

Optionen und Maßnahmen

UniNETZ –
Universitäten und Nachhaltige
Entwicklungsziele



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

Nachhaltiger Umgang mit mineralischen Rohstoffen von der Gewinnung bis inklusive Halbzeugherstellung

Autor_innen:

Trummer, Patrick (*Montanuniversität Leoben*); Scherz, Marco (*Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen/ Technische Universität Graz*); Feiel, Susanne (*Montanuniversität Leoben*); Ammerer, Gloria (*Montanuniversität Leoben*)

12_01

Target 12.2

Reviewer_innen:

Tost, Michael (*Montanuniversität Leoben*), Paulick, Holger (*Geologische Bundesanstalt*)

Inhalt

3		Abbildungsverzeichnis
3		Tabellenverzeichnis
4	12_01.1	Ziele der Option
4	12_01.2	Hintergrund der Option
8	12_01.3	Optionenbeschreibung
8	12_01.3.1	Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen
19	12_01.3.2	Erwartete Wirkungsweise
19	12_01.3.3	Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen
20	12_01.3.4	Zeithorizont der Wirksamkeit
20	12_01.3.5	Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann
22	12_01.3.6	Interaktionen mit anderen Optionen
22	12_01.3.7	Offene Forschungsfragen
23		Literatur

Abbildungsverzeichnis

- 5 **Abb. O_12-01_01:** Globale Rohstoffgewinnung nach Ressourcentyp: a) historische Daten (1900-2015) und b) prognostizierte Daten (2015-2050). Quelle: European Innovation Partnership (EIP) (2018).
// Fig. O_12-01_01: Global material extraction by resource type: a) historical (world, 1900-2015) and b) projected data (world, 2015-2050). Source: European Innovation Partnership (EIP) (2018).
- 6 **Abb. O_12-01_02:** Materialverbrauch in Österreich. Quelle: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2020).
// Fig. O_12-01_02: Material consumption in Austria. Source: Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) (2020).
- 7 **Abb. O_12-01_03:** Rohstoffkreislaufwirtschaft. Quelle: Kreislaufwirtschaft von Rohstoffen. Quelle: European Institute of Innovation and Technology (EIT) (2020).
// Fig. O_12-01_03: Raw Materials Circular Economy. Source: European Institute of Innovation and Technology (EIT) (2020).

Tabellenverzeichnis

- 9 **Tab. O_12-01_01:** Einzelmaßnahmen der Maßnahmenkombination 1. Quelle: Eigene Darstellung. **// Tab. O_12-01_01:** Individual measures of the combination of measures 1. Source: Own illustration.
- 12 **Tab. O_12-01_02:** Gegenüberstellung Kosten Diesel vs. Elektr. Strom VA Erzberg. Quelle: Eigene Darstellung. **// Tab. O_12-01_02:** Comparison of costs for diesel vs. electrical power VA Erzberg. Source: Own illustration.
- 13 **Tab. O_12-01_03:** Einzelmaßnahmen der Maßnahmenkombination 2. Quelle: Eigene Darstellung. **// Tab. O_12-01_03:** Individual measures of the combination of measures 2. Source: Own illustration.
- 16 **Tab. O_12-01_04:** Einzelmaßnahmen der Maßnahmenkombination 3. Quelle: Eigene Darstellung. **// Tab. O_12-01_04:** Individual measures of the combination of measures 3. Source: Own illustration.
- 22 **Tab. O_12-01_05:** *Interaktionen mit anderen Optionen.* Quelle: Eigene Darstellung. **// Tab. O_12-01_05:** *Interactions with other options.* Source: Own illustration.

12_01.1 Ziele der Option

Die Nachhaltigkeitsziele der *Vereinten Nationen* streben eine Senkung des Rohstoffverbrauchs sowie eine effiziente Nutzung von Rohstoffen an. Diese Zielvorgabe des SDG 12 ist im Target 12.2 „*Bis 2030 die nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen erreichen*“ (Vereinte Nationen (UN), 2015, S.24) verankert.

Unter dem Begriff *natürliche Ressourcen* versteht man Bestandteile oder auch Funktionen der Natur, die einen ökonomischen Nutzen aufweisen. Oft werden natürliche Ressourcen in abiotische (nicht-nachwachsende) und biotische (nachwachsende) Ressourcen unterteilt. Neben Rohstoffen zählen auch Boden bzw. Land, Wasser, Luft, biologische Vielfalt, Wind und Solarenergie zu den natürlichen Ressourcen und somit umfassen diese ein breites Feld. Da die Themenbereiche Boden von SDG 15 *Leben am Land*, Wasser von SDG 6 *Sauberes Wasser* und Sanitärversorgung und Energie von SDG 7 *Bezahlbare und saubere Energie* abgedeckt werden, fokussiert sich diese Option 12_01 speziell auf die mineralischen Rohstoffe.

Das übergeordnete Ziel der Option 12_01 ist die Senkung des Verbrauchs von mineralischen Rohstoffen im Sinne der Nachhaltigkeitsstrategien (Konsistenz, Effizienz und Suffizienz) beginnend bei der Exploration über die Aufbereitung zu Werkstoffen bis hin zur Herstellung von Halbzeugen¹. Innerhalb der drei Nachhaltigkeitsstrategien wird der Fokus auf die Effizienz und die damit verbundene nachhaltige Nutzung von Rohstoffen und Energie gelegt. Darüber hinaus dürfen allerdings auch die beiden anderen Nachhaltigkeitsstrategien, Konsistenz und Suffizienz, welche sich vor allem mit der Senkung der Nachfrage nach Primärrohstoffen und dem Einsatz nachhaltiger Technologien befassen, nicht außer Acht gelassen werden. Neben dem übergeordneten Ziel, der Senkung des Primärrohstoffverbrauchs, ergeben sich auch folgende untergeordnete Ziele, welche durch die vorgeschlagene Option adressiert werden:

- Senkung des Primärrohstoffanteils bei gleichzeitiger Erhöhung des Sekundärrohstoffanteils in Werkstoffen und Halbzeugen;
- Verringerung der Rohstoffabhängigkeit Österreichs;
- Senkung von Treibhausgasemissionen;
- Verwendung von bisher wenig bzw. nicht genutzten Rohstoffquellen;
- Erhöhung der Effizienz von Rohstoffproduktions- und Verarbeitungsprozessen.

12_01.2 Hintergrund der Option

Die mineralischen Rohstoffe unseres Planeten stellen eine wichtige Grundlage für unser tägliches Leben dar. Entlang ihrer gesamten Wertschöpfungskette treten jedoch auch Emissionen und Umweltbelastungen auf, die es zu kontrollieren und zu minimieren gilt. Abnehmende Erzgehalte, konkurrierende und beschränkte Landnutzungsmöglichkeiten sowie schwankende Rohstoffpreise stellen sowohl unsere Wirtschaft als auch unser soziales Leben vor große Herausforderungen. Nachhaltige und verantwortungsvolle Ressourcennutzung muss somit unter anderem eine unserer höchsten Prioritäten sein. In den letzten

¹ Als Halbzeug wird ein Vormaterial bzw. vorgefertigtes Rohmaterial bezeichnet. Dies sind beispielsweise Werkstücke, Profile, Stangen, Rohre, Platten, Brammen und Bleche.

Jahrzehnten hat die weltweite Nachfrage nach Rohstoffen, aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung und des Über-Konsums in industrialisierten Ländern, erheblich zugenommen. Diese Entwicklung verschärft Probleme wie den Klimawandel, die Degradation von Böden oder den Verlust der Biodiversität.

Wie bereits erläutert, wird im Zuge dieser Option der Fokus auf die *mineralischen Rohstoffe* gelegt. Circa 70 % der alltäglich verwendeten Produkte bestehen aus mineralischen Rohstoffen, die im Bergbau gewonnen werden. Sie bilden somit die Materialbasis unserer Gesellschaft und unseres Wohlstandes. In *Abb. O_12-01_01* wird die Entwicklung der globalen Rohstoffgewinnung beispielhaft für ausgewählte Rohstofftypen dargestellt. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts ist die weltweite Rohstoffgewinnung von 6 Milliarden Tonnen auf 84 Milliarden Tonnen im Jahr 2015 angestiegen. Dies bedeutet einen Zuwachs um das 14-fache, wobei der Anstieg im Bereich der nicht-metallischen Minerale am größten (45-fache) ist. In *Abb. O_12-01_01* sind nur Wertstoffe² angeführt. Der bei der Gewinnung von Rohstoffen anfallende Anteil an Nicht-Wertstoffen bzw. *Abfall* (bspw. *Abraum*, *Taubes Material*³ bzw. *Tailings*⁴) ist um ein Vielfaches höher.

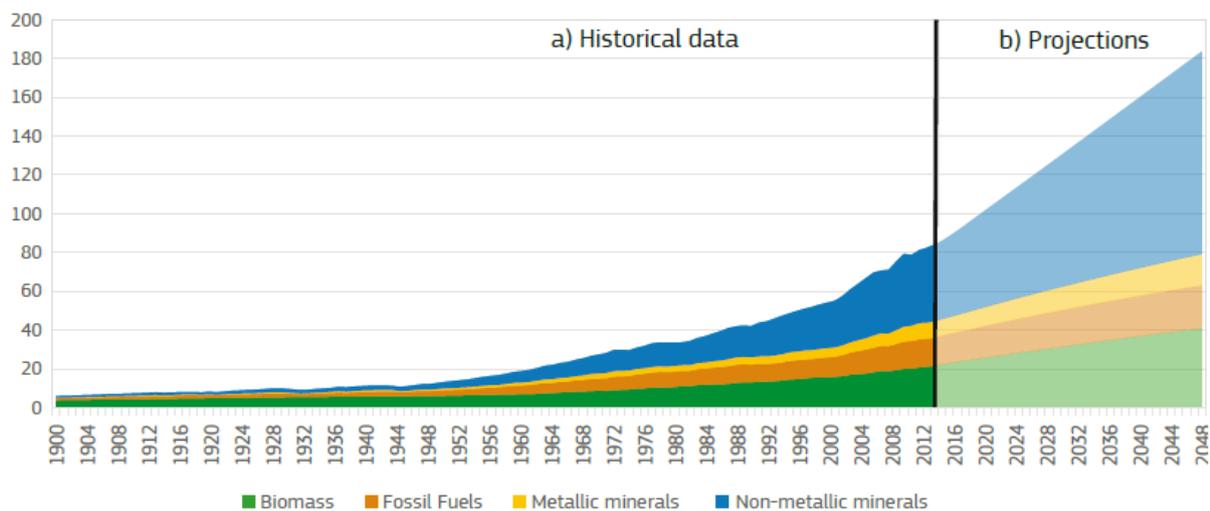


Abb. O_12-01_01: Globale Rohstoffgewinnung nach Ressourcentyp: a) historische Daten (1900-2015) und b) prognostizierte Daten (2015-2050).
Quelle: European Innovation Partnership (EIP) (2018).

// Fig. O_12-01_01: Global material extraction by resource type: a) historical (world, 1900-2015) and b) projected data (world, 2015-2050). Source: European Innovation Partnership (EIP) (2018).

2 Stoffe, die nach ihrem Gebrauch wieder genutzt oder in andere Produkte umgewandelt werden können.

3 Nicht verwertbares Material

4 *Tailings* sind feinkörnige Rückstände aus der Aufbereitung.

5 Der inländische Materialverbrauch, abgekürzt als DMC (domestic material consumption), misst die Gesamtmenge der von einer Volkswirtschaft direkt verwendeten Materialien und ist definiert als die jährliche Menge aus den im Inland gewonnenen Rohstoffen zuzüglich aller physischen Importe, abzüglich aller physischen Exporte.

Der DMC-Indikator bietet eine Bewertung des absoluten Ressourcenverbrauchs und ermöglicht die Differenzierung des von der Inlandsnachfrage getriebenen Verbrauchs vom Exportmarkt getriebenen Verbrauch. Es ist wichtig zu beachten, dass der im DMC-Indikator verwendete Begriff Verbrauch den scheinbaren Verbrauch und nicht den Endverbrauch bezeichnet. DMC enthält keine vorgelagerten versteckten Ströme von Importen und Exporten von Rohstoffen und Produkten.

Der inländische Materialverbrauch (DMC)⁵ Österreichs betrug im Jahr 2018 167 Millionen Tonnen bzw. 19 Tonnen pro Kopf. Den größten Teil dabei machten, wie in *Abb. O_12-01_02* dargestellt, die nicht-metallischen Mineralstoffe (95 Mt/a) aus. Dazu zählen die Baurohstoffe (Sand, Kies, Natursteine) und Industriemineralien (Salz, Gips, Ton, Talk, Magnesit, Graphit, Schwefel).

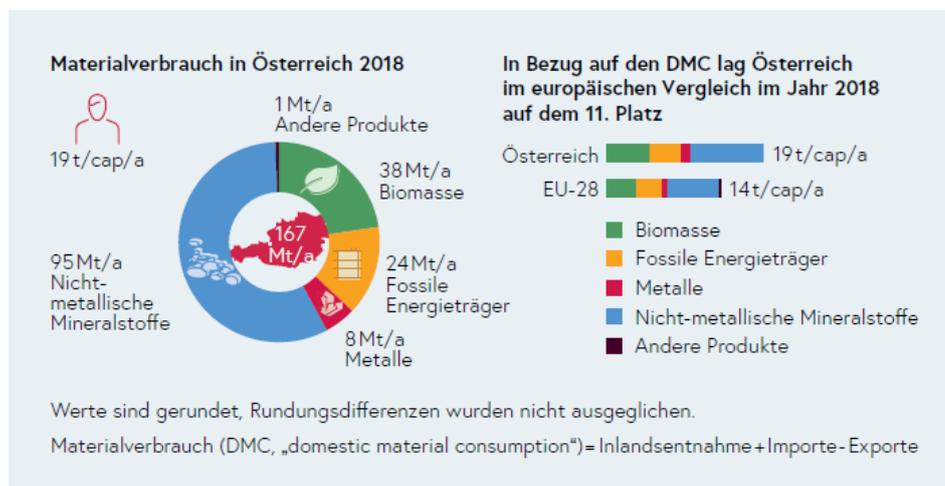


Abb. O_12-01_02: Materialverbrauch in Österreich. Quelle: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2020).

// Fig. O_12-01_02: Material consumption in Austria. Source: Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) (2020).

Unsere natürlichen mineralischen Ressourcen sind begrenzt und in unterschiedlicher Qualität und Menge in Österreich verteilt. Trotz im Moment noch ausreichender Lagerstättenvorräte im Baurohstoffsektor, wächst aufgrund unterschiedlicher raumplanerischer Nutzungsansprüche (z. B. Siedlungs-, Schutzgebieten, landwirtschaftliche Vorrangzonen, Schutz- und Bannwälder, Tourismusgebiete, Energie- und Verkehrsinfrastruktur, Landesverteidigung) das Versorgungsrisiko. Aufgrund dieser künftigen Ansprüche sind die Sicherstellung einer verbraucher_innennahen Versorgung und eines umwelt- und ressourcenschonenden Abbaus zentrale Aufgaben einer nachhaltigen Rohstoffpolitik (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), 2012).

Der derzeitige geologische Explorationsstand zeigt, dass Österreich ein breites Spektrum an Bodenschätzen zur Verfügung steht. Die heimische Versorgungssicherheit ist allerdings mangels quantitativer geologischer Daten, der limitierten wirtschaftlich möglichen Nutzung heimischer Lagerstätten sowie aufgrund des Nichtvorhandenseins gewisser kritischer Rohstoffe begrenzt. Dieser Bedarf wird unter anderem durch die Listen kritischer Rohstoffe, welche von der *Europäischen Union (EU)* ausgearbeitet werden (Aktualisierung alle drei Jahre), unterstrichen (Europäische Kommission (EC), 2020).

Um die Vorgaben der EU, die Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft (Europäisches Parlament (EP), 2019) betreffend, zu erfüllen, setzt Österreich auf die Schaffung *sauberer Kreisläufe* um idealerweise einen Rohstoff ‚unendlich‘ im Kreis zu führen. Da dies, schon rein physikalisch im Rahmen der thermodynamischen Limits gesehen, nicht möglich ist, wird versucht, die *Abfälle* bzw. *Nebenprodukte* und Rohstoffverluste in jedem einzelnen Prozessschritt soweit als möglich zu reduzieren. Dieser Prozess wird durch *Abb. O_12-01_03* verdeutlicht. Beginnend bei der Exploration von Rohstoffen, über deren Abbau

und Aufbereitung bis hin zur Herstellung von Werkstoffen/Endprodukten stellt die *Befüllung des Systems mit Primärrohstoffen* den Startpunkt und somit die Grundlage der Kreislaufwirtschaft dar. Die daraus produzierten Werkstoffe sind die Basis für unzählige Produkte unseres täglichen Lebens. Nach Ende ihrer Nutzungs- und Lebensdauer können Produkte durch Sammlung und Recycling der Wiederaufbereitung zugeführt werden. Oft verweilen Produkte/Werkstoffe über große Zeit in ihrer Nutzungsphase (z. B. Aluminium bis zu 100 Jahre in Bauwerken, Fahrzeugen oder Flugzeugen) ehe sie recycelt werden können, was wiederum die sichere Versorgung mit Primärrohstoffen erfordert. Die Nachfrage nach Primärrohstoffen ist stark bedingt von deren Einsatzgebiet. So sind es aktuell vor allem Rohstoffe, die die Energiewende forcieren, wie zum Beispiel seltene Erden oder *Batteriemetalle*, an denen erhöhter Bedarf besteht, die allerdings nicht aus dem Recycling gewonnen werden können, da sie als neuer Stoff wohl noch gar nicht als Sekundärrohstoff gewonnen werden können. Mit dem steigenden Bedarf dieser notwendigen neuen Rohstoffe ergeben sich allerdings neue Herausforderungen, was sowohl die Nachhaltigkeit im Abbau- als auch im Recyclingsektor betrifft. Hier befinden wir uns an einer Schnittstelle zu anderen SDGs wie etwa *SDG 7 Bezahlbare und saubere Energie* und *SDG 8 Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum*. Das Thema Recycling wird in Option 12_02 behandelt.



Abb. O_12-01_03:
Rohstoffkreislaufwirtschaft.
Quelle: Kreislaufwirtschaft von Rohstoffen. Quelle: European Institute of Innovation and Technology (EIT) (2020).

// Fig. O_12-01_03:
Raw Materials Circular Economy.
Source: European Institute of Innovation and Technology (EIT) (2020).

Die letzte (sektorale) *Rohstoffstrategie* aus dem Jahr 2012 (*Österreichischer Rohstoffplan*) hatte in erster Linie die Sicherung der Versorgung aus heimischen Lagerstätten im Fokus. Anfang 2020 wurde vom *Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus mit der Arbeit* zur Erstellung der *Österreichischen Rohstoffstrategie 2030* begonnen. Das Ziel dieser Strategie ist die Sicherstellung und Verbesserung der Versorgung Österreichs mit Rohstoffen (Baurohstoffe, Industriemineralien, Stahl, Nichteisen-Metalle, Kunststoffe, Erdöl und Erdgas), basierend auf einem Drei-Säulen-Modell mit horizontalen, in alle Bereiche tangierende, Themenfeldern:

- **Säule 1:** Nachhaltige Versorgung aus heimischen Quellen;
- **Säule 2:** Nachhaltige Versorgung aus internationalen Zulieferketten;
- **Säule 3:** Smart Production, Kreislaufwirtschaft, neue wertschöpfende Technologien und Produkte;
- **Horizontale Themenfelder:** Akzeptanz und Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Automatisierung in Industrie und Verwaltung, Forschung und Entwicklung, Bildung und Ausbildung, sowie Dialog, *Foresight Policy* und eine umfangreiche Umfeldanalyse Forschung & Entwicklung, Bildung & Ausbildung, Digitalisierung & Automatisierung, Dialog & Umfeldanalyse.

12_01.3 Optionenbeschreibung

12_01.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen

Diese Option befasst sich mit dem nachhaltigen Umgang mit mineralischen Rohstoffen, beginnend bei der Exploration und Gewinnung über die Aufbereitung und teilweise Weiterverarbeitung zu Werkstoffen bis hin zur Herstellung von Halbfabrikaten.

Die einzelnen Maßnahmen sind zu drei Maßnahmenkombinationen gebündelt, die eine nachhaltige Entwicklung der einzelnen Schritte des Rohstoffweges (von der Exploration über den Abbau bis hin zur Herstellung von Halbfabrikaten) fördern, wobei der Fokus auf folgenden Bereichen liegt:

- Nachhaltige Gestaltung von Produktionsprozessen der rohstoffverarbeitenden Industrie;
- Ganzheitliche Verwendung von Rohstoffen und alternativen Rohstoffquellen;
- Nachhaltiges und intelligentes Rohstoffmanagement.

Maßnahmenkombination 1: Nachhaltige Gestaltung von Produktionsprozessen der rohstoffverarbeitenden Industrie

Die in dieser Kombination enthaltenen Maßnahmen zielen auf eine Senkung des Primärrohstoffverbrauchs und des umweltrelevanten Impakts der Produktion, auf eine Reduktion der Abhängigkeit vom internationalen Rohstoffmarkt und Sicherung der heimischen Rohstoffversorgung, auf eine Senkung der Treibhausgasemissionen sowie auf eine Effizienzsteigerung des Rohstoffverbrauchs ab. In *Tab. O_12-01_01* sind die Einzelmaßnahmen der Maßnahmenkombination überblicksmäßig dargestellt.

Einzelmaßnahme	Instrumententyp	Fokussierte Akteur_innengruppe
1. Ausarbeitung eines Besteuerungssystems auf Primärrohstoffe	Finanzinstrument	Hersteller_innen, Zuliefer_innen
2. Einführung einer Effizienzrate bei Herstellungsprozessen	Regulatives Instrument	Hersteller_innen
3. Erhöhung des Rezyklatanteils in Werkstoffen und Halbfabrikaten	Regulatives Instrument	Hersteller_innen
4. Erhöhung von ökologischen Produktionsmethoden durch verstärkte Förderungsinitiativen und/oder durch gesetzliche Vorgaben	Finanzielle Förderung, Regulatives Instrument	Hersteller_innen

Tab. O_12-01_01:
 Einzelmaßnahmen der
 Maßnahmenkombination 1.
 Quelle: Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-01_01:** Individual
 measures of the combination
 of measures 1. Source: Own
 illustration.

Maßnahme 1: Ausarbeitung eines Besteuerungssystems auf Primärrohstoffe

Um den Ressourcenverbrauch zu senken, bedarf es einer Reduzierung des Primärrohstoffanteils in Werkstoffen und Halbfabrikaten bei gleichzeitiger Erhöhung des Sekundärrohstoffanteils. Durch eine Besteuerung des Primäranteils wird eine Erhöhung des Sekundäranteils erreicht. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bedenken, dass eine Besteuerung (im klassischen Sinne) immer eine ökonomische Belastung für die heimische Wirtschaft darstellt. Da sowohl Österreich als auch die EU eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung anstreben und ein Großteil der Rohstoffe als Importe in den EU-Raum gelangen, muss eine solche Besteuerung ebenfalls nachhaltig ausgelegt werden. Somit sollten Primäranteile von Rohstoffen nur unter folgenden Bedingungen besteuert werden:

- Der Primärrohstoff wird nicht unter nachhaltigen Bedingungen gewonnen (Menschenrechte, Arbeitsschutz, etc.);
- Der Primärrohstoff wird aus Drittstaaten in die EU importiert;
- Der Primärrohstoff kann in Österreich gewonnen werden, wird jedoch importiert.

Barrieren und Herausforderungen: Eine genaue Abwägung und Erarbeitung mit Expert_innen ist zwingend erforderlich, um keine unerwünschten Effekte zu erzeugen. Österreich sollte sich bewusst sein, dass die Besteuerung von Primärrohstoffen auf EU-Ebene zu sehen ist und nicht auf die nationale Ebene beschränkt werden sollte, da Österreich sich bestenfalls nur mit Bau- und Energierohstoffen selbst versorgen kann.

Transformationspotential: Die Besteuerung von Primärrohstoffen nach diesen Gesichtspunkten würde eine nachhaltigere Entwicklung in der Rohstoffgewinnung fairere Bedingungen für die heimische Industrie gegenüber dem EU-Ausland, eine höhere Verwendung an Sekundärrohstoffen und eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen fördern.

Maßnahme 2: Einführung einer Effizienzrate bei Herstellprozessen

Um die Effizienz der Herstellung von Werkstoffen und Halbfabrikaten stetig zu verbessern, ist die Einführung und stetige Messung einer definierten *Effizienzrate* nötig. Dies ermöglicht die Evaluierung bestehender Herstellprozesse und eine transparente Beurteilung dieser. Diese Effizienzrate kann beispielsweise als Wert, bestehend aus den Parametern Kosten, Ressourcenanteil, Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß (betriebliche CO₂-Emissionen), dargestellt werden. Hierfür gibt es in Österreich ein Bundes-Energieeffizienzgesetz-(EEffG, 2020). Die Effizienzsteigerung in Bereichen wie Verfahren, Prozesse und Technologie sollten in diesem Zusammenhang in Betracht gezogen werden.

Maßnahme 3: Erhöhung des Rezyklatanteils in Werkstoffen und Halbfabrikaten

Da Österreich nicht über alle für die Wirtschaft nötigen Rohstoffen selbst verfügt, verbirgt sich in rezyklierten Rohstoffen ein großes Potenzial, um diese Lücke zu schließen und so die Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. Eine Erhöhung des Rezyklatanteils in Produkten kann einerseits durch die Besteuerung des Primärrohstoffanteils erreicht werden (siehe Maßnahme 1), oder andererseits durch die Einführung eines gesetzlich vorgeschriebenen Mindestanteils an Sekundärrohstoffen (evtl. mit einer jährlichen Steigerungsrate) in Bereichen, in denen dies realistisch möglich ist.

Barrieren und Herausforderungen: Unabhängig der Methode zur Erhöhung des Rezyklatanteils sind Herkunftsnachweise der Primär- und Sekundärrohstoffen zwingend erforderlich. Ohne diese Nachweise kann es lukrativ sein, das Primärmaterial nach der Erzeugung einfach zu recyceln und dann als Sekundärmaterial wieder zu verkaufen. Des Weiteren ist es erforderlich, alle Sekundärmaterialquellen in Form eines Katasters zu identifizieren und zugänglich zu machen (siehe Option 12_02, Maßnahmenbündel 2, Einzelmaßnahme 4).

Maßnahme 4: Erhöhung von ökologischen Produktionsmethoden durch verstärkte Förderungsinitiativen und/oder durch gesetzliche Vorgaben

Um die Produktion bzw. Produktionsmethoden der rohstoffverarbeitenden Industrie ökologischer zu gestalten, stehen im Wesentlichen drei grundlegende Möglichkeiten, die einzeln oder kombiniert anwendbar sind, zur Verfügung. Die erste Möglichkeit ist die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung nachhaltiger, umweltschonender, aber dennoch wirtschaftlicher Produktionsmethoden. Hierfür ist sicherlich eine stärkere Kooperation von Industrie und Forschung eine der treibenden Kräfte, wobei auch der öffentlichen Hand eine große Rolle beim Setzen der Rahmenbedingungen zukommt. In diesem Zusammenhang kann auf die Option 12_06 zum Target 12.7 „Nachhaltige Beschaffung: Öffentliche Hand als Pionier“ verwiesen werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Substitution bestehender, wenig nachhaltiger Produktionsmethoden durch ökologischere. Da dies meist zusätzliche Investitionen mit sich bringt, müssen solche nachhaltigeren Produktionsprozesse für die Unternehmen nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht von Vorteil sein. Daher bedarf es diverser (neuer, gezielter) Fördermaßnahmen bzw. besserer und transparenterer Rahmenbedingungen für Fördermittel aus öffentlicher Hand.

Als dritte Möglichkeit besteht die ökologische Verbesserung einer bestehenden Produktionsanlage bzw. -methode. Um dies zu erreichen, sollten folgende Grundüberlegungen angestellt werden:

- Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. Anteil an autonomer Versorgung mit Energie steigern;
- Umstellung auf erneuerbare Energieträger (siehe Option 07_01 „Ausbau der Erneuerbaren Energieerzeugung“);
- Logistik ökologischer gestalten (zum Beispiel Bahn- statt LKW-Transport);
- Reduzierung und Minimierung von Transportwegen;
- Steigerung der Produktionsmenge bei unveränderten Betriebszeiten (Effizienzerhöhung);
- Optimierung der Primärrohstoffqualitäten (Bspw. Verwendung von karbonatarmen Tonrohstoffen für die Ziegelindustrie zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Produktionsprozess bzw. Verwendung von alternativen Brennstoffen in der Zementindustrie).

In Anbetracht dieser Überlegungen können Produktionsmethoden einen höheren ökologischen Grad erreichen und somit kann auch eine Reduktion der Treibhausgasemissionen erwirkt werden. Neben dem ökologischen Effekt kann auch ein positiver ökonomischer Effekt erzielt werden, der jedoch sowohl von den Investitionen als auch von der Zeit abhängig ist. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Projekt *Diesel-elektrische Schwerlastkraftwagen (SLKW) am Erzberg* (VOEST-ALPINE (VA) Erzberg, 2020). Im Zuge dieses Projektes werden zukünftig statt dieselbetriebener SLKWs, diesel-elektrische

Hybrid-SLKWs, die bergauf elektrisch mittels Oberleitung betrieben werden, eingesetzt. Grundüberlegung dahinter ist der hohe Energie- bzw. Kraftstoffverbrauch für Bergauffahrten, der auf 100 Tonnen Nutzlast ausgelegten SLKWs. Der elektrische Antrieb steigert den Wirkungsgrad und somit die Energieeffizienz bei den Bergauffahrten. Im Moment werden jährlich ca. 4,5 Millionen Liter Diesel rein für den SLKW-Verkehr am steirischen Erzberg benötigt. Durch den zukünftig teilweise elektrischen Betrieb können somit jährlich ca. 3 Millionen Liter Diesel eingespart, bei einem zusätzlichen Strombedarf von 12,2 GWh/ Jahr Kosten gesenkt und darüber hinaus der CO₂-Ausstoß um 4.200 Tonnen reduziert werden.

Die Kosteneinsparung bezieht sich hierbei einzig auf die Einsparung von Diesel im Vergleich zum höheren Strombedarf. Angenommen wird ein Brutto-Dieselpreis von 1,21 €/l und ein Brutto-Industriestrompreis von 0,098 €/kWh (Statistik Austria, 2019). Die Tabelle *Tab. O_12-01_02* veranschaulicht diese Kostenberechnung. Mit dem Umstieg zu einem teilelektrischen Betrieb und die dadurch eingesparte Menge an Diesel zeigt sich trotz steigenden Strombedarfs eine Einsparung von 2,4 Mio. € pro Jahr, wobei hier nur eine vereinfachte Rechnung ohne Investitionskosten oder sonstige Kosten angeführt ist.

Daten	Diesel	Strom
Menge pro Jahr	3 Mio. Liter	12,2 GWh=12.200.000 kWh
Bruttopreis Diesel (privater Einsatz)	1,21 € pro Liter	
Bruttopreis elektr. Strom (Industrie)		0,098 €/kWh
Gesamtkosten pro Jahr	3,6 Mio. €	1,2 Mio.€
Eingesparte Kosten (Differenz) pro Jahr	2,4 Mio. €	

Tab. O_12-01_02:
Gegenüberstellung Kosten Diesel vs. Elektr. Strom VA Erzberg. Quelle: Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-01_02:** Comparison of costs for diesel vs. electrical power VA Erzberg. Source: Own illustration.

Dieses Projekt zeigt, dass ökologische Verbesserungen, welche zu Beginn mit zusätzlichen Kosten einhergehen, über einen größeren Zeitraum betrachtet auch ökonomische Vorteile bringen können. Neben dem Instrument der Förderungen können auch gesetzliche Rahmenbedingungen den gewünschten Effekt erzielen.

Maßnahmenkombination 2: Ganzheitliche Verwendung von Rohstoffen und alternativen Rohstoffquellen

Die Maßnahmen der Kombination 2 befassen sich mit der Nutzung von Rohstoffen aus alternativen Quellen, wie Deponien, Halden und Abraum. Neben ober- und untertägigen Rohstoffgewinnungsstätten stellen diese alternativen Quellen ein großes, bisher wenig genutztes Potential an wirtschaftlich nutzbaren Rohstoffen dar. Zugleich befasst sich die Maßnahmenkombination 2 auch mit einer Steigerung und ganzheitlichen Verwendung von Rohstoffen entlang ihres Lebenszyklus bzw. des gesamten Rohstoffweges. In *Tab. O_12-01_03* sind die Einzelmaßnahmen der Maßnahmenkombination überblicksmäßig dargestellt.

Einzelmaßnahme Instrumententyp Fokussierte Akteur_innengruppe

1. Gesamtheitliche Gewinnung und Verwertung von Rohstoffen aus allen Quellen	Regulatives Instrument	Hersteller_innen, Recycler_innen
2. Berücksichtigung von grauen Emissionen bei der Durchführung von Ökobilanzierungen	Bilanzierung	Forschungsinstitutionen Hersteller_innen, Zuliefer_innen
3. Implementierung der Ökobilanzierung in Beschaffungsprozessen	Regulatives Instrument	Öffentliche Hand, Forschungsinstitutionen, Hersteller_innen
4. Verbesserung von Sortierlösungen und Recyclingprozessen	Technische Innovation, Regulatives Instrument	Hersteller_innen, Recycler_innen

Tab. O_12-01_03:
Einzelmaßnahmen der
Maßnahmenkombination 2.
Quelle: Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-01_03:** Individual
measures of the combination
of measures 2. Source: Own
illustration.

6 Eine künstliche Anhäufung oder Aufschüttung von Material

7 Eine Gesteinsschicht, die im Tagebau das ‚Nutzmaterial‘ überdeckt und nicht der primär abgebaute Rohstoff ist (wird meist auf Halden geschüttet)

Maßnahme 1: Gesamtheitliche Gewinnung und Verwertung von Rohstoffen aus allen Quellen

Nicht nur Erze, Gesteine und Sedimente dienen als Quelle für Rohstoffe, sondern auch in Halden⁶, Deponien oder im Abraum⁷ lassen sich Rohstoffe finden. Diese alternativen Quellen entstehen beim Abbau und der Verarbeitung eines Rohstoffes als Nebenprodukt oder durch Entsorgung von Gütern, Waren, Produkten und Baustoffen durch die Abfallwirtschaft.

Bei Tunnelausbruchsarbeiten entsteht so eine erhebliche Menge an Ausbruchsmaterial. Dieses wird meist auf Halden (Abraumhalden) meist ortsnah zur Tunnelbaustelle endgelagert und renaturiert oder in Bodenaushubdeponien eingebaut. Solche Abraumhalden unterliegen aufgrund ihrer Definition als Abfall in Österreich dem Abfallwirtschaftsgesetz.

Barrieren und Herausforderungen: Die gesetzlichen Rahmenbedingungen müssen so angepasst werden, dass die Gewinnung von als Abfällen definierten Materialien und die Verwendung daraus gewonnener Produkte durch ISO oder anderwärtige Standard-Zertifizierungen einfach macht.

Transformationspotential: Neue Erkenntnisse und aufbereitungstechnische Verfahren sowie der Nachhaltigkeitsgedanke ergeben für Deponien und Abraumhalden alternative Verwendungsmöglichkeiten, auch als neue Primärabbauquellen. Dies würde eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der Rohstoffgewinnung fördern.

Maßnahme 2: Berücksichtigung von grauen Emissionen bei der Durchführung von Ökobilanzierungen

Im Sinne einer ganzheitlichen Lebenszyklusbetrachtung sollten bei der Erzeugung von Produkten und Halbzeugen neben den betrieblichen Emissionen auch die grauen Emissionen berücksichtigt werden. Darunter fallen beispielsweise ca. elf Prozent der weltweiten energie- und prozessbezogenen Treibhausgasemissionen aus der Produktion von Bauprodukten für Neubauten und Sanierungen (mehr als die Hälfte davon für die Herstellung von Stahl und Zement). Der jüngste IPCC-Bericht befasst sich mit dieser Thematik der grauen Treibhausgasemissionen in Gebäuden (de Coninck et al., 2018) und unterstreicht deren immer größer werdende Bedeutung.

Maßnahme 3: Implementierung der Ökobilanzierung in Beschaffungsprozesse

Eine verpflichtende Durchführung einer Ökobilanzierung im Zuge des Beschaffungsprozesses von mineralischen Rohstoffen kann einen Beitrag zu ökologischeren Produktionsmethoden liefern. Konsument_innennachfrage reguliert in der Regel Herstellungsprozesse und beeinflusst daher stark die nachhaltige Entwicklung von produzierenden Unternehmen. Die rechtliche Implikation dieser Maßnahme *vor der Beschaffung*, auch als *Pre-procurement-Phase* bezeichnet, als auch *nach der Beschaffung*, auch als *Post-procurement-Phase* bezeichnet, werden am Beispiel der Bauindustrie in der Option 12_06.1 detailliert erläutert.

Maßnahme 4: Verbesserung von Sortierlösungen und Recyclingprozessen

Im Einklang mit der Grundanforderung (GA) 7 „*Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen*“ (Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), 2020; NÖ Bauordnung, 2014) erfolgt der Rückbau von Gebäuden in Österreich nach *der Recycling-Baustoffverordnung – RBV* (Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,

2015) „mit dem Ziel die Förderung der Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz, insbesondere die Vorbereitung zur Wiederverwendung von Bauteilen und die Sicherstellung einer hohen Qualität von Recycling-Baustoffen, um das Recycling von Bau- oder Abbruchabfällen im Sinne unionsrechtlicher Zielvorgaben zu fördern.“

Es besteht Trennpflicht, wobei mineralische Abfälle als gemeinsame Fraktion gegenüber Bodenaushubmaterial, Ausbauasphalt, Holzabfälle, Metallabfälle, Kunststoffabfälle und Siedlungsabfälle geführt werden (§ 6 Abs 2 RBV). Eine Trennung von Ziegel und Altbeton kann allerdings mittels sensorgestützter Sortierung erfolgen, wobei in groben Korngrößen robotergestützte Systeme zum Einsatz kommen. Zusätzlich zu der Auftrennung von Altbeton in Gesteinskörnung und Zementstein kann ein mechanischer Aufschluss, der mittels elektrodynamischer Fragmentierung erfolgen kann, umgesetzt werden (Fraunhofer Gesellschaft, 2019).

Maßnahmenkombination 3: Nachhaltiges und intelligentes Rohstoffmanagement

Die in dieser Kombination enthaltenen Maßnahmen befassen sich mit dem nachhaltigen Rohstoffabbau, Rohstoffmanagement sowie mit der Forschung und Entwicklung im Bereich *mineralischer Rohstoffe*. In *Tab. O_12-01_04* sind die Einzelmaßnahmen der Maßnahmenkombination überblicksmäßig dargestellt.

Einzelmaßnahme	Instrumententyp	Fokussierte Akteur_innengruppe
1. Schaffung einer Handelsplattform für Sekundärrohstoffe	Handelsinstrument	Hersteller_innen und Zuliefer_innen
2. Verstärkung der europäischen Abbautätigkeit von Rohstoffen unter nachhaltigen Standards anstelle von Importen	Regulatives Instrument	EU-Kommission, öffentliche Hand
3. Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Substitution von Rohstoffen	Finanzielle Förderung als regulatives Instrument	Öffentliche Hand, Forschungsförderung, Forschungsinstitutionen
4. Förderung von industriellen Symbiosen	Regulatives Instrument, finanzielle <i>Incentives</i>	Öffentliche Hand, Hersteller_innen, Zuliefer_innen
5. Förderung von Digitalisierungsinvestitionen in rohstoffproduzierenden Betrieben	Digitale technologische Innovation	Öffentliche Hand, Hersteller_innen, Zuliefer_innen, Forschungsinstitutionen
6. Einführung einer <i>Material-Produkt-Kennzeichnung</i> inkl. Herkunftsnachweis	Regulatives Instrument	Hersteller_innen, Zuliefer_innen, Endverkäufer_innen
7. <i>Sustainable and Transparent Supply Chains and Raw Material Flows</i>	Bilanzierung	Forschung, Hersteller, Endverbraucher_innen
8. Weiter- und Neuentwicklung von Indikatoren für die nachhaltige Ressourcennutzung	Regulatives Instrument, Bilanzierung	Forschung, öffentliche Hand
9. Mineralrohstoffexploration und Neubewertung von heimischen Ressourcen	Wissensbasis	Forschung, öffentliche Hand
10. Attraktivierung der Entsorgung von Baureststoffen durch den privaten Konsument_in	Regulatives Instrument	Konsument_in

Tab. O_12-01_04:
 Einzelmaßnahmen der
 Maßnahmenkombination 3.
 Quelle: Eigene Darstellung.

// **Tab. O_12-01_04:** Individual
 measures of the combination
 of measures 3. Source: Own
 illustration.

Maßnahme 1: Schaffung einer Handelsplattform für Sekundärrohstoffe

Die Einführung einer Handelsplattform in Österreich (dies wäre in weiterer Folge auch EU-weit anzudenken) soll Unternehmen den Zugang zu Sekundärrohstoffen erleichtern und diesen gleichzeitig transparenter gestalten. Die Plattform dient als Vermittler_in zwischen *Kund_innen* und *Verkäufer_innen* von Sekundärrohstoffen. Ziel sollte es sein, dass der Bezug von Sekundärrohstoffen ausschließlich über diese Plattform möglich ist/erfolgen soll. Dies würde bedeuten, dass jede_r Schrotthändler_in und jedes Recyclingzentrum ihre Rohstoffe nur über diese Plattform verkaufen dürfte.

Die Plattform könnte ähnlich wie *willhaben* oder *Amazon* aufgebaut sein. Die Aufsicht/Verwaltung und Prüfung müsste allerdings auf Bundesebene erfolgen, um Transparenz, Nachhaltigkeit und Fairness zu gewährleisten. Hierfür müsste die dazu nötige gesetzliche Grundlage geschaffen werden.

Zusätzlich könnte die Plattform weitere Leistungen anbieten, wie zum Beispiel ein Verzeichnis von *Repair-Cafés*, *Re-use-Shops* oder sonstigen *Reparaturservices*. Ansätze dazu im kleinen Maßstab gibt es bereits in unterschiedlichen österreichischen Altstoffsammelzentren.

Maßnahme 2: Verstärkung der europäischen Abbautätigkeit von Rohstoffen unter nachhaltigen Standards anstelle von Importen

Um die Importabhängigkeit Österreichs vom internationalen Markt zu senken und eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der Rohstoffgewinnung, durch verkürzte Transportwege und umweltschonendere Abbaufverfahren zu fördern, muss der Fokus vermehrt auf heimische (bzw. europäische) Rohstoffgewinnung gelegt werden. Dies umfasst auch eine verstärkte europäische Explorationsinitiative und den Erhalt bzw. Ausbau der rohstoffgeologischen Kompetenz in der Ausbildung von Geowissenschaftler_innen.

Dies betrifft neben bestehenden Abbaugebieten auch die Nutzung alternativer Quellen, wie Halden und Deponien.

Maßnahme 3: Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Substitution von Rohstoffen

Neben dem Recycling von Rohstoffen gibt es auch die Möglichkeit der Substitution von Rohstoffen. Dadurch wird ein bestehender Rohstoff durch einen anderen, nachhaltigeren Rohstoff mit den gleichen gewünschten Eigenschaften ersetzt (Konsistenzstrategie).

Ein gutes, alltägliches Beispiel hierfür ist die Substitution von Plastikverpackungen durch Papier. Diese Substitution von Rohstoffen ist allerdings ein zweiseitiges Schwert, da sie einerseits einen Beitrag zur Nachhaltigkeit und zum Klimaschutz leisten kann, andererseits sich aber auch die Frage stellt, ob das der *richtige Weg* zu einem nachhaltigeren und umweltschonenderen Umgang mit unseren Ressourcen ist, da in einer Lebenszyklusanalyse unter Einbezug des gesamten Fußabdruckes, Papierverpackungen nicht immer besser abschneiden.

Durch Investitionen in Forschung und Entwicklung können neue Erkenntnisse im Bereich der Rohstoff- und Materialeigenschaften gewonnen werden, was sich wiederum positiv auf mögliche Rohstoffsubstitutionen, die Abfallwirtschaft und auch das Recycling auswirkt.

Maßnahme 4: Förderung von industriellen Symbiosen

In Anlehnung an das Prinzip der Kreislaufwirtschaft sollten nicht nur Synergien von Wertschöpfungsketten, sondern auch von Unternehmen besser genutzt werden.

Industriestandorte könnten (wo es möglich und sinnvoll ist) als eine Art *Cluster* organisiert werden, indem von der verarbeitenden Industrie, über die Produktion bis hin zu Dienstleister_innen und Recyclingzentren, alles an einem Standort angesiedelt/konzentriert wird, um z. B. Transportwege & -kosten zu minimieren.

Maßnahme 5: Förderung von Digitalisierungsinvestitionen in rohstoffproduzierenden Betrieben

Die verstärkte Digitalisierung in Betrieben ist im Rahmen der industriellen Entwicklung eine weitere Möglichkeit die Effizienz und Produktivität zu steigern. Investitionen in neue digitale Technologien sollten unter den ökonomischen Gesichtspunkten einer möglichen Effizienz- & Produktionssteigerung und verbesserten Informations- & Kommunikationsmöglichkeiten somit besser gefördert werden.

Maßnahme 6: Einführung einer „Material-Produkt-Kennzeichnung“ inklusive Herkunftsnachweis

Um in Zukunft eine nachhaltigere Produktgestaltung zu gewährleisten, sind Informationen über Produktinhalte sowohl für Konsument_innen als auch für die Recyclingindustrie von essentieller Bedeutung.

Daher sollte eine Art *Passport* bzw. *Kennzeichnung* von Rohstoffen bzw. Materialien eingeführt werden. Dieser *Passport* sollte in Anbetracht der Nachhaltigkeit folgende Informationen beinhalten:

- Art des Rohstoffes;
- Informationen über die Herkunft: Land des Abbaus (+Firma) inklusive Abbaubedingungen;
- Informationen über Lieferwege (nachvollziehbare *supply chains*)
- Informationen über den ökologischen Fußabdruck (z. B. CO₂ Emission).

Der *Passport* sollte auch *nach der Verarbeitung* des Rohstoffes mit weiteren Informationen, wie weiterführende Lieferwege, Einsatzgebiet des Rohstoffes, Entsorgung und Recycling, aktualisiert werden. Somit könnte sich aus einem ursprünglichen *Rohstoff-Passport* ein *Produkt-Passport* entwickeln.

Maßnahme 7: Sustainable and Transparent Supply Chains and Raw Material Flows

Lieferketten offenzulegen und Mechanismen zu implementieren, die sicherstellen, dass Lieferketten nachhaltig sind, gehört eigentlich zu den Sorgfaltspflichten von Unternehmen. Jedoch spiegelt dies die Realität nicht immer wieder. Verantwortlichkeit von Lieferketten geht Hand in Hand mit der Transparenz von Lieferketten, denn es ist grundsätzlich nur möglich die Verantwortlichkeit (in allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit) in Lieferketten, zu evaluieren, wenn diese auch transparent ist. Es ist daher notwendig, einerseits ein System zu entwickeln, das Lieferketten von Produkten und den dazugehörigen Rohstoffen offen legt und andererseits ein System zu entwickeln, das als Bewertungsgrundlage zur Beurteilung der Nachhaltigkeit

8 RMC= Raw materials consumption. Beschreibt den Gesamtrohstoffverbrauch als Differenz zwischen Import, Export und Anteil der ökologischen Rucksäcke der Exporte.

eines Stoffes in einer Lieferkette dient, also ein Abbild der einzelnen Stoffflüsse in ihrem Lebenszyklus und ihre Einzelwirkung im Sinne der drei Dimensionen (z. B. der Lebenszyklus und dazugehörige Stofffluss von Aluminium und seine Auswirkungen auf die Umwelt/die soziale Sphäre/und die Wirtschaft). Diese Bewertungsgrundlage ermöglicht es, zu beurteilen, wie nachhaltig *offen gelegte* Lieferketten sind. Daraus sollte ein Informationsregime für Konsument_innen abgeleitet werden, das ihnen informierte Kaufentscheidungen ermöglicht, so wie dies durch z. B. diverse Labels in der Lebensmittelbranche bereits der Fall ist. Hier sollte jedenfalls der Einsatz von digitalen Möglichkeiten in Betracht gezogen werden.

Maßnahme 8: Weiter- und Neuentwicklung von Indikatoren für die nachhaltige Ressourcennutzung

Es sollten die bestehenden Indikatoren wie DMC und *Raw Materials Consumption* (RMC)⁸ weiterentwickelt, auf ihre Gültigkeit/Aussagekraft hin evaluiert und ergänzende Indikatoren herangezogen/entwickelt werden. Dies kann unter Bereitstellung der nötigen Fördermittel/Investitionen durch eine fundierte Zusammenarbeit von *Statistik Austria*, der Industrie und diversen Forschungseinrichtungen (Universitäten etc.) erreicht werden.

Maßnahme 9: Mineralrohstoffexploration und Neubewertung von heimischen Ressourcen

Da in Österreich seit den 1980er Jahren die Explorationstätigkeiten stark abgenommen haben, fanden somit viele technische Neuerungen/Entwicklungen bei den damaligen Erkundungen keine Anwendung. Dadurch ist der geologische Aufbau und das Potential ab einer Tiefe von 100m abwärts kaum bekannt. Durch den technologischen Fortschritt sowie fehlender Investitionen in Prospektionsaktivitäten sind die verfügbaren geologischen Daten nicht auf dem aktuellsten Stand. Daher ist neben zukünftigen weitreichenden und umfassenden Prospektionsarbeiten auch eine Neubewertung vorhandener Ressourcen in Altbergbauen aufgrund eventueller neuer technischer Gewinnungsmethoden/-verfahren etc.) in Betracht zu ziehen.

Maßnahme 10: Attraktivierung der Entsorgung von Baureststoffen durch private Konsument_innen

Für den privaten Konsument_in ist eine ordentliche Entsorgung von Baustoffen aufwändig und intransparent. Mit folgenden Punkten kann eine Attraktivierung gesteigert werden:

- Hilfestellungen durch dementsprechende Sammelsysteme, die zur Verfügung gestellt werden;
- Schulungen zum Umgang mit diesen Sammelsystemen und den Eigenschaften der anfallenden Materialien als Bauauflagen;
- Entsorgungsmöglichkeiten sollen während der Bauphase gratis zur Verfügung stehen.

12_01.3.2 Erwartete Wirkungsweise

Die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen, die in dieser Option beschrieben sind, wird erwartungsgemäß folgende Wirkung erzielen:

- Eine Senkung des Primärrohstoffverbrauchs in Österreich;
- Eine Steigerung und einen vermehrten Einsatz von Sekundärrohstoffen;
- Eine Reduktion der österreichischen Abhängigkeit von Rohstoffimporten und die Intensivierung des Zugangs zu wichtigen heimischen Rohstoffquellen;
- Eine Erhöhung der Effizienz und Produktivität der österreichische Rohstoff-

- industrie, was wiederum großes ökologisches und ökonomisches Potential in sich birgt;
- Eine Senkung der Landnutzung durch Reduzierung von Deponiefläche und Halden;
 - Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen in Österreich;
 - Eine Minimierung der Transportwege & -kosten;
 - Eine Stärkung des Forschungs- und Entwicklungsstandortes Österreich;
 - Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Rohstoffwegen, Materialströmen und Lieferketten aufgrund verbesserter und umfassender Datenerfassung und -verarbeitung;
 - Bessere Realisierung einer nachhaltigen Produktherstellung;
 - Verbesserung des Zugangs zu Informationen über Inhaltstoffe von Produkten, was wiederum unerlässlich für nachhaltiges Recycling ist.

12_01.3.3 Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen

Die folgenden Inhalte liefern zusätzliche Erfahrungswerte zu dieser Option.

Die Thematik Ressourcennutzung und -verbrauch ist seit längerem für die Wirtschaft und somit auch für die Gesellschaft von großer Bedeutung. Neben dieser Option gibt es einige weitere Initiativen und Maßnahmen, die sich mit der Thematik der nachhaltigen Ressourcengewinnung und -nutzung auseinandersetzen:

- *Österreichische Rohstoffstrategie 2030: 2012 als Österreichischer Rohstoffplan* veröffentlicht und seit Frühjahr 2020 in Überarbeitung;
- Positionspapier der AG Rohstoffe zur *Österreichischen Rohstoffstrategie 2030*;
- Rohstoffstrategie der Bundesregierung Deutschland (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2020);
- *Umweltproduktdeklarationen - Nutzen, Erwartungen und Erfüllungen - Aus Sicht der Stakeholder (2019)* (Detaillierte Umweltinformationen und/oder Umwelt-Produktdeklarationen bzw. *Environmental Product Declarations (EPD)*), verfasst von *brands & values GmbH* 2019 (deutsche Nachhaltigkeitsberatung) Vergleiche mit Konkurrenz;
- Transparente Angabe der Zusammensetzungen (basierend auf DIN EN ISO 14025 und DIN EN 15804);
- Gebäudezertifizierungssysteme (DGNB, ÖGNI, LEED, BREEAM etc.);
- Versuchsstand für sensorgestützte Erkennung und Sortierung der MUL im Technikum des Lehrstuhls AVAW am Standort St. Michael;
- „CERA“-project: *In order to support the achievement of the SDGs, the CERA certification system was introduced for the provision and identification of sustainable raw material supply chains. It aims to provide means for sustainable production practices as well as traceability of sustainably sourced materials (EIT, 2021). “Um die Erreichung der SDGs zu unterstützen, wurde das CERA-Zertifizierungssystem zur Bereitstellung und Identifizierung nachhaltiger Rohstofflieferketten eingeführt. Es zielt darauf ab, Mittel für nachhaltige Produktionspraktiken sowie die Rückverfolgbarkeit von nachhaltig beschafften Materialien bereitzustellen (Eigene Übersetzung) (EIT, 2021)“;*
- *RE-SOURCING*-project: *The proposed project will set up an international platform on responsible sourcing (RS) that: 1. facilitates the development of a globally accepted definition of RS, 2. develops ideas for incentives facilitating*

responsible business conduct in the EU, supporting RS initiatives, 3. enables exchange of stakeholders for information exchange and promotion, 4. fosters the emergence of RS in international political fora, and 5. supports the European Innovation Partnership on Raw Materials (Wirtschaftsuniversität Wien, (WU), 2021). ("Das vorgeschlagene Projekt wird eine internationale Plattform für verantwortungsvolle Beschaffung (RS) aufbauen, die: 1. die Entwicklung einer weltweit akzeptierten Definition von RS erleichtert, 2. Ideen für Anreize entwickelt, die ein verantwortungsvolles Geschäftsverhalten in der EU erleichtern, RS-Initiativen unterstützt, 3. ermöglicht den Austausch von Akteuren zum Informationsaustausch und zur Förderung, 4. fördert das Aufkommen von RS in internationalen politischen Foren und 5. unterstützt die European Innovation Partnership on Raw Materials (Eigene Übersetzung) (WU, 2021).")

12_01.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit

Kurzfristig

Förderungen und Investitionen können meist recht schnell durchgeführt werden, somit ist ihre Wirkung recht kurzfristig zu erreichen.

Mittelfristig bis langfristig

Die Umstellung von Produktionsmethoden sowie die Erforschung neuer nachhaltiger Prozesse benötigen eine gewisse Anlauf- und ‚Versuchszeit‘. Somit kann ihre Wirkung erst mittelfristig erzielt werden.

Da einige Maßnahmen gesetzlicher Änderungen bedürfen und diese erfahrungsgemäß meist nicht sehr schnell erfolgen, ist hier mit einem mittel- bis langfristigen Erreichen der Wirksamkeit zu rechnen.

12_01.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann

- Option 08_01: Neue Messung des Fortschritts *beyond GDP*
- Option 08_02: COVID-19 Investitionsprogramm
- Option 08_03: „Faktor X“: Verbesserung der Ressourceneffizienz durch steuerliche und regulatorische Maßnahmen
- Option 09_02: Aufbau und Entwicklung einer nachhaltigkeitsorientierten Verwertungs- und Recyclinginfrastruktur
- Option 09_03: Förderung nachhaltigkeits- und kreislauforientierter Forschung & Entwicklung
- Option 09_04: Circular Economy Innovation & Technology Roadmap
- Option 11_09: Schutz der Umwelt bei abfallwirtschaftlichen Prozessen
- Option 11_10: „Treibhausgasemissions-Bonus/Malus-system“ für öffentliche Gebäude
- Option 12_02: Aktionsplan Hochwertiges Recycling: Design for recycling, Schadstoffreinheit & Einsatz von Sekundärrohstoffen
- Option 12_04: Änderung des Abfallregimes (Beginn und Ende der Abfalleigenschaft) zur Verstärkung der Kreislaufwirtschaft
- Option 12_05: Forcierung nachhaltiger Unternehmen
- Option 12_06: Integration von Ökobilanzen in öffentlichen Bau-Ausschreibungsverfahren unter Berücksichtigung der Pre- und Post-procurement-Phase
- Option 12_07: Konsum von Gebrauchsgütern in einer Kreislaufwirtschaft: nachhaltig und transformativ
- Option 13_01: Ökosoziale CO₂-Steuerreform

12_01.3.6 Interaktionen mit anderen Optionen

SDG *Interaktionen*



Option 11_09: Schutz der Umwelt bei abfallwirtschaftlichen Prozessen

Option 11_10: Treibhausgasemissions-Bonus/Malus-system für öffentliche Gebäude



Option 12_02: Aktionsplan Hochwertiges Recycling: Design for recycling, Schadstoffreinheit & Einsatz von Sekundärrohstoffen

Option 12_04: Änderung des Abfallregimes (Beginn und Ende der Abfalleigenschaft) zur Verstärkung der Kreislaufwirtschaft



Option 13_01: Ökosoziale CO2-Steuerreform

Tab. O_12-01_05: Interaktionen mit anderen Optionen. Quelle: Eigene Darstellung. // **Tab. O_12-01_05:** Interactions with other options. Source: Own illustration.

12_01.3.7 Offene Forschungsfragen

- Erforschung weiterer Benchmarks für Treibhausgasemissionen;
- Harmonisierung der Bewertungsgrundlagen im Gebäudesektor (ÖNORM EN15978 neu);
- Zukunftsfähiges Bauressourcenmanagement in Kommunen, um Materialströme von Baurestmassen und wiederverwendbaren Bauelementen aus Gebäuden effizienter erfassen zu können und um deren weiteren Einsatz zielgerechter planen zu können – Bauwerkskataster für ganzheitliche Sanierungs- und Abbruchmodelle;
- Sensorbasierte, robotergestützte Baurestmassenaufbereitungsanlagen;
- Substitution von Rohstoffen;
- Verbesserung des Kenntnisstandes zu Vorkommen mineralischer Rohstoffe in Österreich;
- Auswirkung und Lenkungseffekte der Besteuerung von Rohstoffen;
- Untersuchung der globalen und nationalen Auswirkungen auf die Industrie-sektoren und den Rohstoffmarkt durch die Abnahme der Importnachfrage von Rohstoffen in Österreich;
- Transparenz von Rohstofflieferketten;
- Ganzheitliche Bewertungssysteme für Rohstoff- und Materialproduktionsprozesse entlang des gesamten Kreislaufes.

Literatur

- Brands & values. (2019). Umweltproduktdeklarationen - Nutzen, Erwartungen und Erfüllungen - Aus Sicht der Stakeholder. <https://www.brandsandvalues.com/publikationen> [3.4.2021].
- Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund (Bundes-Energieeffizienzgesetz – EEffG) BGBl. I Nr. 72/2014 idF BGBl. I Nr. 68/2020.
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). (2020). Ressourcennutzung in Österreich 2020. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/nachhaltigkeit/ressourceneffizienz/publikationen/bericht2020.html [3.4.2021]
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT). (2012). Der Österreichische Rohstoffplan 2012. <https://www.bmlrt.gv.at/bergbau/rohstoffplan.html> [3.4.2021].
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) (2020). Wussten Sie schon...?. Abgerufen von <https://www.bmlrt.gv.at/bergbau/mineralische-rohstoffe/wussten-sie-schon.html>.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020). Rohstoffstrategie der Bundesregierung: Mineralische Rohstoffe sind unverzichtbar für Deutschland- Als Technologiestandort und als Exportnation. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Monatsbericht/Monatsbericht-Themen/2020-03-rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=6 [3.4.2021].
- de Coninck, H., Revi, A., Babiker, M., Bertoldi, P., Buckenridge, M., Cartwright, A. et al (2018). IPCC Special Report 1.5 - Chapter 4 - Strengthening and Implementing the Global Response <https://www.ipcc.ch/sr15/> [3.4.2021].
- European Institute of Innovation & Technology (EIT) (2020). Rohstoffkreislaufwirtschaft. https://eitrawmaterials.eu/innovation-themes/03_06_ce-draft-1/.
- European Institute of Innovation & Technology (EIT) (2021). CERA Certification of raw materials. <https://eitrawmaterials.eu/project/cera/> [3.4.2021].
- European Innovation Partnership (EIP) on raw materials (2018). Raw materials scoreboard 2018. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/117c8d9b-e3d3-11e8-b690-01aa75ed71a1> [3.4.2021].
- Europäische Kommission (EC) (2020). Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474&from=EN> [3.4.2021].
- Europäisches Parlament. (2019). Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/76/ressourceneffizienz-und-kreislaufwirtschaftoparl.europa.eu> [3.4.2021].
- Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) (2020). Grundanforderungen an Bauwerke. https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/ce-kennzeichnung/bauproduktenverordnung-1#CE_BPVO_G2 [3.4.2021].
- NÖ Bauordnung 2014 LGBl. Nr. 1/2015 idF LGBl. Nr. 32/2021. <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LNO40012580/LNO40012580.html> [3.4.2021].
- Statistik Austria (2019). Jahresdurchschnittspreise und -steuern 2019 für wichtige Energieträger. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/energiepreise/index.html [3.4.2021].
- 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].
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung – RBV) BGBl. II Nr. 181/2015 idF durch BGBl. II Nr. 290/2016.
- VOEST-ALPINE (VA) Erzberg (2020). Der Steirische Erzberg: Mit einer Weltneuheit auf dem Weg in eine grüne Zukunft. http://www.vaerzberg.at/images/stories/presse/20200929_VA_Erzberg_PA_Spatenstich_Oberleitungsbau.pdf [3.4.2021].
- Wirtschaftsuniversität Wien (WU) (2021). Re-sourcing. <https://re-sourcing.eu/> [3.4.2021].