluiert werden und jeweils nur für einen begrenzten Zeitraum autorisiert werden. Unternehmen müssen künftig Anträge stellen, um ihre Chemikalien auf der Liste zu halten bzw. um neue hinzuzufügen (ECHA, 2020b).

Einzelmaßnahme 3:

Strengere Beschränkungen und Verbote für die Verwendung besonders besorgniserregender Stoffe (SVHC) in Produkten

In der Übergangsphase von Negativ- zu Positivlisten soll eine deutlich strengere marktliche Begrenzung von den besonders bedenklichen Stoffen (SVHC) erfolgen. Die bisherige *REACH*-Gesetzgebung (s.o.) erfordert zwar umfassende Dokumentationspflichten (bezüglich der Deklarationen gibt es ab 2021 bereits die EU-Datenbank SCIP, in der die Nutzung von besonders besorgniserregenden Stoffen von über 0,1 % Masseprozent des Produkts, d. h. 1000 ppm, angegeben werden muss (ECHA, 2020b), Restriktionen von SVHC werden aber nur selten umgesetzt. Daher soll sich die Bundesregierung auf europäischer Ebene für eine deutliche Verschärfung der *REACH*-Gesetzgebung einsetzen.

- **Verschärfung von Nachweisgrenzen auf 100 ppm** (z. B. nach C2C-Standard auf einen niedrigeren Grenzwert): Hersteller_innen werden verpflichtend, alle Materialien in deren Produkten ab einer Nachweisgrenze von 100 ppm anzugeben;
- **Verbote bei gewissen Stoffzulassungen** über einem Grenzwert von 1000 ppm (*Banned List*, insbesondere, wenn Unklarheiten über die synergetischen Wirkungen bzw. Wechselwirkungen herrschen): Verbot des Einsatzes von SVHC in Produkten über einem Grenzwert von 1000ppm;
- Verpflichtende explizite und transparente **Deklaration gefährlicher Inhaltsstoffe in Materialien, Produkten und Verpackungen** sowie verpflichtende Angabe der Beimengung von **Nano-Additiven** (Part, Zecha, Causon, Sinner & Huber-Humer, 2015): Auskunftsrechte müssen geschärft werden, Auskunftspflichten sollten klar definiert werden.¹² Zur Erhöhung der Praktikabilität und Gewährleistung umfassender Informationen zur Abbaubarkeit und Toxizität von Nano-Additiven muss auf EU-Ebene eine Überarbeitung der Nano-Klassifikation stattfinden, um eine europaweit einheitliche Anwendung und Auslegung der Kennzeichnungspflicht zu erreichen (Reihlen & Jepsen, 2015)¹³.

Zielgruppe dieser strengeren Beschränkungen und Verbote sind nicht nur die Hersteller_innen der Endprodukte, die somit auch die Verantwortung tragen, dass bei deren Komponenten- oder Verpackungszulieferer_innen diese Beschränkungen eingehalten werden bzw. die den Druck in vorgelagerte Stufen der Wertschöpfungskette weitergeben. Auch andere wirtschaftliche Akteur_innen (die nicht Hersteller_innen sind), aber die Produkte und Materialien in Verkehr bringen (z. B. Handelsunternehmen, große Handelsmarken und mächtige Markeninhaber_innen/*Brands*) sowie Importeur_innen, die Produkte in die EU einführen, müssen dies beim Inverkehrbringen bzw. Import sicherstellen.

¹² Bislang ist es so, dass ein Auskunftsrecht besteht, welches jedoch oft unzureichend ist, was beispielsweise auf inkompetente und unverständliche Antworten, generische Aussagen, wie etwa, dass man die Gesetze befolgt, oder den Verweis auf den Hersteller_innen, zurückzuführen ist. Weiters bestehen Hindernisse beim Stellen des Auskunftsantrages, wie etwa eine nicht angegebene Postadresse oder die notwendige Registrierung auf einem Internetportal (Stadt Oberhausen, 2019).

Barrieren und Herausforderungen: Im Regelfall treffen neue Verbote, strengere Beschränkungen u. Ä. auf den Widerstand der Hersteller_innen sowie Inverkehrbringer_innen und damit auch der Interessensvertreter_innen (z. B. Industriellenvereinigung, Wirtschaftskammer). Hauptargument ist häufig die schlechtere Wettbewerbsfähigkeit. Dies könnte teilweise durch eine EU-weite Regelung entschärft werden. Zudem ist eine weitere Herausforderung, herauszufinden, welche wirtschaftlichen Akteur_innen in der Lieferkette in der geeigneten Position sind, diese Verbote und Beschränkungen anzuwenden, d. h. wo können Veränderungen und Innovationen effektiv umgesetzt werden.

Transformationspotential: Strengere Beschränkungen und Verbote stellen Hürden für Unternehmen dar, gefährliche chemische Substanzen oder besonders besorgniserregende Substanzen (SVHC) weiterhin einzusetzen und fördern somit indirekt die Substitution dieser Stoffe oder innovative Produktentwicklungen, die gänzlich ohne diese Stoffe auskommen (*Safe-by-Design*). Diese Maßnahmen tangieren sehr viele Akteur_innen und Bereiche, da grundlegend rechtliche Gegebenheiten geändert werden und damit auch ein Umdenken und Bewusstseinsbildung forciert wird. Das Transformationspotenzial ist als hoch einzustufen. Das Transformationspotential in Bezug auf Deklarationspflichten (z. B. bei Nanomaterialien) betrifft zwar viele Branchen, allerdings bewirkt die bloße Einführung eines Auskunftrechts nur geringe praktische Änderungen für die Produktion. Dies kann ein Problem darstellen, da beispielsweise das Auskunftrecht in Bezug auf besonders besorgniserregende Stoffe nur von 4 % der Befragten einer Studie aktiv genutzt wurde (Hartmann & Klaschka, 2018), weshalb auch das Transformationspotenzial hier als gering anzusehen ist.

Einzelmaßnahme 4:

Einrichtung einer zentralen Stelle zur Förderung der Diffusion von kreislauffähiger Chemie und Produktdesign in Unternehmen

Zur Unterstützung der Diffusion von kreislauffähiger Chemie und einem Produktdesign entsprechend dem *Safe-by-Design*-Konzept in Unternehmen stehen ergänzend folgende Maßnahmen zur Verfügung, die allerdings unter einer zentralen Stelle gebündelt werden sollten.

- **Show-Casing von Best Practice-Beispielen aus der Praxis:** Unternehmen, die proaktiv innovative Lösungen für die Elimination besonders bedenklicher Stoffe entwickeln, sollen hervorgehoben oder im Rahmen von *Awards* ausgezeichnet werden.¹⁴ Somit soll eine stärkere Publizität in den Bereichen Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette, Substitution von gefährlichen Stoffen und grüner Chemie forciert werden (ECHA, 2017). Bezüglich der Publizitätsförderung könnte die Gründung von *Communities of Practice*

¹³ Der ungewisse Einfluss von Nano-Additiven auf Umwelt und Mensch bei z. B. Nanosilber wird tatsächlich als Hemmnis zur Nutzung genannt (Greßler et al., 2019). Zusätzlich zur verpflichtenden Angabe von Nano-Materialien in Produkten wird auch für ein europäisches Register für nanomaterialhaltige Produkte plädiert (Dubbert, Schwirn, Völker & Apel, 2014). Des Weiteren muss die Klassifikation der EU überarbeitet werden, da die Standards von Nanomaterialien in unterschiedlichen Bereichen, z. B. Kosmetika und Lebensmittel, nicht einheitlich sind. Zudem sind die Standards in der Praxis schwer erfüllbar, da man die angegebenen Größen mit Messgeräten schwer erfassen kann (Miernicki, Hofmann, Eisenberger, Kammer & Praetorius, 2019). Ein weiteres Problem ist, dass die *REACH*-Verordnung mitunter keine Anwendung findet, wenn das Material nicht als besonders besorgniserregender Stoff gekennzeichnet ist oder eine Menge von weniger als einer Tonne produziert bzw. genutzt wird. Dies hat zur Folge, dass produzierende Unternehmen keine Registrierungsdokumente übermitteln müssen (Breggin, Falkner, Pendergrass, Porter & Jaspers, 2016), was die Durchführung einer verpflichtenden Mengenangabe in Produkten erschwert.

gefördert werden, um das Wissen zwischen Unternehmen (insbesondere KMUs) weiterzugeben und gleichzeitig über Internetseiten und interaktive Landkarten *Best Practice*-Beispiele zu veröffentlichen;

- **Förderung der Kompetenzentwicklung in Unternehmen in Hinblick auf sichere und kreislauffähige Alternativen für gefährliche chemische Substanzen:** Für den sicheren Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen bietet der *REACH-Helpdesk*, von dem es in jedem Land eine nationale Stelle gibt, Informationen an. Daneben bietet die *Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA)* in Österreich für Unternehmen Beratungen und Informationen, sowie kostenlose Messungen und Schulungen an. Diese eher niederschwellige Maßnahme könnte um den Zweck einer Substitutionsberatung erweitert werden, um die Sensibilisierung für das Thema in Unternehmen weiter voranzutreiben. Alternativ kann auch von einer anderen Institution eine solche Substitutionsberatung angeboten werden. Gezielte Kompetenzentwicklung in Form von geförderten Schulungen und Fortbildungen im Bereich der unternehmensinternen F&E und Trainings für Personen im Einkauf und der Produktion sind wichtige Maßnahmen. Eine entsprechende Expert_innengruppe aus relevanten Akteur_innen der Wissenschaft und Wirtschaft müsste gebildet werden, um die Kompetenzentwicklung hinsichtlich der Nutzung und Evaluierung von Substituten bei Behörden und Unternehmen zu unterstützen;
- **Förderung der wertschöpfungsübergreifenden Zusammenarbeit für das Produkt-Redesign:** Da Innovationen und Produktentwicklungen häufig durch Kooperationen entstehen, ist es erforderlich, die Zusammenarbeit von Unternehmen zu fördern. Ein erster Schritt ist beispielsweise die Einrichtung der Plattform *Grüne Chemie*, welche im Juni 2020 vom *Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie* in Zusammenarbeit mit der *Umweltbundesamt GmbH* gegründet wurde.¹⁵ Zusätzlich könnte diese Plattform auch genutzt werden, um wertschöpfungsübergreifend Unternehmen zu vernetzen und Kooperationen zur F&E zu fördern. Ferner können Datenbanken zur Publikation von Informationen entwickelt werden, ein gutes Beispiel ist die Etablierung eines Marktplatzes, um Akteur_innen, die alternative Stoffe benötigen, mit Produzent_innen zu vernetzen (Tickner & Jacobs, 2016).

Barrieren und Herausforderungen: Bei der Einrichtung einer zentralen Stelle zur Förderung der Diffusion von kreislauffähiger Chemie und kreislauffähigem Produktdesign in Unternehmen sind kaum Barrieren zu erwarten. Es muss lediglich diskutiert werden, wo diese zentrale Stelle angesiedelt ist, bzw. an welchen bestehenden Strukturen angeknüpft werden kann. Eine Anpassung des rechtlichen Rahmens ist nicht notwendig, es ist jedoch mit einem erhöhten administrativen Aufwand vonseiten der öffentlichen Hand zu rechnen (z. B. *Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie*). Die Herausforderung wird sein, für Unternehmen jeglicher Branche und Größe entsprechend nützliche Informationen, Expert_innenwissen und Hilfestellung anzubieten.

¹⁴ So wie es etwa für den Bereich der Nachhaltigkeitsberichterstattung den ASRA (*Austrian Sustainability Reporting Award*) von *respect* gibt, der jährlich an die Unternehmen mit den besten Nachhaltigkeitsberichten verliehen wird (*respACT austrian business council for sustainable development*, 2020), könnte ein vergleichbarer *Award* für Unternehmen ins Leben gerufen werden, der sich auf *Green Chemistry*, die Elimination von gefährlichen Substanzen in Produkten oder innovativen *Safe-by-Design*-Konzepten bezieht.

Transformationspotential: Das Transformationspotential ist hier als mittel bis hoch einzuschätzen, da rasch und direkt Wirkungen in den Unternehmen sichtbar werden.

Einzelmaßnahme 5:

Höhere Besteuerung von besonders besorgniserregenden Stoffen (SVHC) bei gleichzeitigen Steuererleichterungen bzw. Zuschüssen für sichere und kreislauffähige Substitute

Als eine ergänzende regulatorische Maßnahme kann die höhere Besteuerung des Einsatzes von besonders besorgniserregenden Stoffen (SVHC) vorgesehen werden, die auf eine Verringerung des Einsatzes dieser Stoffe auf Basis ökonomischer Kriterien abzielt. Diese Maßnahme kann auf nationaler Ebene komplementär zu den Verboten auf EU-Ebene und der verpflichtenden expliziten und transparenten Deklaration gefährlicher Inhaltsstoffe in Maßnahme 3 eingeführt werden, insbesondere, wenn noch unklar ist, ob und inwieweit Regelungen auf EU-Ebene in den nächsten Jahren umgesetzt werden. Alternativ zur Einzelmaßnahme 3 könnte anstatt eines regulatorischen Instruments (Verbot) eine stringente Besteuerung von besonders besorgniserregenden Stoffen bzw. Produkten mit einem Grenzwert von über 1000 ppm auch auf EU-Ebene erfolgen. Als prioritäre Strategie ist allerdings ein stark restriktives Instrument (Verbot) auf EU-Ebene zu verfolgen.

Auf der anderen Seite kann mit Steuererleichterungen bzw. Zuschüssen beispielsweise die Nutzung alternativer Chemikalien, die weniger schädlich sind, gefördert werden. Besonderes Potenzial für solche Förderungen haben technologische Entwicklungen (Slunge & Alpizar, 2019). Auch Steuererleichterungen, insbesondere auf umweltfreundliche Investitionen, werden als mögliches Mittel zur Förderung von Substitution genannt, zusammen mit selektiven Forschungs-, Marktanzreiz- und Innovationsprogrammen (Lißner & Lohse, 2006). Maßnahmen diesbezüglich sind Mehrwertsteuerreduktion für zertifizierte Produkte (z. B. *Labelling für Produkte* innerhalb spezifischer Produktgruppen, welche keine besonders besorgniserregenden Substanzen beinhalten; bzw. Produkte, die nach dem C2C-Produktstandard zertifiziert sind), Produkte aus recycelten Materialien und für Produkte aus der Wiederaufbereitung (z. B. von 20 % auf 10 %) oder auf einzelne Stoffe, welche sichere und kreislauffähige Substitute darstellen. Letzteres betrifft auch Produktteile und wurde bereits im Speziellen für die Maschinenbaubranche im Bereich von Motoren, Baufahrzeugen, Getrieben und Medizintechnik in Finnland diskutiert (Oberpriller, Weber, Iten, Fasko & Frei, 2019). Diese Mehrwertsteuerreduktion würde primär für die Endverbraucher_innen Vorteile bringen. Eine Senkung der Körperschaftssteuer (z. B. Anrechnung von grünen Investitionen bzw. Investitionen in saubere Kreisläufe) würde für Unternehmen und den 'Business-to-Business'-Bereich (B2B-Bereich) Anreize setzen (Groothuis, 2014).

15 Diese Plattform besteht aus Expert_innen diverser Interessensverbände aus Wirtschaft, Forschung, Lehre, Verwaltung und Nichtregierungsorganisationen mit Fokus auf Konsument_innen- und Umweltschutz. Die Akteur_innen der Plattform sollen die Umsetzung und Ausarbeitung des nationalen Arbeitsprogrammes zur grünen Chemie vorantreiben und unterstützen, sowie durch Diskurs wirkungsvolle und politisch wünschenswerte Lösungen für die chemische Industrie entwickeln (Bundesministerium für Klima, Umweltschutz, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2020)

Barrieren und Herausforderungen: Problematisch bei steuerlichen Maßnahmen in Bezug auf Substitute und nachhaltige Verhaltensweisen sind derzeit die in der EU unterschiedlich gehandhabten Steuersätze: Während die Niederlande und Kroatien diesbezüglich sehr proaktiv agieren, haben andere EU-Staaten, darunter auch Österreich, niedrige Steuern auf Ressourcen und Verschmutzung (Anastasio, 2016). Speziell für Steuerreduktionen müssen rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen und für Zuschüsse auch Mittel bereitgestellt werden. Zusätzlich müssen Kriterien und unter Umständen Prüfstellen geschaffen werden, um zu ermitteln, an wen Zuschüsse vergeben werden sollen. Insbesondere muss geklärt werden, nach welchen Kriterien eine Steuerreduktion erfolgt. Da keine Produkteinzelbewertung vorgenommen werden kann, müssten dies beispielsweise zertifizierte Produkte nach Standards, die besonders strenge Schadstoff-Anforderungen stellen, sein (z. B. verschiedene Zertifizierungsstufen nach C2C, EU-Ökosiegel). Daher ist davon auszugehen, dass diese Maßnahme mittelmäßige bis hohe Systemänderungen erfordert.

Transformationspotential: Das Transformationspotential ist hier als mittel bis hoch einzuschätzen, da zwar nur finanzielle Anreize gegeben werden, diese aber doch dazu beitragen, dass Produkte mit toxischen Substanzen ökonomisch unattraktiv bzw. unbedenkliche Produkte relativ attraktiver werden.

Maßnahmenbündel 2:

Materialkreisläufe schließen und optimieren: erhöhter Einsatz hochwertiger Sekundärrohstoffe in Produkten

Das Maßnahmenbündel 2 zielt darauf ab, die Materialkreisläufe langfristig zu schließen bzw. zu optimieren. Der Fokus liegt auf der Erhöhung des Einsatzes von hochwertigen Sekundärrohstoffen bei gleichzeitiger Sicherstellung von sauberen Kreisläufen. In den letzten Jahrzehnten wurden bereits einige gesundheitsgefährdende und umweltbeeinträchtigende Prozesse sowie Produkte bzw. deren Auswirkungen auf den Menschen z. B. durch verstärkten Arbeitnehmerschutz und Stoffverbote reduziert. Grenzwerte wurden z. B. in der *REACH-Verordnung* oder *Baustoff-Recycling-Verordnung* festgelegt.

In Maßnahmenbündel 1 ist das Hauptziel, bedenkliche Schadstoffe in der gesamten Wertschöpfungskette zu eliminieren, indem sie erst gar nicht (mehr) in den Materialkreislauf eingebracht werden. In der Abfallwirtschaft müssen wir aber nach wie vor mit Schadstoffen umgehen, welche in der Vergangenheit in Verkehr gebracht wurden bzw. derzeit immer noch werden. Das Maßnahmenbündel 2 fokussiert somit darauf, Materialien so lange wie möglich im Kreislauf zu halten, wobei gleichzeitig Schadstoffe durch optimierte Recyclingprozesse aus den Kreisläufen ausgeschleust werden müssen. Die Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 2 sind in *Tab. O_12-02_03* aufgelistet.

Einzelmaßnahme	Instrument Typ	Fokussierte Akteursgruppe
1. Rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von Sekundärrohstoffen verbessern	Regulatorisches Instrument	Hersteller_innen, Produzent_innen
2. Finanzielle Anreize schaffen, um den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern	Finanzinstrument	Hersteller_innen, Produzent_innen
3. Saubere Kreisläufe etablieren	Regulatorisches Instrument	Entsorgungs-/ Recyclingunternehmen
4. Ressourcenkataster erstellen	Regulatorisches Instrument	Hersteller_innen, Produzent_innen, Entsorgungs-/ Recyclingunternehmen
5. Abfall-technologische Entwicklung fördern	Finanzinstrument	Entsorgungs-/ Recyclingunternehmen
6. Zertifizierung für Sekundärrohstoffanteil fördern	Regulatorisches Instrument	Hersteller_innen, Produzent_innen, Entsorgungs-/Recyclingunternehmen

Tab. O_12-02_03:
 Einzelmaßnahmen zu
 Maßnahmenbündel 2. Quelle:
 Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-02_03:** Individual
 measures for bundle of measures
 2. Source: Own illustration.

Einzelmaßnahme 1:

Rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von Sekundärrohstoffen verbessern

Durch eine Forcierung des Recyclings oder der Recyclingquoten allein schafft man keine Kreislaufwirtschaft; nur durch die Bereitstellung und den tatsächlichen Einsatz von hochwertigen Sekundärrohstoffen können Materialkreisläufe tatsächlich geschlossen werden. Die Abfallwirtschaft leistet somit durch die Herstellung von Sekundärrohstoffen den ersten wichtigen Schritt, aber nur bei tatsächlicher Verwendung von Sekundärrohstoffen kann ein Beitrag zur Ressourcenschonung sowie der Einsparung von Energie und Emissionen geschaffen werden. Den Einsatz von Sekundärrohstoffen gilt es zu fördern, indem der Einsatz verpflichtend wird, Primär- und Sekundärrohstoffe regulatorisch gleichgestellt werden, sowie ein stabiler Markt für Sekundärrohstoffe geschaffen wird. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen kann durch Selbstverpflichtung oder einen gesetzlich verpflichtenden Einsatz von Sekundärrohstoffen erreicht werden.

- Festlegung einer gesetzlichen Substitutionsquote von Primärrohstoffen durch Sekundärrohstoffe (z. B. Sekundärbaustoffe, Kunststoffe, Papier, EAG);
- Nachweispflicht: Der Einsatz von Primärrohstoffen muss begründet werden (z. B. aus technischer Sicht notwendig, regionaler Rohstoff, kein Sekundärrohstoff verfügbar).

Als Beispiel kann die SUP-RL (*single-use-plastic directive; Einwegkunststoff-Richtlinie*) herangezogen werden, die vorgibt, dass zukünftig mindestens 30 % Sekundärrohstoffanteil in Kunststoffgetränkflaschen enthalten sein muss (*Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union, 2019*){*European Commission, 2018 #1384*}. Weiters kann das Baukarussell genannt werden, die neben *Re-Use* auch einen verwertungsorientierten Rückbau als Dienstleistung anbieten und somit den Einsatz von Sekundärrohstoffen fördern und bei der Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus der Recycling-Baustoffverordnung unterstützen (*BauKarussell, 2020*). Neben gesetzlichen Vorgaben kann der Einsatz von Sekundärrohstoffen nur gefördert werden, wenn ein Absatzmarkt vorhanden ist. Dies kann mittels einer gesetzlichen Substitutionsquote erreicht werden oder durch das Aufbauen von Vertrauen in Sekundärrohstoffe bei Konsument_innen, Bauträger_innen, Produzent_innen etc.; dafür ist ein Imagewandel notwendig. Sekundärrohstoffe können langfristig mit Primärrohstoffen nur konkurrieren, wenn sie gleichgestellt werden und nicht mehr als *abfallbürtig* (minderwertig) angesehen und dementsprechend behandelt werden. Neben dem Imagewandel sollten auch rechtliche Rahmenbedingungen darauf ausgelegt werden, dass unabhängig von der Herkunft (primär oder sekundär) alle Materialien den gleichen Qualitätsanforderungen unterliegen (Allesch et al., 2019). Eine Vorbildwirkung könnten auch öffentliche Ausschreibungen bewirken, in denen ein Mindesteinsatz von Sekundärrohstoffen gefordert wird.

- Entwicklung und Durchführung von Maßnahmen zum Imagewandel von Sekundärprodukten;
- Verstärkte Bildung, Öffentlichkeitsarbeit, Bewusstseinsbildung und Einbindung der Gesellschaft zur Verbesserung des Images von Sekundärrohstoffen;
- Vereinheitlichung der gesetzlichen Rahmenbedingungen bei Primär- und Sekundärrohstoffen gleichermaßen.

Einzelmaßnahme 2:

Finanzielle Anreize schaffen, um den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern

Während die Abfallwirtschaft bisher stark durch ordnungsrechtliche Instrumente geprägt ist, geraten vor allem marktbasierende Ansätze in den Fokus, wenn durch die Schließung von Stoffkreisläufen die Effizienz der Ressourcennutzung und damit auch die Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften erhöht werden soll (Wilts, Lucas, Gries & Zirngiebl, 2014). Derzeit unterliegen Sekundärrohstoffe im Wettbewerb mit kostengünstigen Primärrohstoffen, wobei dies auch dem Umstand zu schulden ist, dass bei der momentanen Preisgestaltung, die gesamtheitlichen Umwelt- und Ressourceneinsparungen, sowie die volkswirtschaftlichen Vorteile von Sekundärrohstoffen nicht miteinkalkuliert sind. Eine ökologisch ausgerichtete Preisgestaltung könnte somit auch zu einer erhöhten Rentabilität führen (Allesch et al., 2019). Hinsichtlich steuerlicher Rahmenbedingungen sind folgende Einzelmaßnahmen möglich, um den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern.

- Ökologieorientierte Steuerreform: Einführung einer Ressourcensteuer und Internalisierung von Umweltkosten mit gleichzeitiger Senkung der Besteuerung von Arbeit;
- Erhöhung der Steuern auf Primärrohstoffe;
- Produkte mit bestimmtem Sekundärrohstoffanteil durch einen reduzierten Steuersatz fördern.

Steuern auf Primärrohstoffe können dazu beitragen, den Verbrauch von Materialien zu verringern, unterstützen die Wiederverwendung und längere Nutzung von Produkten und erhöhen die Verwendung von recycelten Materialien (Wilts et al., 2014). Da ein Großteil der Ressourcennutzung und -gewinnung (Rohstoffe, Energie, Wasser, Fläche) im Ausland stattfindet, ist eine Besteuerung an der Quelle für den größten Teil der Produkte praktisch ausgeschlossen, daher muss auf die Materialien abgestellt werden, die hier in den auf den Markt gebrachten Produkten enthalten sind (Wilts et al., 2014). Einen ähnlichen Ansatz zur Erhöhung der Steuern auf Primärrohstoffe verfolgen Überlegungen, Mehrwertsteuersätze auf das Recycling selbst, recycelte Materialien oder Produkte mit bestimmten Mindestanteilen an Sekundärrohstoffen zu reduzieren.

Einzelmaßnahme 3:

Saubere Kreisläufe etablieren

Eine nachhaltige Abfallwirtschaft mit sauberen Kreisläufen zu etablieren, ist nur möglich, wenn Schadstoffe aus Recyclingprozessen ausgeschleust und in sichere letzte Senken verbracht werden (Kral, Kellner & Brunner, 2013). Diese Einzelmaßnahme ist daher komplementär zum Maßnahmenbündel 1 zu sehen und kommt dann zum Tragen, solange gefährliche Substanzen noch nicht vollständig durch nicht bedenkliche Substanzen substituiert werden (in der Übergangszeit) oder in Fällen, wo eine Substitution aus etwaigen Gründen nicht möglich ist. Ist ein sauberes Recycling nicht möglich, sind die Abfälle durch Verbrennung und/oder Deponierung zu entsorgen (Brunner, 2010). Wenn Produkte recycelt werden, werden die Schadstoffe meist im Materialkreislauf gehalten und führen zu einem neuen Materialbestand, der nicht nur Risiken für Konsument_innen, sondern auch wieder Probleme für die zukünftige Abfallwirtschaft mit sich bringt. Besonders für Materialien, die über lange Zeiträume verwendet werden und zudem noch einem mehrfachen Recycling unterliegen, kann trotz heutiger Präventionsbemühungen eine Akkumulation

- gefährlicher Stoffe noch in den nächsten Jahrzehnten auftreten (Brunner, 2010).
- Dahingehend sind eine klare Definition von Kriterien (z. B. Grenzwerten) für Primär- und Sekundärrohstoffe und;
 - Informationen über den Verbleib (Nutzung) von Sekundärrohstoffen notwendig (z. B. Ressourcenkataster; siehe Einzelmaßnahme 4).

Saubere Kreisläufe bedeutet, dass sowohl nicht gefährliche als auch gefährliche Stoffe rezykliert werden können – wichtig ist der Anwendungsbereich und je nachdem können unterschiedliche Schadstoffbelastungen toleriert werden. Ein Kaskadenmodell mit entsprechenden Grenzwerten für jede/n Ebene/Anwendungsbereich kann helfen, die Materialien länger im Produktkreislauf zu halten, ohne dass negative Effekte für die Gesundheit oder Umwelt auftreten.

Generell werden saubere Kreisläufe durch Entscheidungen und Maßnahmen beeinflusst, die oft außerhalb des Regelungs- und damit Einflussbereiches der Abfallwirtschaft stehen. Als Beispiel kann das Produktdesign angeführt werden, denn hier werden die Entscheidungen über Materialien und Komponenten getroffen, die später das Recycling beeinflussen. Die Integration von Umwelt- und Ressourcenschutzaspekten in die Regulierungen von Produkten, einschließlich des Verbots bestimmter Stoffe (siehe Maßnahmenbündel 1), sowie die Forderung nach Nachverfolgbarkeit und Rezyklierbarkeit kann die Gefahr von Schadstoffverschleppungen beim Recycling erheblich verringern (siehe Maßnahmenbündel 12_04_1). Es ist somit die Zusammenarbeit über die gesamte Wertschöpfungskette vom Design bis hin zur Abfallwirtschaft notwendig.

Einzelmaßnahme 4:

Ressourcenkataster erstellen

Um Sekundärressourcen nutzen zu können, ist die Identifizierung anthropogener Lagerstätten, die Quantifizierung der darin enthaltenen Sekundärrohstoffe, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vor dem Hintergrund der zur Verfügung stehenden technischen Rückgewinnungsvarianten und den derzeitigen und prognostizierten Erlösen nötig (Allesch et al., 2019). In der Vergangenheit wurden hauptsächlich primäre Ressourcen eingesetzt, die aus diversen Gründen in der Zukunft unzureichend oder nicht verfügbar sein werden. Deshalb wird es zunehmend wichtiger, das anthropogene Lager räumlich und inhaltlich zu charakterisieren (van Beers & Graedel, 2007), um es anschließend nutzbar zu machen. Dies gilt vor allem für langlebige Güter (z. B. Bauwerke), wird zukünftig aber auch für kurzlebige Güter immer wichtiger.

Die Verfügbarkeit von Rohstoffen wird zunehmend ein Standort- und Wettbewerbsfaktor für Volkswirtschaften und ist auch für die österreichische Industrie essentiell; nur mit einem entsprechenden Wissen über mögliche Sekundärressourcen (Material, Masse, Lage, Zustand, Eigentümer etc.) kann eine effektive Nutzung gewährleistet werden (Kral, Allesch & Rechberger, 2017). Dazu sind sowohl Technologien zur Abschätzung des anthropogenen Rohstofflagers (z. B. Satellitenaufnahmen, *Building Information Modelling*) weiterzuentwickeln, als auch gesetzliche Verpflichtungen hinsichtlich der Ressourcen-Kartierung notwendig. Als Vorbild können Arbeiten zum „materiellen Gebäudepass“ genutzt werden. Ein *materieller Gebäudepass* (MGP) ist eine Dokumentation über die materielle Zusammensetzung eines Bauwerkes, die quantitative und qualitative Auskunft über die relevanten Rohstoffe in einem Bauwerk gibt (*Technische Universität Wien (TU Wien), 2021*).

Einzelmaßnahme 5:

Technologische Entwicklung in der Abfallwirtschaft fördern

Um den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern, ist die Produktion von qualitativ hochwertigen Sekundärrohstoffen notwendig. Dahingehend ist eine effiziente und optimierte separate Sammlung und sortenreine Sortierung von Abfällen zu fördern, um hochwertiges Recycling zu etablieren und die Verschleppung von Schadstoffen zu verhindern.

Die Forschung und Weiterentwicklung ist somit für Sammlungs- und Sortierungstechnologien zu fördern. Zusätzlich muss zukünftig die automatisierte Erkennung von Abfällen hinsichtlich Materialzusammensetzung innerhalb abfallwirtschaftlicher Prozesse ausgebaut werden. Die Erkennung von Abfällen während der Sammlung und Sortierung ist sowohl hinsichtlich Sicherheit (z. B. Brandgefahr) wichtig, aber fördert vor allem hochwertiges Recycling. Die Erkennung kann mittels automatischen berührungslosen Identifizierens und Lokalisierens von Objekten erfolgen (z. B. RFID), anhand optischer Sensoren (z. B. Bilderkennung) oder Technologien, die zum Beispiel den Geruch der Materialien nutzen.

- Materialeffizienz und Materialforschung mit Fokus der Rezyklierbarkeit;
- Verbesserung der Sortiertechnologien, um eine höhere Abscheiderate (Sortiertiefe) zu erreichen (Forschung zur Optimierung der Sortiertiefe);
- Weiterentwicklung der Automatisierung im Wiederaufbereitungsprozess;
- Entwicklung von neuen Recyclingtechnologien für bereits vorhandene Materialien sowie Steigerung der Recyclingeffizienz;
- Entwicklung der Kennzeichnung von Produkten (um eine optimierte Sammlung, Sortierung und Verwertung zu gewährleisten);
- Entwicklung von Methoden und Technologien zur Charakterisierung von Abfällen;
- Entwicklung und Anwendung von Robotik und künstlicher Intelligenz zur Erkennung und Charakterisierung von Abfällen.

Einzelmaßnahme 6:

EU-Umweltzeichen hinsichtlich Recyclings ausweiten

Wesentliches Ziel einer Produktkennzeichnung ist die indirekte Verhaltenssteuerung der Konsument_innen, indem verborgene Produkteigenschaften offengelegt oder nicht leicht erkennbare betont werden. Um einen erhöhten Einsatz hochwertiger Sekundärrohstoffe in Produkten zu fördern, sind eine systematische Aufnahme von Sekundärrohstoffanteilen und Rezyklierbarkeit als Kriterien für ein Umweltzeichen notwendig. Wichtig ist eine klare Definition der Kriterien einer Produktkennzeichnung, um als Entscheidungshilfe bei der Produktauswahl zu dienen. Mögliche Inhalte eines solchen informativischen Instruments zur Änderung des Endverbraucher_innenverhaltens müssen dabei klare, einfache und präzise Informationen liefern (z. B. potenziell schädliche Zusatzstoffe/Farbstoffe, Einfluss auf die Recyclingfähigkeit und erforderlichen Schutzvorkehrungen für die Verwendung der Erzeugnisse). Insgesamt ist für die Verbraucher_innen zurzeit – mit wenigen Ausnahmen (z. B. Recyclingpapier, Kleidung) – kaum nachvollziehbar, zu welchen Anteilen Produkte aus Primär- oder Sekundärmaterialien bestehen. Gleichzeitig stellt sich bei einer Ausweitung natürlich die Frage, ob eine solche Auszeichnung für alle einzelnen Rohstoffe sinnvoll sein kann (Wilts et al., 2016).

12_02.3.2 Erwartete Wirkungsweise

Die Option *Aktionsplan Hochwertiges Recycling*:

Design for Recycling, Schadstofffreiheit & Einsatz von Sekundärrohstoffen wird, vor allem durch das erste beschriebene Maßnahmenbündel *Saubere Kreisläufe schaffen: Eliminierung von Schadstoffen vom Produktdesign bis zum Sekundärrohstoffeinsatz* dazu beitragen, die Nutzung von besonders besorgniserregenden und anderen gefährlichen Stoffen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg einzudämmen.

Das jeweilige erwartete Transformationspotential der Einzelmaßnahmen wurde bereits oben beschrieben. Noch einmal zusammengefasst bezieht sich das Transformations- und Wirkungspotential vor allem auf die folgenden Punkte.

- bessere Kenntnis über potentielle schädigende Wirkungen von Substanzen und mögliche Substitute durch verstärkte Forschung und Entwicklung und damit fundierte Grundlage für weitere Optionen (z. B. Verbote, Grenzwerte);
- Änderung der *Wertehaltung* und Bewusstseinsbildung in der verarbeitenden Industrie von der Vermeidung von bedenklichen Stoffen hin zur Nutzung unbedenklicher Stoffe;
- Förderung der Akzeptanz der Nutzung von (Produkten mit) Sekundärrohstoffen;
- Substitution bedenklicher Stoffe oder innovative Produktentwicklungen, die gänzlich ohne diese Stoffe auskommen (*Safe-by-Design*), werden angetrieben;
- durch die Einrichtung einer zentralen Stelle zur Förderung der Diffusion von kreislauffähiger Chemie und Produktdesign lernen Unternehmen und Hersteller_innen voneinander und wertschöpfungsstufenübergreifende Innovationen werden gefördert;
- Sekundärrohstoffe können langfristig mit Primärrohstoffen konkurrieren, Wiederverwendung und längere Nutzung von Produkten werden forciert, ein entsprechendes Kaskadenmodell mit Grenzwerten hilft, die Materialien länger im Kreislauf zu halten, ohne, dass negative Effekte für die Gesundheit oder Umwelt auftreten und der Verbrauch von Primärmaterialien wird verringert;
- die Verfügbarkeit von Rohstoffen wird zunehmend ein Standort- und Wettbewerbsfaktor und damit kann diese Option helfen, den Wirtschaftsstandort Österreich langfristig über das Wissen zu möglichen Sekundärressourcen abzusichern.

Die Barrieren, Herausforderungen und mögliche negative Wirkungen, die ebenso bereits oben im Detail beschrieben wurden, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Sicherstellung eines ausgewogenen Verhältnisses zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung;
- hoher Ressourceneinsatz ist nötig, wenn Unternehmen das *Safe-by-Design*-Konzept anwenden möchten;
- noch keine Rechtssicherheit beim *Safe-by-Design*-Konzept, da es (noch) keinen Standard bzw. keine Norm dazu gibt;
- hoher Änderungsaufwand bei der Umstellung von Negativ- auf Positivlisten, sowie hoher Aufwand für Testung der Stoffe auf Unbedenklichkeit bei Positivlisten;
- vorhandene Lösungen im Zuge von Positivlisten könnten als Innovationshemmer wirken;
- Verbote können Widerstände bei Hersteller_innen und Interessensvertre-

- ter_innen (z. B. Industriellenvereinigung, Wirtschaftskammer) auslösen (Argument der schlechteren Wettbewerbsfähigkeit), was teilweise durch eine EU-weite Regelung entschärft werden könnte;
- derzeit in der EU unterschiedlich gehandhabte Steuersätze auf Ressourcen und Verschmutzung; eine EU-weite vereinheitlichte Besteuerung von SVHC bzw. Steuererleichterungen auf sichere und kreislauffähige Substitute erfordert mittelmäßige bis hohe Systemänderungen;
 - ein Hauptproblem sind die globalen Wertschöpfungsketten und, dass ein Großteil der Ressourcennutzung und -gewinnung (Rohstoffe, Energie, Wasser, Fläche) im Ausland stattfindet. Es ist somit die Zusammenarbeit über die gesamte Wertschöpfungskette vom Design bis hin zur Abfallwirtschaft notwendig;
 - zurzeit ist es für die Verbraucher_innen – mit wenigen Ausnahmen (z. B. Recyclingpapier, Kleidung) – kaum nachvollziehbar, zu welchen Anteilen Produkte aus Primär- oder Sekundärmaterialien bestehen und es muss die Frage gestellt werden, für welche Rohstoffe Umweltzeichen hinsichtlich Recyclings generell Sinn ergeben.

Insgesamt ist durch eine Kombination der Einzelmaßnahmen, welche eine breite Palette an verschiedenen Instrumenten abdecken (regulatorische Instrumente, Finanzinstrumente), gewährleistet, dass über mehrere Hebel parallel ein hoher Wirkgrad erreicht wird. Dies trägt dazu bei, die Belastungen für die natürliche Umwelt und insbesondere die nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu reduzieren. Unerwünschte Nebeneffekte können ebenfalls auftreten: So kann es durch die Eliminierung bzw. Substitution von bedenklichen Substanzen in Fällen, wo noch nicht umwelt- bzw. gesundheitsverträglichere Ersatzstoffe mit gleicher Performance erforscht bzw. identifiziert sind, zu Leistungseinbußen in Produkten kommen. Hierzu muss Kund_innenakzeptanz bzw. Aufklärung erreicht werden. Weiterhin kann der Fokus auf saubere Stoffkreisläufe kurzfristig den stärkeren Einsatz von Rezyklaten – die aufgrund des noch nicht optimierten Produktdesigns häufig mit Kontaminationen verunreinigt sind – bremsen.

Eine direkte Messung der Wirkung der Option (z. B. Menge der in Luft, Wasser und Boden freigesetzten Schadstoffe oder der durch den menschlichen Körper aufgenommenen Schadstoffe) wird vorerst nicht möglich sein. Dies wird im Übrigen auch nicht durch die von der UN vorgeschlagenen SDG-Indikatoren erreicht (zur Indikatorenkritik siehe Targetbeschreibung 12.4 und 12.5). Eine **indirekte Quantifizierung** kann jedoch mittels folgender Indikatoren vorgenommen werden:

- Höhe der Fördersumme für F&E in sichere und kreislauffähige Alternativen für gefährliche chemische Substanzen;
- Anzahl der Produkte und Produktgruppen, für die es bereits Positivlisten gibt;
- Anzahl der besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHC), die auf europäischer/nationaler Ebene verboten wurden;
- Anzahl der Produktzertifizierungen (in Österreich) mit strengen toxischen Grenzwerten (z. B. nach dem C2C-Produktstandard);
- Anzahl der Unternehmen, die sich bei der zentralen Stelle zur Förderung der Diffusion von kreislauffähiger Chemie und Produktdesign mit kreislauffähigen Chemikalien gemeldet haben bzw. zusammengearbeitet haben;
- Anzahl der Unternehmen, die Schulungen und Fortbildungen im Bereich der unternehmensinternen F&E für kreislauffähige und sichere Alternativen in Anspruch genommen haben;

- Reduktion der eingesetzten Primärrohstoffe in Tonnen (z. B. pro Produkt und Basisjahr);
- Erhöhung der eingesetzten Sekundärrohstoffe in Tonnen (z. B. pro Produkt und Basisjahr);
- Summe der ausbezahlten zweckgebundenen Förderungen für den Einsatz von hochwertigen Sekundärrohstoffen pro Jahr;
- Anzahl der Richtlinien für technische und umweltrelevante Qualitätskriterien für Sekundärrohstoffe und deren spezifische Einsatzbereiche (z. B. Grenzwerte für Sekundärprodukte oder Sekundärrohstoffe);
- Anzahl der im entwickelten Ressourcenkatasters dokumentierten/erfassten Güter (vor allem Bauvorhaben/Bauten pro Jahr);
- Anzahl an Zertifizierungen für Produkte mit bestimmtem Sekundärrohstoffanteil durch autorisierte Stellen (z. B. ähnlich EU-Umweltzeichen);
- Summe der ausbezahlten zweckgebundenen Förderungen für Innovationen (z. B. spezifischen Patentanmeldungen) und F&E pro Jahr.

12_02.3.3 Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen

Best-Practice-Beispiele (z. B. aus anderen Ländern)

mit ähnlichen Optionen bzw. Maßnahmen wurden bereits im Fließtext bzw. in den Fußnoten genannt. Zusammenfassend werden diese Beispiele in der nachfolgenden Tabelle (Tab. O_12-02_04) nochmals dargestellt:

Maßnahmenbündel bzw. Einzelmaßnahme	Konkretes Beispiel (inkl. Land)	Punktuelle Inhalte bzw. Erfahrungen
-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

Maßnahmenbündel 1 – Einzelmaßnahme 1: F&E Förderung für sichere und kreislauffähige Alternativen für gefährliche chemische Substanzen (<i>Safe-by-Design</i> -Konzept, positiv definierte Inhaltsstoffe)	Forschungsagenda <i>Safe Chemicals Innovation Agenda</i> (SCIA), Niederlande	Das niederländische <i>Ministerium für Infrastruktur und Wassermanagement</i> hat in Kooperation mit dem <i>Ministerium für Wirtschaft und Klima</i> die Forschungsagenda <i>Safe Chemicals Innovation Agenda</i> (SCIA) ins Leben gerufen, welche sieben Bereiche identifiziert, wo F&E benötigt wird, um ein sicheres Design von Chemikalien, Materialien und Produkten zu gewährleisten. Im Rahmen dieser Forschungsagenda, an der Partner_innen aus der Industrie sowie öffentliche und private (Forschungs-)Institutionen beteiligt sind, wurden Forschungsbereiche identifiziert, an denen zukünftig in Hinblick auf eine Kreislaufwirtschaft und nicht-toxische Umwelt gearbeitet werden soll. Allerdings ist diese Agenda zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur als Informationsquelle für politische Entscheidungsträger_innen, Forschungsgeldgeber_innen und Forscher_innen zu verstehen und noch kein verbindliches Programm, <i>Safe-by-Design</i> umzusetzen (<i>Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft</i> , 2018).
---	--	--

<p>Maßnahmenbündel 2 – Einzelmaßnahme 2: Finanzielle Anreize schaffen, um den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern</p>	<p>Sekundär-rohstoffe in öffentlichen Ausschreibungen</p>	<p>In verschiedenen Regionen werden schon jetzt Sekundärrohstoffe mittels konkreter Ausschreibungskriterien bevorzugt.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Baden-Württemberg gibt Rezyklat-Baustoffen in öffentlichen Ausschreibungen Vorrang (<i>Europäischer Wirtschaftsdienst</i> (EUWID), 2021); – Land Brandenburg: Leitfaden: Einsatz von Recycling-Baustoffen für öffentliche Bauherren (Dageförde, Meetz, Mettke & Jacob, 2017).
<p>Maßnahmenbündel 2 – Einzelmaßnahme 3: Saubere Kreisläufe etablieren</p>	<p>REACH-Verordnung und SCIP-Datenbank</p>	<p>Die REACH-Verordnung regelt die Registrierung und Bewertung von Chemikalien und damit in einigen ersten Bereichen den Einsatz von Chemikalien in Produkten. In diesen Verfahren konnten Informationen über mehr als 17.000 Stoffe gesammelt werden. Zudem wurden zwischen 2010 und 2018 über 65.000 Dossiers zu den wichtigsten Chemikalien in der EU erfasst, wodurch die EU über die umfassendste Chemikaliendatenbank der Welt verfügt (EC, 2018b). Die SCIP-Datenbank ist eine Datenbank der <i>Europäischen Chemikalienagentur</i>, die Informationen über besonders besorgniserregende Stoffe in Erzeugnissen bereitstellt.</p>
<p>Maßnahmenbündel 2 – Einzelmaßnahme 4: Ressourcenkataster erstellen</p>	<p>Ressourcenkataster</p>	<p>Verschiedene <i>Urban Mining</i> Ansätze haben sich mit dem Thema Ressourcenkataster auseinandergesetzt. Vor allem langlebige Güter wie Bauwerke und erdverlegte Infrastruktur wurden hinsichtlich der Erstellung eines Ressourcenkatasters untersucht, zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Materieller Gebäudepass</i> (MGP) (TU Wien, 2021); – Regionale Ressourcenkataster (Schnitzer & Köhler, 2015); – Gebäude in Wien (Kleemann, Lederer, Rechberger & Fellner, 2017); – Erdverlegte städtische Infrastruktur (Krook, Carlsson, Eklund, Frändegård & Svensson, 2011); – Rahmenbedingungen für die Erstellung eines Ressourcenkatasters (Kral et al., 2017).

Tab. O_12-02_04: Erfahrungen aus anderen Ländern mit ähnlichen Optionen bzw. Maßnahmen – Überblick. Quelle: Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-02_04:** Overview of best practice examples from other countries regarding similar options for action. Source: Own illustration.

12_02.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit

Die Zeithorizonte der Umsetzung bzw. Wirksamkeit wurden bereits teilweise bei den Einzelmaßnahmen im Fließtext unter Transformationspotential beschrieben und reichen von kurzfristig bis langfristig.

12_02.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann

Es ist keine Option im Rahmen des UniNEtZ-Projektes bekannt, mit der das gleiche Ziel erreicht werden kann. Innerhalb der Maßnahmenbündel, d. h. zwischen spezifischen Einzelmaßnahmen, bestehen natürlich gewisse synergetische bzw. komplementäre Wirkungen, welche bereits im Fließtext der Optionenbeschreibung genannt wurden (z. B. im Maßnahmenbündel 1 zwischen Einzelmaßnahme 3 und 5).

12_02.3.6 Interaktionen mit anderen Optionen

In der nachfolgenden Tabelle (Tab. O_12-02_05) werden die potentiellen Interaktionen der Maßnahmenbündel dieser Option auf einzelne Targets skizziert. Die Darstellung der Interaktionen zu Optionen anderer SDG-Arbeitsgruppen kann erst erfolgen, sobald alle Optionen zur Verfügung stehen.

Maßnahmenbündel	Bezug zu Option (und SDG)	Kurzerklärung
Maßnahmenbündel 1: Saubere Kreisläufe schaffen: Eliminierung von Schadstoffen vom Produktdesign bis zum Recycling	3_9 Bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich verringern; 6_3 Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und eine beträchtliche Steigerung der Wiederaufbereitung und gefahrlosen Wiederverwendung weltweit verbessern.	Durch die Elimination und Verringerung des Einsatzes an gefährlichen (chemischen) Substanzen bzw. Inhaltsstoffen und besonders besorgniserregenden Stoffen in Produkten bzw. der Führung dieser Stoffe in geschlossenen Kreisläufen findet eine (zumindest partielle) Behebung des Grundproblems statt, was eine direkte positive Auswirkung auf die Targets 3.9 und 6.3 zur Folge haben sollte.
	8_3 Entwicklungsorientierte Politiken fördern, die produktive Tätigkeiten, die Schaffung menschenwürdiger Arbeitsplätze, Unternehmertum, Kreativität und Innovation unterstützen, und die Formalisierung und das Wachstum von Kleinst-, Klein- und Mittelunternehmen unter anderem durch den Zugang zu Finanzdienstleistungen begünstigen.	Durch die Eliminierung und Reduktion von Schadstoffen in Produkten und in den Verarbeitungsprozessen werden auch Arbeitsplätze in Entwicklungsländern zu gesünderen und damit menschenwürdigeren Arbeitsplätzen.

<p>Maßnahmenbündel 2: Materialkreislauf schließen und optimieren: erhöhter Einsatz hochwertiger Sekundärrohstoffe in Produkten</p>	<p>9_1 Eine hochwertige, verlässliche, nachhaltige und widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, einschließlich regionaler und grenzüberschreitender Infrastruktur, um die wirtschaftliche Entwicklung und das menschliche Wohlergehen zu unterstützen, und dabei den Schwerpunkt auf einen erschwinglichen und gleichberechtigten Zugang für alle legen.</p> <p>11_6 Bis 2030 die von den Städten ausgehende Umweltbelastung pro Kopf senken, unter anderem mit besonderer Aufmerksamkeit auf die Luftqualität und der kommunalen und sonstigen Abfallbehandlung.</p>	<p>Die Verfügbarkeit von Rohstoffen ist für die österreichische Bauwirtschaft essentiell und wird zunehmend ein Standort- und Wettbewerbsfaktor für Volkswirtschaften. Als regional verfügbare nachhaltige Rohstoffe können Sekundärrohstoffe eingesetzt werden. Dahingehend ist es notwendig zu wissen, wann welche Materialien verfügbar sein werden (Ressourcenkataster). Weiters können finanzielle Anreize, und technische Weiterentwicklungen den Einsatz von Sekundärrohstoffen fördern, wobei dies nur unter der Bedingung sauberer Kreisläufe erfolgen soll.</p> <p>Eine zielgerichtete Abfallsammlung und die damit zusammenhängende Abfallbehandlung spielen eine entscheidende Rolle, um nachhaltiges und hochwertiges Recycling (quantitativ und qualitativ) zu ermöglichen. Das Schließen von Materialkreisläufen bedingt somit ein Zusammenspiel aller Akteur_innen entlang der Wertschöpfungskette inklusive der kommunalen und sonstigen Abfallwirtschaft.</p>
<p>Maßnahmenbündel 1 & 2</p>	<p>4_7 Bis 2030 sicherstellen, dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben, unter anderem durch Bildung für nachhaltige Entwicklung und nachhaltige Lebensweisen, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, eine Kultur des Friedens und der Gewaltlosigkeit, Weltbürgerschaft und die Wertschätzung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zu nachhaltiger Entwicklung.</p>	<p>In beiden Maßnahmenbündeln wird auf die Förderung von Fortbildungsmaßnahmen und Bewusstseinsbildung Bezug genommen, die zur Erreichung von Target 4.7 beitragen.</p>

Tab. O_12-02_05: Interaktionen der Maßnahmenbündel mit anderen Targets. Quelle: Eigene Darstellung.

// Tab. O_12-02_05: Interactions between the bundles of measures and other targets. Source: Own illustration.

12_02.3.7 Offene Forschungsfragen

Im Rahmen der Einzelmaßnahmen dieser Option

ergeben sich folgende weiterführende Forschungsfragen:

- FF 1: Wie können bereits erprobte Methoden zum progressiven Ausschluss von umwelt- und gesundheitsschädlichen Substanzen in Produkten und Sekundärrohstoffen aus dem freiwilligen Bereich (z. B. C2C-Produktzertifizierung) weiter im Markt diffundiert und in verbindliche Regelungen überführt werden?;
- FF 2: Wie kann ein möglichst stringentes und einheitliches *Safe-by-Design*-Konzept entwickelt werden und für welche Produktgruppen ist dieses Konzept geeignet?;
- FF 3: Welches sind die positiven und negativen (Umwelt)-aspekte von Nanotechnologien und inwiefern kann ein *Safe-by-Design*-Konzept damit einhergehende potentielle Risiken minimieren?;
- FF 4: Welche Faktoren können positiv zu einer Umstellung auf Positivlisten beitragen und wie können die Nachteile oder Barrieren abgeschwächt werden?;
- FF 5: Welche Maßnahmen können eine Angleichung zwischen Primär- und Sekundärrohstoffen unterstützen bzw. ermöglichen und in welchen Bereichen sind sachliche Differenzierungen erforderlich?;
- FF 6: Bei welchen Gütern ist das Konzept des *Material Product Passports* (wie der *materielle Gebäudepass*) sinnvoll und wie kann man derartige Konzepte fördern bzw. verbindlich machen?;
- FF 7: Welche Produkte könnten von einer Umweltzertifizierung profitieren und wie wirkt sich die Zertifizierung auf das Kaufverhalten aus?.

Literatur

Allesch, A., Laner, D., Roithner, C., Fazeni-Fraisl, K., Lindorfer, J., Moser, S. et al. (2019). Energie- und Ressourcensparung durch Urban Mining-Ansätze. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Amanatidis, G. (2019). Chemikalien und Pestizide. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/78/chemicals> [1.4.2021].

Anastasio, M. (2016). The circular economy: practical steps to enhance the EU package. Brüssel: Green Budget Europe. <https://green-budget.eu/the-circular-economy-practical-steps-to-enhance-the-eu-package/> [1.4.2021].

BauKarussell. (2020). Mission Statement. <https://www.baukarussell.at/ueber-baukarussell/mission-statement/> [1.4.2021].

Breggin, L. K., Falkner, R., Pendergrass, J., Porter, R. &

Jaspers, N. (2016). Addressing the Risks of Nanomaterials under United States and European Union Regulatory Frameworks for Chemicals. In G. Ramachandran (Hrsg.), *Assessing Nanoparticle Risks to Human Health* (S. 179–254). Oxford: Elsevier Inc.

Brunner, P. H. (2010). Clean cycles and safe final sinks. *Waste Management & Research*, 28(7), 575-576.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (2020). Gesetzliche Regelungen bei Inhaltsstoffen. https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/03_Verbraucherprodukte/03_AntragstellerUnternehmen/02_Kosmetik/04_Inhaltsstoffe/bgs_fuerAntragsteller_kosmetik_gesetzlicheRegelung_inhaltsstoffe_node.html [1.4.2021].

Bundesministerium für Klima, Umweltschutz, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). (2020). Plattform "Grüne

Chemie". https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemie-politik/gruene_chemie.html [1.4.2021].

Cradle to Cradle Products Innovation Institute (CCPII). (Hrsg.) (2016). Cradle to Cradle Certified Product Standard. Version 3.1. http://www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle_to_cradle_certified_product_standard. [1.4.2021].

Dageförde, A., Meetz, M., Mettke, A. & Jacob, S. (2017). Brandenburger Leitfaden "Ausschreibungen": Steigerung der Ressourceneffizienz des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen. Potsdam: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg MLUL. https://mluk.brandenburg.de/media_fast/4055/Bauabfall-Leitfaden-Ausschreibungen.pdf [1.4.2021].

Deutscher Bundestag. (2020). Verordnung über das Verbot des

Inverkehrbringens von bestimmten Einwegkunststoffprodukten und von Produkten aus oxo-abbaubarem Kunststoff (Einwegkunststoffverbotsverordnung – EWKVerbotsV). Drucksache 19/20349.

Dubbart, W., Schwirn, K., Völker, D. & Apel, P. (2014). Datenblatt: Einsatz von Nanomaterialien in Beschichtungen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/einsatz_von_nanomaterialien_in_beschichtungen_0.pdf [1.4.2021].

Europäische Kommission (EC). (Hrsg.) (2018a). Commission General Report on the operation of REACH and review of certain elements. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ENTXT/?uri=COM%3A2018%3A116%3AFIN> [1.4.2021].

Europäische Kommission (EC). (Hrsg.) (2018b). Factsheet-Überprüfung der Reach-Ver-

Literatur

- Allesch, A., Laner, D., Roithner, C., Fazeni-Fraisl, K., Lindorfer, J., Moser, S. et al. (2019). Energie- und Ressourceneinsparung durch Urban Mining-Ansätze. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Amanatidis, G. (2019). Chemikalien und Pestizide. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/78/chemicals> [1.4.2021].
- Anastasio, M. (2016). The circular economy: practical steps to enhance the EU package. Brüssel: Green Budget Europe. <https://green-budget.eu/the-circular-economy-practical-steps-to-enhance-the-eu-package/> [1.4.2021].
- BauKarussell. (2020). Mission Statement. <https://www.baukarussell.at/ueber-baukarussell/mission-statement/> [1.4.2021].
- Breggin, L. K., Falkner, R., Pendergrass, J., Porter, R. & Jaspers, N. (2016). Addressing the Risks of Nanomaterials under United States and European Union Regulatory Frameworks for Chemicals. In G. Ramachandran (Hrsg.), *Assessing Nanoparticle Risks to Human Health* (S. 179–254). Oxford: Elsevier Inc.
- Brunner, P. H. (2010). Clean cycles and safe final sinks. *Waste Management & Research*, 28(7), 575–576.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (2020). Gesetzliche Regelungen bei Inhaltsstoffen. https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/03_Verbraucherprodukte/03_Antragsteller/Unternehmen/02_Kosmetik/04_Inhaltsstoffe/bgs_fuerAntragsteller_kosmetik_gesetzlicheRegelung_inhaltsstoffe_node.html [1.4.2021].
- Bundesministerium für Klima, Umweltschutz, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). (2020). Plattform "Grüne Chemie". https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemie-politik/gruene_chemie.html [1.4.2021].
- Cradle to Cradle Products Innovation Institute (CCPII). (Hrsg.) (2016). Cradle to Cradle Certified Product Standard. Version 3.1. http://www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle_to_cradle_certified_product_standard. [1.4.2021].
- Dageförde, A., Meetz, M., Mettke, A. & Jacob, S. (2017). Brandenburger Leitfaden "Ausschreibungen": Steigerung der Ressourceneffizienz des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen. Potsdam: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg MLUL. https://mluk.brandenburg.de/media_fast/4055/Bauabfall-Leitfaden-Ausschreibungen.pdf [1.4.2021].
- Deutscher Bundestag. (2020). Verordnung über das Verbot des Inverkehrbringens von bestimmten Einwegkunststoffprodukten und von Produkten aus oxo-abbaubarem Kunststoff (Einwegkunststoffverbotsverordnung – EWKVerbotsV). Drucksache 19/20349.
- Dubbart, W., Schwirn, K., Völker, D. & Apel, P. (2014). Datenblatt: Einsatz von Nanomaterialien in Beschichtungen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/einsatz_von_nanomaterialien_in_beschichtungen_0.pdf [1.4.2021].
- Europäische Kommission (EC). (Hrsg.) (2018a). Commission General Report on the operation of REACH and review of certain elements. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ENTXT/?uri=COM%3A2018%3A116%3AFIN> [1.4.2021].
- Europäische Kommission (EC). (Hrsg.) (2018b). Factsheet-Überprüfung der Reach-Verordnung. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_18_1363 [1.4.2021].
- Europäische Kommission (EC). (Hrsg.) (2020). Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Brüssel. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. https://ec.europa.eu/germany/news/20200311-kreislaufwirtschaft_de [1.4.2021].
- Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union. (Hrsg.) (2012). Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. ABI L 167, 1.
- Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union. (Hrsg.) (2019). Richtlinie (EU) 2019/904 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt. ABI L 155, 1.
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID). (2021). Baden-Württemberg will RC-Baustoffen in öffentlichen Ausschreibungen Vorrang geben. <https://www.euwid-recycling.de/news/politik/einzelansicht/Artikel/baden-wuerttemberg-will-rc-baustoffen-in-oeffentlichen-ausschreibungen-vorrang-geben.html> [1.4.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2017). Strategy to promote substitution to safer chemicals through innovation. Helsinki. https://echa.europa.eu/documents/10162/2792271/mb_58_2017_2_annex_strategy_substitution_safer_alternatives_en.pdf/d1c31c63-4047-e7be-75d1-12320a4a8489 [1.4.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2018). Promoting substitution to safer chemicals through innovation. https://newsletter.echa.europa.eu/documents/6362380/23688447/newsletter_2018_issue_1_february_en.pdf [1.4.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2020a). REACH verstehen. <https://echa.europa.eu/de/regulations/reach/understanding-reach> [1.4.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2020b). ECHA starts work on making drinking water safer. https://echa.europa.eu/de/-/echa-starts-work-on-making-drinking-water-safer?utm_source=echa-weekly&utm_medium=email&utm_campaign=weekly&utm_content=20200115&cldee=Z2hheWUcncpp-Z2FAbGlzdC5sdQ%3d%3d&recipientid=lead-75c6f9bd2fb8e-9118111005056b9310e-195bd0fe [1.4.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2021). Identifizierung besonders besorgniserregender Stoffe. <https://echa.europa.eu/de/substances-of-very-high-concern-identification> [1.4.2021].
- Fath, A. (2019). *Mikroplastik: Verbreitung, Vermeidung, Verwertung*. Berlin: Springer.
- Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). (2020). NANO Environment Health and Safety. <https://www.ffg.at/programme/nano-environment-health-and-safety> [1.4.2021].
- Friege, H. (2017). Bündelung der Kompetenzen im Bereich Nachhaltige Chemie: Konzeption und Einrichtung eines Internationalen Kompetenzzentrums für Nachhaltige Chemie. Voerde: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-12-05_texte_109-2017_isc-3.pdf [1.4.2021].
- Greßler, S., Prenner, S., Kurz, A., Resch, S., Pavlicek, A. & Part, F. (2019). Polymer-Nanokomposite. Additive, Eigenschaften, Anwendungen, Umweltaspekte. *NanoTrust-Dossiers*, 52, 1–6.
- Groothuis, F. (2014). New era. New plan. Fiscal reforms for an inclusive, circular economy. Case study the Netherlands. Austerlitz. https://ex-tax.com/wp-content/uploads/2019/09/The_Extax_Project_New_Era_New_Plan_report.pdf [1.4.2021].
- Hansen, E. G. & Schmitt, J. C. (2020). Orchestrating Cradle-to-Cradle Product Innovation Across the Value Chain: Innovation Community Evolution, Collaboration Mechanisms, and Intermediation. *Journal of Industrial Ecology*, 1-21.
- Hartmann, S. & Klaschka, U. (2018). Do consumers care about substances of very high concern in articles? *Environmental Sciences Europe*, 30(1), 29–55.
- Kleemann, F., Lederer, J., Rechberger, H. & Fellner, J. (2017). GIS-based Analysis of Vienna's Material Stock in Buildings. *Journal of Industrial Ecology*, 21(2), 368–380.
- Kraegeloh, A., Suarez-Merino, B., Sluijters, T. & Micheletti, C. (2018). Implementation of Safe-by-Design for Nanomaterial Development and Safe Innovation: Why We Need a Comprehensive Approach. *Nanomaterials*, 8(4), 239–250.
- Kral, U., Allesch, A. & Rechberger, H. (2017). Der städtische Untergrund als Rohstoffmine? Wien: Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement. https://publik.tuwien.ac.at/files/publik_261028.pdf [1.4.2021].
- Kral, U., Kellner, K. & Brunner, P. H. (2013). Sustainable resource use requires "clean cycles" and safe "final sinks". *Science of the Total Environment*, 461-462, 819–822.
- Krook, J., Carlsson, A., Eklund, M., Frändegård, P. & Svensson, N. (2011). Urban mining: Hibernating copper stocks in local power grids. *Journal of Cleaner Production*, 19(9-10), 1052–1056.
- Liebmann, B., Brielmann, H., Heinfellner, H., Hohenblum, P., Köppel, S., Schaden, S. et

- al (2015). Mikroplastik in der Umwelt: Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf. Wien: Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0550.pdf> [1.4.2021].
- Lißner, L. & Lohse, J. (2006). Braucht Substitution mehr Staat oder mehr Markt? Vorschläge zur optimalen Förderung von Substitution im Hinblick auf REACH. *Umweltwissenschaften Und Schadstoffforschung*, 18(3), 193–200.
- Lumitos. (2021). Chemikalie. <https://www.chemie.de/lexikon/Chemikalie.html> [1.4.2021].
- Mederake, L., Hinzmann, M. & Langsdorf, S. (2020). Hintergrundpapier: Plastikpolitik in Deutschland und der EU: Aktuelle Gesetze und Initiativen. Bundesministerium für Bildung und Forschung. https://bmbf-plastik.de/sites/default/files/2020-08/20-08-04_Hintergrundpapier_Plastikpolitik-final.pdf [1.4.2021].
- Maris, E., Froelich, D., Aoussat, A. & Naffrechoux, E. (2014). From Recycling to Eco-design. In E. Worrell & M. Reuter (Hrsg.), *Handbook of Recycling* (421–427). Oxford: Elsevier.
- Miernicki, M., Hofmann, T., Eisenberger, I., von der Kammer, F. & Praetorius, A. (2019). Legal and practical challenges in classifying nanomaterials according to regulatory definitions. *Nature Nanotechnology*, 14, 208–216.
- Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft. (2018). Safe by Design: Chemicals. <https://safe-by-design-nl.nl/home+english/chemicals/default.aspx> [1.4.2021].
- Oberpriller, Q., Weber, F., Iten, R., Fasko, R. & Frei, U. (2019). Beurteilung von ausgewählten Maßnahmen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft in der Nutzungsphase. Zürich: Bundesamt für Umwelt. https://www.infras.ch/media/filer_public/dae37037-a8a9-4c36-9206-e76ca0ffb8bf/massnahmen-foerderung-kreislaufwirtschaft.pdf [1.4.2021].
- Part, F., Zecha, G., Causon, T., Sinner, E. K. & Huber-Humer, M. (2015). Detection and characterisation of engineered nanomaterials in complex waste matrices - A review. *Waste Management*, 43, 407–420.
- Reihlen, A. & Jepsen, D. (2015). Anwendung von Nanomaterialien in Produkten-Chancen und mögliche Risiken: Beispiel Lebensmittelbereich. Hamburg: ÖKOPOL GmbH. https://oeko-pol.de/src/files/FD4_Hintergrund_NM-in-Lebensmitteln.pdf [1.4.2021].
- Respect austrian business council for sustainable development. (2020). ASRA - Austrian Sustainability Reporting Award. <https://www.respect.at/site/de/news/artikel/artikel/7426.html> [1.4.2021].
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU). (Hrsg.) (2020). Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa: Umweltgutachten 2020. Berlin. <https://www.bvse.de/recycling/recycling-nachrichten/5853-umweltgutachten-2020-fuer-eine-entschlossene-umweltpolitik-in-deutschland-und-europa.html> [1.4.2021].
- Schnitzer, B. & Köhler, T. (2015). Regionale Ressourcenkataster-Urban Mining und Geodateninfrastrukturen. AGIT Journal, 1, 301–307.
- Slunge, D. & Alpizar, F. (2019). Market-Based Instruments for Managing Hazardous Chemicals: A Review of the Literature and Future Research Agenda. *Sustainability*, 11, 4344–4365.
- Stadt Oberhausen. (Hrsg.) (2019). Besorgniserregende Chemikalien in Alltagsgegenständen - Ausunftsrechte für Verbraucherinnen und Verbraucher. Oberhausen. https://www.oberhausen.de/de/index/rathausverwaltung/umwelt-gesundheit-und-mobilitat/gesundheit/aktuelle_informationen/material_aktuelles/auskunftspflicht_der_hndler_zu_gefhrlichen_inhaltsstoffen_stand_juli_2019.pdf [1.4.2021].
- Sušnik, M. (2020). Problematische Chemikalien ersetzen: Endbericht zum Workshop. Wien: Wirtschaftskammer Österreich. <https://www.wko.at/service/umwelt-energie/endbericht-workshop-problematische-chemikalien-ersetzen.pdf> [1.4.2021].
- Technische Universität Wien (TU Wien). (2021). Process-Design für BIM basierten, materiellen Gebäudepass. <https://www.industriebau.tuwien.ac.at/forschung/abgeschlossen/bimaterial/> [1.4.2021].
- Tickner, J., & Jacobs, M. (2016). Improving the Identification, Evaluation, Adoption and Development of Safer Alternatives: Needs and Opportunities to Enhance Substitution Efforts within the Context of REACH. Lowell: Lowell Center for Sustainable Production. https://echa.europa.eu/documents/10162/13630/substitution_capacity_lcspon.pdf/2b7489e1-6d96-4f65-8467-72974b032d7b [1.4.2021].
- Umweltbundesamt (UBA) & Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT). (Hrsg.) (2019). Zusammenfassung der Vorträge und des World Cafés Green Chemistry: Dialog zur Vernetzung von Unternehmern, Forschung und Stakeholdern. Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/fachdialog1-greenchemistry> [1.4.2021].
- Umweltbundesamt (UBA). (2021a). Chemikalien in der Umwelt. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien/chemikalien-in-der-umwelt#undefined> [1.4.2021].
- Umweltbundesamt (UBA). (2021b). 2. Fachdialog Grüne Chemie. <https://www.umweltbundesamt.at/fachdialog-greenchemistry> [1.4.2021].
- Van Beers, D. & Graedel, T. (2007). Spatial characterisation of multi-level in-use copper and zinc stocks in Australia. *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9), 849–861.
- Van de Poel, I. & Robaey, Z. (2017). Safe-by-Design: From Safety to Responsibility. *Nanoethics*, 11(3), 297–306.
- Vereinte Nationen (UN). (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1). <http://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> [1.4.2021].
- Wilts, C. H., von Gries, N., Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., Buschow N. & Sanden, J. (2016). Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen: mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-von-instrumenten-massnahmen-zur> [1.4.2021].
- Wilts, C. H., Lucas, R., von Gries, N. & Zirngiebl, M. (2014). Recycling in Deutschland—Status quo, Potenziale, Hemmnisse und Lösungsansätze. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/SuM-Recycling-in-Deutschland-Wuppertal-Institut-Januar-2015.pdf> [1.4.2021].
- World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation (EMF) & McKinsey & Company. (Hrsg.) (2016). The New Plastics Economy. Rethinking the future of plastics. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics> [1.4.2021].