Im Bereich Umwelt und Klima ist das Niveau der meisten Einzelindikatoren gegenüber dem Vorjahr stark gefallen. Während sich Österreich im Indikator Erfindungen Klima wie auch im Kompositindikator Nutzung von Umweltinnovationen/-instrumenten (u.a. hervorgerufen durch die Steigerung der ISO-Environment-Zertifizierungen von Unternehmen) verbessern konnte, ist der Indikator Solarkapazität[[1]](#footnote-1) im Vergleich zum Vorjahr von 90 % auf 72 % gesunken – obwohl im langfristigen Zeitreihenvergleich (2000-2021) der Anteil der Solarkapazität am Anteil der gesamten Stromerzeugung bei 10,2 % liegt. Die heuer wieder zu der Gruppe der Innovation Leaders hinzugekommenen Niederlande (ebenso im Ranking der Top 3 auf Platz 1) haben einen großen Einfluss auf diesen Indikator und heben daher das Niveau stark an; somit liegt Österreich im diesjährigen Vergleich auch unter dem Niveau der Innovation Leaders und jenem im EU-Durchschnitt. Ungarn hat in Bezug auf den Anteil der Solarkapazität an der gesamten Stromerzeugung Deutschland von Platz 3 (im Vorjahr) verdrängt.

Im Kompositindikator Wirkung von Umweltinnovationen/-instrumenten gab es einen leichten Rückgang, der hauptsächlich auf einen negativen Trend bei den Indikatoren zu Treibhausgasen und Ressourcenproduktivität zurückzuführen ist (konsistent mit den Ergebnissen des European Innovation Scoreboards[[2]](#footnote-2)). Die Treibhausgase werden anhand ihres jeweiligen Treibhauspotenzials gewichtet, zu einer Einheit aggregiert und als Einheiten in CO2-Äquivalenten ausgedrückt. Der Indikator gibt keinerlei Aufschluss über die Emissionen und deren Senkung im Zusammenhang mit Flächennutzung und Forstwirtschaft. Die Emissionen des internationalen Luftverkehrs sind jedoch einbegriffen. Der Rückgang der Ressourcenproduktivität[[3]](#footnote-3) ist trotz Wachstum p.a. von 1,0 %P ebenso auf die Niederlande zurückzuführen, die sich auch wieder im Ranking der Top 3-Länder auf Platz 2 finden.

Die Exporte von Umweltgütern[[4]](#footnote-4) sind hingegen von 153 % im Vorjahr auf 164 % weiter gestiegen. Hier gehört Österreich (wie bereits im Vorjahr) zu den Top 3-Ländern (hinter Finnland und Dänemark) und liegt somit auch weiterhin weit über dem Niveau des EU-Durchschnitts und jenem der Innovation Leaders. Der kontinuierliche Anstieg seit 2016 hat sich jedoch von 2018 auf 2020 eingependelt. Wie schon im Vorjahresbericht befundet ist dieser positive Trend des Indikators hauptsächlich auf den Waldreichtum Österreichs zurückzuführen. Die Rohstoffe des Waldes sind die Grundlage für etliche Produkte, die als Exportgüter auf den internationalen Märkten gehandelt werden (Rohholzsortimente, Energierohstoffe und diverse Nebennutzungen). Kritisch anzumerken ist, dass diese positive Entwicklung ein Resultat natürlicher Ressourcen und nicht von bewussten Innovationsaktivitäten ist.

Ausschlaggebend für den rückläufigen Trend des FTI-Bereichs Umwelt und Klima (gesamt) gegenüber dem Vorjahr und auch dem Datenset mit Stichtag 31. Jänner 2023 ist vor allem die Verschlechterung des aggregierten Kompositindikators F&E Energie und Klima und der darunter subsumierten Einzelindikatoren. Wie schon im vergangenen Jahr werden einerseits Ausgaben für F&E in Prozent des BIP (zyklische Komponenten) berechnet, andererseits die Ausgaben für F&E in Prozent des Bundesbudgets. Aus Letzterem ist die Priorität der Ausgaben für Umwelt und Energie ableitbar. In diesem Bereich wurde zum 31. Jänner 2023 eine statistische Glättung bei einigen Einzelindikatoren durchgeführt, um die starken Schwankungsbreiten abzufedern. Das Datenupdate zum 30. September 2023 bringt jedoch eine weitere substantielle Verschlechterung mit sich. Das ist primär auf die deutlichen Mehrausgaben des Innovation Leader Finnland zurückzuführen, wo eine Verdoppelung der Ausgaben beobachtbar ist. Das hat einen massiven Rückfall Österreichs beim Indikator F&E-Ausgaben im Bereich Umwelt und Energie relativ zu den Innovation Leader zur Folge. Somit ist Österreich im Vergleich zu diesen weiter zurückgefallen und der Bereichsindikator liegt nunmehr bei 89 % (gegenüber 101 % am 31. Jänner 2023).

Laut einer im Auftrag des Rates durchgeführten Studie zur Untersuchung des systemischen Zusammenwirkens von Dekarbonisierung und Kreislaufwirtschaft der Montanuniversität Leoben ist der österreichische Industriesektor (13 Sektoren laut IEA) für rund 37 % des Gesamtenergieverbrauchs und mehr als 34 % der gesamten nationalen CO2-Emissionen verantwortlich (vgl. Kienberger/Pomberger 2022:13ff). Die energieintensiven Teilsektoren stellen Grundstoffe wie z.B. Rohstahl, Zement, Papier, Glas und Kunststoffe her. Dabei entfallen auf diese Sektoren mehr als 70 % des industriellen Energiebedarfs und CO2-Emissionen. Den übrigen, nicht-energieintensiven Teilsektoren (z.B. Pharma), die die Grundstoffe über den Wertschöpfungskreislauf hin zu Produkten verarbeiten, sind hingegen weniger als 30 % der Emissionen zuzuordnen.

Der größte Teil der Emissionen energieintensiver Industrien ist auf die Herstellung von Grundstoffen aus Primärrohstoffen (z.B. Rohstahl aus Eisenerz oder Rohzement aus Kalkstein) zurückzuführen. Die Emissionen können dabei erheblich gesenkt werden, wenn die Primärproduktion durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen (z.B. Stahlschrott, Recyclingbeton) verringert werden kann (vgl. Kienberger/Pomberger 2022:13 sowie C.3). Bei entsprechender Prozessgestaltung können dann Grundstoffe mit nahezu ähnlichen Eigenschaften wie jener der Primärroute erzeugt werden. Dazu sind jedoch nicht nur Produktionsrouten technologisch umzustellen (z.B. Elektrolichtbogenöfen), sondern auch die Verfügbarkeit der jeweiligen Sekundär- (oder Recycling-)Rohstoffe zu gewährleisten.

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass für Eisen- und Stahl die Energieeinsparung bei 57 % und die CO2-Einsparung bei ca. 95 % liegen – Letztere jedoch nur mit einem grundlegenden Wechsel der Produktionstechnologie. In der Zementindustrie liegt die mögliche Einsparung nach Untersuchung der Technologierouten bei ca. 19 % im Energieeinsatz und bei ca. 26 % für CO2, bspw. durch den Einsatz von Recylingbaustoffen oder die Reduktion des Klinkeranteils bei der Zementherstellung (vgl. Kienberger/Pomberger 2022:70 Tabelle). Die chemische und petrochemische Industrie bietet ein Einsparpotential von ca. 21 % im spezifischen Energieverbrauch und von ca. 54 % CO2 in der Kombination mit Brennstoffwechsel (vgl. Kienberger/Pomberger 2022:73 Tabelle).

### Transformationschancen für Österreich im Bereich Tech4Green

Der Übergang zu einer grünen Wirtschaft führt auch zu einer Veränderung der in Österreich produzierten Güter und Dienstleistungen. Ergänzend zu den evidenzbasierten Befundungen des letzt- und diesjährigen Leistungsberichts bzw. den Analysen im FTI-Monitor hat der Complexity Science Hub (CSH) Vienna im Auftrag des Rates ein wissensbasiertes Produktraummodell auf Basis von Daten unterschiedlicher Quellen (OECD, APEC, WTO) erstellt (vgl. Reisch et al. 2022:3).

Die ökonomische Komplexitätstheorie geht davon aus, dass jedes Land über Fähigkeiten verfügt, Produkte mit unterschiedlicher Komplexität herzustellen und zu exportieren (vgl. Hidalgo/Hausmann 2009). Die Menge der Fähigkeiten eines Landes wird durch die geografischen Bedingungen, seine Arbeitskräfte, die verfügbare Technologie, Infrastrukturen und Rahmenbedingungen bestimmt (siehe dazu C.4, C.6, D.1, D.2). Ein Land mit einer Vielzahl von Fähigkeiten kann im Allgemeinen komplexere Produkte herstellen, was mit einem höheren Einkommen einhergeht. Jedem Land kann ein sogenannter Produktraum zugewiesen werden, in dem jedes Produkt (genauer: jede Produktklasse gemäß Harmonisierter Systemcodes, vgl. WCO 2023) als Knotenpunkt in einem zweidimensionalen Graphen dargestellt wird. Der Abstand zwischen zwei Produkten repräsentiert die Ähnlichkeit der für die Produktion erforderlichen Fähigkeiten des Landes ab (vgl. Hidalgo et al. 2007) – je kleiner der Abstand, desto ähnlicher.

Das für den RFTE erstellte Produktraummodell ermittelt das Potenzial grüner Produkte bzw. Produktgruppen, für die Österreich bereits die erforderlichen Fähigkeiten zur Herstellung besitzt und die somit konkrete Chancen für eine beschleunigte grüne Transformation bieten. Dieses Modell wird über das ECTO-Dashboard[[5]](#footnote-5) (*Economic Complexity and Green Transformation Opportunities*) webbasiert zur Verfügung gestellt. Im Modell wurde außerdem die globale Marktgröße für diese Produkte analysiert (Bewertung des Entwicklungspotenzial entsprechend der Nachfrage) und die Abhängigkeit von kritischen Primärrohstoffe hinterfragt. Die Ergebnisse werden im ECTO-Dashboard den neun Bundesländern zugordnet und damit indirekt den dort ansässigen Unternehmen und Industrien. In der zugehörigen Studie (vgl. Reisch et al. 2022) werden außerdem die grünen Entwicklungsmöglichkeiten Österreichs mit jenen Deutschlands und der Schweiz verglichen.

Das Modell zeigt, dass Österreich bereits 41 von rund 75 grünen Produkten wettbewerbsfähig exportiert (z.B. Maschinen, elektrische Ausrüstungen). Unter diesen gibt es mehrere mit hoher Exportkomplexität und großem globalen Handelsvolumen (siehe D.2 Effizienz: Innovation, Indikator Exportkomplexität und -qualität). Hinzukommen fünf Produktkategorien mit hoher Produktkomplexität, (noch) geringem erwarteten Wettbewerb und einem großen globalen Markt, dabei handelt es sich um die folgenden Produktkategorien mit ihren durch das Modell geschätzten globalen Exportvolumina: (i) automatische Regelungsinstrumente $ 29,7 Mrd., (ii) Pumpen für Flüssigkeiten $ 60,2 Mrd., (iii) Kompressoren und Ventilatoren $ 68,9 Mrd., (iv) Vorrichtungen für thermostatische geregelte Ventile $ 83,7 Mrd., (v) Instrumente zur Messung der Eigenschaften von Flüssigkeiten $ 21 Mrd. (vgl. Reisch et al. 2022:19).

Noch in diesem Jahr wird das ECTO-Dashboard um den prognostizierten Umsatzanstieg pro Sektor in Abhängigkeit der zusätzlichen Produktion der identifizierten grünen Produkte und Produktgruppen und daraus folgend dem zu erwartenden sektoralen Arbeitskräftebedarf – geclustert nach Berufsklassen und Ausbildung – erweitert.

Neben der Förderung von Wirtschaftswachstum (1. Dimension), der Stärkung des Innovationssystems und der Verknüpfung und Optimierung der Interaktion zwischen den verschiedenen Akteur:innen (2. Dimension), zielt die 3. Dimension der Innovationspolitik auf das Streben nach zielgerichteten Innovationen ab (vgl. Diercks et al. 2019:880). Das ECTO-Dashboard bietet für diese 3. Dimension das entsprechende evidenzbasierte wissenschaftliche Modell.

Eine beschleunigte Umsetzung und effektive Nutzung der österreichischen Transformationschancen im Bereich Tech4Green setzt allerdings u.a. die Mobilisierung von privatem Kapital voraus. Die Europäische Kommission hat bereits mehrfach und richtig betont, dass Green Finance (dabei insbesondere Green Bonds) eine Schlüsselrolle bei der Finanzierung der Klimawende einnehmen kann (vgl. European Commission 2016).

### Green Finance

Die FTI-Strategie 2030 nennt die prioritäre Nutzung von F&E zur Erreichung der Klimaziele als eine wichtige Säule. Hier kann Green Finance als wesentliches Instrument genutzt werden, um die grüne Transformation und die entsprechenden Klimaziele gerichteter und beschleunigt zu erreichen. Unter „FTI zur Erreichung der Klimaziele“ hält die FTI-Strategie 2030 bereits jene Aspekte fest, die im Zusammenhang mit Green Finance relevant sind:

* „Stärkung der inhaltlich offenen und technologieneutralen Forschung in den Bereichen der Einflussfaktoren, Auswirkungen und Abschwächung der Klimakrise sowie in den Bereichen der Klimawandelanpassung und Ressourceneffizienz (u. a. durch Stimulieren privater Mittel und Beteiligung an EU-Programmen);
* Entwicklung von Schlüsseltechnologien zur Verbesserung des Klimaschutzes, Forcieren der sektorübergreifenden Kooperation und Umsetzung gesamthafter Lösungen (z. B. Bau- und Energiesektor, Mobilität, etc.) unter Wahrung von Technologieneutralität;
* Entwicklung von Modellregionen und großformatigen Experimentierräumen;
* Ausbau relevanter Datenerfassung und Nutzung der Digitalisierung sowie der Vernetzung von Akteuren.“ (BKA 2020a: 10)

In all diesen Punkten dürfte Green Finance eine prominente Rolle einnehmen. So kann die Transformation einer linearen zu einer Kreislaufwirtschaft etwa über zur Verfügung stehende Daten gemonitort werden (bspw. ist der jährliche Green Bond-Bericht in Österreich obligatorisch). Auch eine sektorübergreifende Kooperation und die Umsetzung gesamthafter Lösungen ist auf Basis von grün finanzierten Projekten möglich.

Im Rahmen des European Green Deals wurden erhebliche Mittel zur Finanzierung grüner Projekte freigegeben, die allerdings nur über bestimmte Wege vom Markt absorbiert werden können. Neben Green Bonds und dem in den letzten Jahren stetig wachsenden (freiwilligen) Kompensationsmarkt sind dies Public Private Partnerships (PPPs) im Umweltbereich.

**Green Bonds**

In Folge des Green Deals haben Green Bonds seit den Anfangsinitiativen der Europäischen Investitionsbank im Jahr 2007 (Climate Awareness Bond) als Finanzierungsquelle grüner Projekte sowohl absolut als auch relativ zu konventionellen Investments stark zugenommen. Sie können daher als Indiz einer stetig wachsenden „grünen Transformation“ interpretiert werden (d.h. steigendes Volumen an Green Bonds würde ein höheres Maß an grüner Transformation implizieren). Das Instrument der Green Bonds stellt Finanzmittel für Lösungen zur Eindämmung des Klimawandels bereit, die von Regierungen, Banken, Kommunen (sogenannte *Local Green Bonds*) oder Unternehmen ausgegeben werden können (vgl. OECD 2017).

Das Label für Green Bonds kann auf jedes Schuldtitelformat angewendet werden, einschließlich Privatplatzierung, Verbriefung oder gedeckte Schuldverschreibungen. Green Bonds mit dem Gütesiegel sind eine Option, wenn sie den *ICMA (International Capital Market Association) Green Bond Principles* oder den *LMA (Loan Market Association) Green Loan Principles* (vgl. CBI 2019) entsprechen. Entscheidend ist, dass die Erlöse ausschließlich in „grüne“ Vermögenswerte fließen.

Der Begriff „grün“ wird international gesehen unterschiedlich definiert. Die Climate Bonds Initiative (CBI) verwendet die *Climate Bonds Taxonomy[[6]](#footnote-6)*, die acht Kategorien umfasst: Energie, Gebäude, Verkehr, Wasser, Abfall/Verschmutzungskontrolle, Landnutzung, Industrie und IKT. Die CBI hat im Rahmen des *Climate Bonds Standard* zehn sektorale Kriterien veröffentlicht (vgl. CBI 2019), nach denen Emittenten ihre Anleihen oder Darlehen zertifizieren lassen können. Ein strenges Verfahren stellt sicher, dass die Verwendung der Erlöse das Ziel, die globale Erwärmung auf 2 °C zu beschränken, verfolgt. Die weiterhin zunehmende Emittierung von Green Bonds und Green Finance reflektiert die in den letzten Jahren starke Marktdynamik für diese Form der Anleihen.

Um Investor:innen ein Höchstmaß an Transparenz zu bieten und ihnen einen Überblick über die erzielten Fortschritte und positiven ökologischen Auswirkungen zu geben, verpflichtet sich die Republik Österreich, ab dem auf die Erstemission folgenden Kalenderjahr einen jährlich aktualisierten Bericht über die Verwendung der Erlöse der Grünen Anleihe (*Allocation Report*) zu veröffentlichen (vgl. OeBFA 2022). Der erste hierzulande ausgegebene Green Bond zeigt, dass ein Großteil der Mittel in den sauberen und nachhaltigen Transport fließt, etwa in den Ausbau des Schienennetzes. Weiters werden mit der Begebung des Green Bonds Projekte im Bereich Energieeffizienz finanziert, darunter z.B. intelligente Netze und Energiespeicher, Abwasser-Management, der Ausbau erneuerbarer Energien, nachhaltige Landnutzung und Biodiversität.

**Kompensationsflächen**

Die Größe des (freiwilligen) Kompensationsmarktes hat gerade in Bezug auf die Nutzung von Moorflächen in den letzten Jahren stetig zugenommen, wie am Beispiel von Deutschland zu sehen ist (vgl. Oekom 2022).[[7]](#footnote-7) Es gibt bereits etablierte kommerzielle Anbieter (z.B. RSS - Remote Sensing Solutions GmbH[[8]](#footnote-8) mit dem Wald-Klimazertifikat oder die *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation* [REDD]-Projekte[[9]](#footnote-9)), die auch ein Monitoring bspw. von Waldflächen mit entsprechender Indikatorik anbieten. Mithilfe von transparenten und standardisierten Verfahren der Erdbeobachtung kann so das CO2-Senkenpotential von Wiederaufforstungen, Waldumbau und bestehenden Waldflächen abgeschätzt werden.

Für Österreich könnte dafür der Green Transition Information Factory[[10]](#footnote-10) (GTIF) Demonstrator eingesetzt werden. Die Cloud-basierte Umgebung wird genutzt um Erdbeobachtungsdaten für die Bereiche Energy, Mobility, Sustainable Cities, Carbon Accounting und EO-Adaptation Services zu nutzen. Neueste Technologien der ESA helfen dabei, eine kohlenstoffneutrale Gesellschaft bis 2050 zu gewährleisten. Österreich dient als Role Model für den Demonstrator, der künftig für ganz Europa verfügbar sein soll.

**Public Private Partnerships (PPP)**

Für die grüne Transformation sind außerdem Public Private Partnerships von zentralem Interesse. Selbst die Weltbank hat darauf hingewiesen, dass das Erreichen der Ziele des Green Deals entscheidend von der Einbindung von PPP abhängt – privaten Investitionen kommt dabei eine Schlüsselrolle zu.[[11]](#footnote-11)

In diesem Zusammenhang sind Carbon Contracts for Difference (CCD) zu nennen: ein Instrument, das die Markteinführung innovativer und klimafreundlicher Prozesstechnologien fördern kann und die komplementär zur F&E-Förderung stehen. Damit sollen Ungleichgewichte am Markt für Umwelttechnologien kompensiert werden, die für bestimmte Unternehmen oder Industriebranchen entstehen können, wenn sie ihre Produktionsprozesse im Hinblick auf ihre Emissionsbelastung nur in beschränktem Maße optimieren können. CCD bieten eine Möglichkeit, die Markteinführung solcher Prozesse über eine Abfederung der Kostendifferenzen und Risiken vorzuziehen. Auch die Darstellung von CCD kann als Indikator für eine fortschreitende und gerichtet grüne Transformation gesehen werden: steigt insgesamt der Anteil an CCD, so würde dies einen höheren Anteil an Unternehmen indizieren, die Umwelttechnologien in ihre Produktionsprozesse gezielt einsetzen.

Wie hier kursorisch gezeigt wurde, gibt es mittlerweile eine Reihe von gerichteten Instrumenten, die in konkreter Weise die grüne Transformation mit grünen Finanzierungsmethoden verbinden, und die die wesentliche Bedeutung des Kapitalmarkts – insbesondere privater Investoren – für die Umsetzung der grünen Transformation deutlich machen.

1. FTI-Monitor, Indikator Solarkapazität (Eurostat [nrg\_inf\_epc]) [↑](#footnote-ref-1)
2. Siehe European Innovation Scoreboard 2022, European Commission. [↑](#footnote-ref-2)
3. FTI-Monitor, Indikator Ressourcenproduktivität (Eurostat [sdg\_12\_20]) [↑](#footnote-ref-3)
4. FTI-Monitor, Indikator Exporte Umweltgüter (Eurostat [env\_ac\_egss2]) [↑](#footnote-ref-4)
5. Dashboard for Economic Complexity and Green Transformation Opportunities in Austria, https://ecto.rfte.at/ (FTI-Monitor 2.0 – Bereich Grüne Transformation) [↑](#footnote-ref-5)
6. Climate Bonds Taxonomy, <https://www.climatebonds.net/standard/taxonomy> [4.3.2023] [↑](#footnote-ref-6)
7. Daher gibt es in Deutschland bereits ein fortgeschrittenes Ökopunktesystem zur Monetarisierung von Ökodienstleistungen. [↑](#footnote-ref-7)
8. RSS – Remote Sensing Solutions GmbH, <https://www.remote-sensing-solutions.com/waldmonitoring/> [4.3.2023] [↑](#footnote-ref-8)
9. UN-REDD Programme, <https://www.un-redd.org/> [5.3.2023] [↑](#footnote-ref-9)
10. Die Europäische Weltraumagentur ESA entwickelt zusammen mit Österreich einen Demonstrator mit Tools für die grüne Transformation basierend auf Erdbeobachtungsdaten. Link zur Betaversion: <https://austria-in-space.at/de/news/2023/20230220-erdbeobachtung-fuer-den-gruenen-und-digitalen-wandel.php> [14.3.2023] [↑](#footnote-ref-10)
11. World Bank Blogs: Europe’s Green Deal needs PPP thinking, <https://blogs.worldbank.org/ppps/europes-green-deal-needs-ppp-thinking> [5.3.2023] [↑](#footnote-ref-11)