

Politische Rahmensetzung und Innovation

Schließlich wurden die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung des INT-Szenarios in allen betrachteten Sektoren zu einem kohärenten Maßnahmenpaket zusammengefasst. In die Erstellung dieses Maßnahmenpakets flossen Literaturrecherchen, Datenanalysen, Expert:innen-Interviews und Feedbackrunden mit Stakeholder:innen ein.

Grundsätzlich sind aus ökonomischer Perspektive auf Österreichs Weg zur Klimaneutralität mehrere **Marktversagen** zu überwinden, die aufgrund sogenannter externer Effekte entstehen und Barrieren für die Transformation darstellen. Um diese Marktversagen aufzulösen, steht Entscheidungsträgern eine **Palette von Politikinstrumenten** zur Verfügung, die unter Berücksichtigung von Synergiewirkungen und der Vermeidung von Überschneidungen kombiniert werden sollten. Dazu gehören (siehe auch Stern et al., 2022):

- *Preisreize*, die die wahren Kosten klimaschädlicher Güter und Dienstleistungen im Vergleich zu klimafreundlichen abbilden
- *Innovationspolitische Instrumente* wie Förderungen für Grundlagenforschung und Entwicklung (F&E), Start-Ups sowie die Einführung neuer Technologien, um statische und dynamische Wissensexternalitäten zu adressieren
- *Regulatorische Maßnahmen* wie Verbote und Gebote (Ziele, Standards), um Pfadabhängigkeiten zu durchbrechen und Netzwerkexternalitäten zu beheben
- *Nachfrageseitige Instrumente* wie Infrastrukturausbau und öffentliche Beschaffung, um Markteintrittsbarrieren wie hohe Fixkosten zu mindern,
- *Informationsbasierte Instrumente* wie Kampagnen zur Bewusstseinsbildung, um unvollständiger und unvollkommener Information entgegenzuwirken.

Darüber hinaus sind für die Umsetzung einer systemischen Transformation auch sogenannte **„transformative“ Politikinstrumente** wesentlich. Dazu zählen eine strategische Agenda, die klare Ziele vorgibt, die breite Beteiligung aller Stakeholder am politischen Prozess, neue Ansätze in der Innovationsförderung sowie die schrittweise Abschaffung schädlicher Technologien und Praktiken, die das aktuelle System aufrechterhalten („Exnovation“; Rogge and Reichardt, 2016; Haddad et al., 2022).

Ein zentraler Baustein für Österreichs Transformation zur Klimaneutralität ist die Erfindung und Verbreitung neuer, klimafreundlicher technologischer Lösungen. Ein Mix der oben genannten Politikinstrumente ist auch wesentlich, um Innovationen anzureizen und bestehenden zur Marktdurchdringung zu verhelfen. Im Detail wurde ein solcher Mix an Politikinstrumenten für die **Stärkung kreislaufwirtschaftsrelevanter Innovationen** in jenen Sektoren des INT-Szenarios ausgearbeitet, wo der vermehrte Einsatz von Sekundärrohstoffen zur Senkung des Energiebedarfs beiträgt. Sie betreffen also die Steigerung des Anteils recycelter Materialien in der Herstellung von Eisen und Stahl, Kunststoffen, Zement und Holzbauprodukten (vgl. Abschnitt *Industrie und Energie*).

Im ersten Schritt wurde dafür eine **SWOT-Analyse** von Österreichs Stärke- und Schwachfeldern in Wiederverwendungs-, Recycling- und Rückgewinnungstechnologien im internationalen Vergleich vorgenommen. Die Analyse kombiniert einen Indikator der österreichischen Spezialisierung bei Patentanmeldungen in diesen Technologiefeldern (Index of Revealed Technological Advantage, RTA; vgl.

Unterlass et al., 2013; OECD, 2013) mit einem Indikator der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der mit diesen Technologien verbundenen Branchen der österreichischen Sachgütererzeugung (Index of Revealed Comparative Advantage, RCA; vgl. Balassa, 1965). Damit liefert die Analyse einerseits eine Bestandsaufnahme der kreislaufwirtschaftsbezogenen Erfindungsleistung Österreichs in den für das INT-Szenario relevanten Technologien und gibt Hinweise darauf, in welchen Bereichen weitere Maßnahmen erforderlich sind, um die Entwicklung und Verbreitung von Kreislaufwirtschaftstechnologien zu fördern. Andererseits gibt sie Aufschluss über die zu erwartende Effektivität solcher Maßnahmen. Da sich Innovationen oft auf Basis bestehender Stärken entwickeln, haben international wettbewerbsfähige Branchen einen Vorteil bei der Entwicklung und Umsetzung neuer Technologien (Fankhauser et al., 2013). Daher sollten Politikinstrumente zur Stärkung von Erfindung und Diffusion neuer Technologien dort auch eher ihre Wirkung entfalten können.

Abbildung 1 zeigt zunächst Österreichs Spezialisierung bei Patentanmeldungen in Wiederverwendungs-, Recycling- und Rückgewinnungstechnologien insgesamt (rot markiert) sowie deren Unterkategorien (blau bzw. grün markiert).

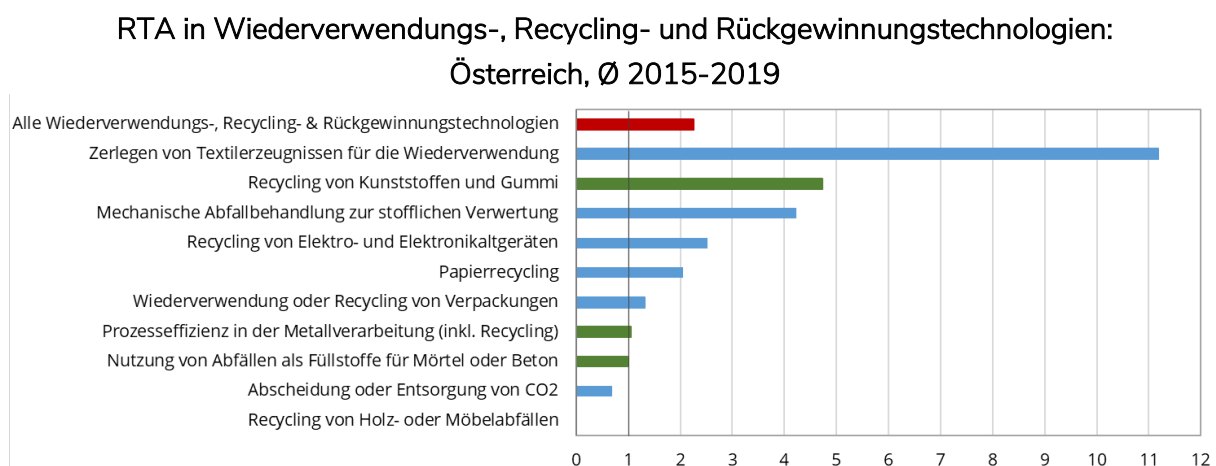


Abbildung 1: RTA-Index der Spezialisierung in kreislaufwirtschaftsbezogenen Technologien in Österreich, Ø 2015-2019

Anmerkung: Kreislaufwirtschaftsbezogene Technologien in der Herstellung von Eisen und Stahl, Kunststoffen, Zement und Holzbauprodukten sind grün hervorgehoben. RTA-Werte größer eins zeigen eine Spezialisierung an. Der RTA-Wert für das Recycling von Holz- oder Möbelabfällen ist gleich Null.

Daten: OECD (2024), Darstellung: Umweltbundesamt

In allen Wiederverwendungs-, Recycling- und Rückgewinnungstechnologien insgesamt weist Österreich mit einem RTA-Wert von 2,3 eine klare Spezialisierung auf. Dies ist nicht nur für den Betrachtungszeitraum 2015 bis 2019 der Fall, sondern gilt seit Beginn der Datenreihe im Jahr 1990. Generell sind Klimaschutztechnologien im Abfallsektor, zu denen die dargestellte Technologiegruppe zählt, Österreichs Stärkefeld. Das Land erzielt darin seit 1990 konsistent die höchsten RTA-Indexwerte aller Klimaschutztechnologien nach Emissionssektor.

Von jenen Unterkategorien der Wiederverwendungs-, Recycling- und Rückgewinnungstechnologien, die für die Herstellung von Eisen und Stahl, Kunststoffen, Zement und Holzbauprodukten im INT-Szenario relevant sind (grün

markiert), ist Österreichs technologische Spezialisierung im Recycling von Kunststoffen und Gummi am größten (RTA 4,7). In der Kategorie der Prozesseffizienztechnologien in der Metallverarbeitung, die das Recycling von Stahlschrott inkludiert, zeigt der RTA-Wert von 1,04 eine marginale Spezialisierung an. Betrachtet man die gesamte Zeitreihe seit 1990, so wird deutlich, dass diese Spezialisierung zu Beginn größer war und bis 2019 zurückging. Dasselbe gilt für die Nutzung von Abfällen als Füllstoffe für Mörtel oder Beton, für die der RTA-Wert von 0,99 einen marginalen technologischen Nachteil anzeigt. Im Recycling von Holz- oder Möbelabfällen schließlich ist der RTA-Wert über die gesamte Zeitreihe gleich null.

Abbildung 2 kombiniert für jede der vier Technologien des INT-Szenarios den RTA-Index mit dem Index of Revealed Comparative Advantage (RCA), welcher Österreichs Exportspezialisierung im weltweiten Vergleich misst. Daraus ergibt sich eine Unterteilung der Technologien in Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (engl. SWOT), je nachdem ob RTA und RCA Werte größer oder kleiner eins annehmen. Für jede der vier Kategorien sind unterschiedliche innovationspolitische Maßnahmen ratsam.

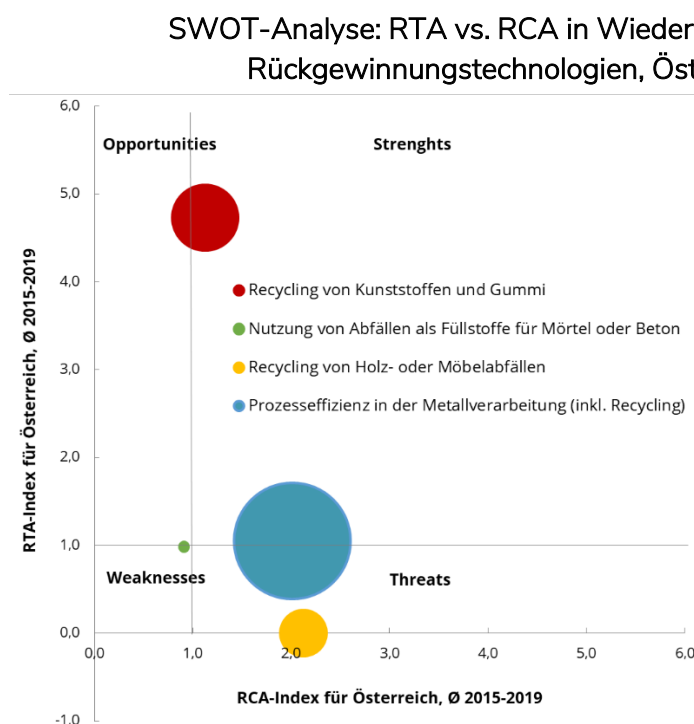


Abbildung 2: RTA-Index (technologische Spezialisierung) vs. RCA-Index (Exportspezialisierung), Österreich, Ø 2015-2019

Anmerkung: Blasengröße entspricht dem Wert österreichischer Exporte in den Rest der Welt in jenen Produktgruppen, die der jeweiligen Technologie zugeordnet wurden (€, Ø 2015-2019), im Verhältnis zu den anderen Datenpunkten in der Grafik.

Daten: OECD (2024), UN (2024); Darstellung: Umweltbundesamt

Dass die RCA-Werte aller vier betrachteten Kreislaufwirtschaftstechnologien größer als oder nahe eins liegen, weist auf eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Exportspezialisierung und damit auf eine wettbewerbsfähige industrielle Basis in diesen Bereichen hin. Maßnahmen zur Steigerung der

Erfindungsleistung, wie F&E-Förderungen, sollten daher auf fruchtbaren Boden fallen. Solche Maßnahmen erscheinen in allen betrachteten Technologiefeldern bis auf Kunststoff- und Gummirecycling notwendig. Dort hat Österreich sowohl eine technologische Spezialisierung als auch eine Exportspezialisierung vorzuweisen, sodass dieses Technologiefeld klar zu Österreichs Stärken zählt. Diese Branche ist daher besonders gut positioniert, um vom Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft zu profitieren. Die gute technologische Performance könnte dazu beitragen, Österreichs Exportvorteil in diesem Bereich in Zukunft noch weiter auszubauen. Zur Verwirklichung einer vollständigen Kunststoff-Kreislaufwirtschaft sind jedoch weitere (u.a. regulatorische) Maßnahmen erforderlich, um die Einführung und Verbreitung der relevanten Technologien zu steigern.

Im zweiten Schritt wurde zur Ausarbeitung des Maßnahmenpakets im Bereich Innovation ein **Inventar bestehender Maßnahmen** erstellt, die auf die Stärkung kreislaufwirtschaftsrelevanter Innovationen in der Herstellung von Eisen und Stahl, Kunststoffen, Zement sowie Holzbauprodukten abzielen. Im Jahr 2022 hat Österreich unter Einbindung von Stakeholdern eine umfassende Kreislaufwirtschaftsstrategie verabschiedet. Während sektorspezifische Handlungsempfehlungen mit Input von **Expert:innen und Stakeholder:innen** konkretisiert wurden (s. nächster Abschnitt), lassen sich aus dem Inventar sektorübergreifend einige offene Themen identifizieren. Die Bestandsaufnahme österreichischer und EU-weiter Gesetze und Strategien im Bereich Abfall- und Kreislaufwirtschaft zeigt, dass innovationspolitische Instrumente wie Förderungen für Forschung, Entwicklung und Einführung neuer Technologien bereits umgesetzt wurden, während die Umsetzung regulatorischer Maßnahmen wie Ge- und Verbote sowie die Entwicklung neuer technischer Standards und Normen zum Teil noch am Anfang stehen. Auch sollten Steuern und Subventionen stärker dazu genutzt werden, zirkuläre Produktion anzureizen, um den Preisnachteil auszugleichen, den die Nutzung von Primärrohstoffen im Vergleich zu recycelten Materialien in einigen Branchen noch hat.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Folgende weitere Empfehlungen zur Stärkung von zirkulären Innovationen in den untersuchten Industriebranchen lassen sich – neben den unter Industrie und Energie genannten – aus den durchgeführten Analysen und Interviews ableiten:

Fortführung, Ausbau und Anpassung bestehender Förderungen

- a. für Forschung und Entwicklung, insbesondere in den Bereichen
 - Kreislauffähiges Design und Upcycling
 - Sortierung und Recycling von Stahlschrott und Verbundwerkstoffen
 - Recycling von derzeit nicht rezyklierbaren Kunststoffen
 - Neue Klinkersubstitute, Recycling von Bauabfällen
 - Bauteilerhaltendes Recycling von Holzbauteilen
 - Carbon Capture and Use / Storage / intermediate Storage.
- b. für Investitionen in den Einsatz neuer kreislaufwirtschaftsrelevanter Technologien in der Praxis, insbesondere für
 - Die Nachrüstung von Sortier- und Recyclinganlagen für Stahlschrott, Kunststoff-, Bau- und Holzabfälle, u.a. mit modernen sensor- oder KI-gestützten Technologien

- Verbesserten Zugang zu privatem Risikokapital für Start-Ups in der Wachstumsphase, am Beispiel des "Zukunftsfonds" der deutschen Förderbank KfW

Die Förderungen sollten regelmäßig an die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft in Österreich angepasst und mittels Auslaufklauseln zeitlich befristet werden.

Stringente Umsetzung von EU-Vorgaben zu

- Ökodesign-Anforderungen für verschiedene Produktgruppen
- Mindestgehaltsquoten an recyceltem Material
 - Nachschärfung für Getränkeflaschen und Verpackungen aus Kunststoff
 - Einführung für weitere Produktgruppen, z.B. Stahl und Baustoffe
- Überarbeitung von Standards und Normen für die Kreislaufwirtschaft
 - Überprüfung bestehender Normen hinsichtlich maximal möglicher Anteile rezyklierten Materials in der Erzeugung von Stahl und Baustoffen
 - Entwicklung von Qualitätskriterien für zirkuläres Design
- Einführung des digitalen Produktpasses

Abfallende-Verordnungen für Kunststoffe, Beton und Mineralwolle

Durchsetzung des **Verbots der Deponierung** und Verbrennung von Abfällen, die für die Vorbereitung zur Wiederverwendung oder für das Recycling getrennt gesammelt werden

Sortenreine Sammlung und Sortierung aller wiederverwertbaren Materialien, nicht nur von Verpackungsabfällen

Abfallkatalog zur Erfassung aller Rückstände aus industriellen Prozessen

Informationsmaßnahmen

- Bewusstseinsbildung zur Qualität und Sicherheit von rezykliertem Material
- Qualifizierungsprogramme zu Kreislaufwirtschaftstechnologien