Centrum für Europäische Politik
FREIBURG | BERLIN

cepInput

Nr. 4 | 2023 13. März 2023

Strategische Ressourcenpartnerschaften

Baustein für resiliente Lieferketten und geostrategische Souveränität der EU

André Wolf

Die Transformation der europäischen Industrie hin zu klimaneutralen Zukunftstechnologien erzeugt eine Vielfalt an neuen Ressourcenbedarfen. Gegenwärtige Versorgungswege sind infolge multipler Krisen störungsanfällig und von zunehmender Knappheit bedroht. Über das Instrument der Strategischen Ressourcenpartnerschaften möchte die EU durch Kooperation mit ausgewählten Drittstaaten alternative Lieferketten aufbauen, die den europäischen Bedürfnissen nach mehr Sicherheit und höheren Umweltstandards entsprechen. Sie bieten zugleich einen Ansatzpunkt für die Entwicklung einer offenen strategischen Souveränität der EU als Alternative zu protektionistischer, subventionsbasierter Industriepolitik. Dieser cepInput bietet eine systematische Analyse dieses Instruments.

Kernthesen:

- Die Partnerschaftsstrategie sollte **inhaltlich nicht auf den Zugang zu kritischen Mineralrohstoffen verengt werden**, sondern auch Erneuerbare Energien, Innovationspotenziale und Humankapital als weitere europäische Engpassressourcen beim Erfolg von Zukunftstechnologien in den Blick nehmen.
- Die **Vertiefung der Beziehungen zu etablierten rohstoffreichen Partnern** wie Australien, Chile und Neuseeland ist ein sinnvoller erster Schritt, eine auf Risikovermeidung angelegte Strategie sollte aber auch die Aufdeckung von blinden Flecken auf der Ressourcen-Landkarte anstreben.
- Um dem **Risiko der langfristigen Instabilität** von Partnerschaften zu begegnen, muss die EU vor allem den Entwicklungsländern unter den Partnern nachhaltige Wachstumsangebote machen.
- Das Partner-Portfolio sollte von der EU **ganzheitlich nach Risiko-Rendite-Gesichtspunkten**, insbesondere im Hinblick auf das richtige Maß an Redundanz von Lieferwegen, gemanagt werden. Voraussetzung ist ein permanentes Monitoring u.a. auf Basis eines erweiterten Indikatorsystems.

Inhaltsverzeichnis

1 Hintergrund ... 3
2 Ressourcenpartnerschaften der EU ... 4
2.1 Das Konzept und sein Ursprung ... 4
2.2 Ökonomisches Kalkül ... 7
3 Zentrale Ressourcenbedarfe für Zukunftstechnologien ... 11
3.1 Auswahl Technologien ... 11
3.2 Ressourcenbedarfe ... 13
3.3 Externe Abhängigkeiten der EU ... 14
4 Kurzfristige Kooperationspotenziale: Länderanalyse ... 17
4.1 Methodik und Daten ... 17
4.2 Ergebnisse Ressourcenpotenziale ... 21
4.3 Ergebnisse Kooperationshemmnisse ... 24
4.4 Gesamtbild ... 26
5 Langfristige Kooperationspotenziale: Strategische Handlungsfelder ... 27
5.1 Die Global Gateway Initiative als Vehikel ... 27
5.2 Strategische Leitlinien ... 29
6 Fazit ... 33
7 Anhang ... 35
7.1 Datenquellen ... 35
7.2 Detailergebnisse Länderpotenziale ... 36
7.3 Detailergebnisse Potenziale und Hemmnisse ... 37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erwarteter Nutzen aus Ressourcenpartnerschaften ... 9
Abbildung 2: Anteile Erfinder aus EU an Zahl globaler Patentzulassungen 2013-2022 ... 16
Abbildung 3: Konzeptionalisierung von Potenzialen und Hemmnissen ... 19
Abbildung 4: Potenziale Reserven kritischer Mineralrohstoffe – Globale Übersicht ... 21
Abbildung 5: Gegenüberstellung der zwei Dimensionen institutioneller Distanz ... 25
Abbildung 6: Länder mit besonders großen Potenzialen nach Ressourcenkategorie ... 27
Abbildung 7: Risiko-Rendite Kalkül bei Ressourcenpartnerschaften ... 32

1 Hintergrund

Europas etablierte industrielle Wertschöpfungsketten sind in jüngster Zeit von unterschiedlichsten Seiten unter Druck gesetzt worden. Kurzfristige Schocks, die die hohe Anfälligkeit der bestehenden Beschaffungsstrukturen vor Augen geführt haben, wirken parallel zu langfristigen Strukturtrends, die einen grundlegenden Wandel der Gestalt von Lieferketten verlangen. Europas Industrie steht vor der Herausforderung, ihre Versorgung mit zukünftig essenziellen Mineralrohstoffen, Energieträgern und Vorprodukten auf breitere Füße zu stellen. (Re-)Nationalisierung der Ressourcengewinnung ist für einen wirtschaftlich hoch entwickelten, im Wesentlichen auf wissensintensive Industrien gestützten Kontinent mit hohen gesellschaftlichen Kosten verbunden. Die Sicherung stabiler Bezugskanäle durch engere Kooperation mit Drittstaaten ist eine vielversprechendere Strategie.

Die EU hat hierfür in jüngster Zeit mit den Strategischen Ressourcenpartnerschaften ein neues Instrument zur Kooperation mit Drittstaaten entwickelt. Im Fokus steht der Aufbau gemeinsamer Lieferketten zur Befriedigung der Ressourcenbedarfe von Zukunftstechnologien. Dabei geht es nicht nur um Abbau von Handelshemmnissen und Investitionsförderung im Rohstoffsektor. Der Horizont der Vereinbarungen umfasst auch Infrastrukturausbau, Forschungskooperation, Wissensaustausch und regulatorische Zusammenarbeit. Verschiedene Formen von Bezugsrisiken sollen so zugleich adressiert, die wechselseitige wirtschaftliche Bindung der Partner verstärkt werden. In ihrem *Green Deal Industrial Plan* hat die Europäische Kommission unlängst die Gründung eines *Critical Raw Materials Club* als übergreifende Klammer der einzelnen bilateralen Partnerschaften angekündigt.[1] Es stellen sich die Fragen, wie erfolgsversprechend solche Vereinbarungen vor dem Hintergrund der Systemkonkurrenz zu Ländern wie China sind und wie das Portfolio an Partnern gestaltet sein muss, um Europas Resilienz zu stärken. Insbesondere ist zu klären, wie Europa seine Werteordnung als Wettbewerbsvorteil bei der Gestaltung der Clubs nutzen kann, etwa in Bezug auf die Reziprozität der Beziehungen und der Schaffung wirtschaftlicher Wachstumsperspektiven für die Partnerländer.

Dieser cepInput bietet die erste umfassende Analyse des Instruments der strategischen Ressourcenpartnerschaften und seiner Designfragen. Er erläutert zunächst die Eigenarten und ökonomischen Mechanismen des neuen Konzepts. Dann untersucht er empirisch anhand ausgewählter Zukunftstechnologien seine Potenziale. Dazu analysiert er die externe Abhängigkeit Europas. Dann bewertet er die gegenwärtig bekannten Ressourcenpotenziale in Drittstaaten, und identifiziert verschiedene Formen von Kooperationshemmnissen. Dabei beschränkt er sich nicht auf kritische Mineralrohstoffe, sondern bezieht auch die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien, Innovationspotenzialen und Humankapital in die Untersuchung ein. Er macht deutlich, welcher Rolle der Global Gateway Initiative bei der Hebung dieser Potenziale zukommen kann. Schließlich analysiert er die Auswirkungen von Designfragen vor dem Hintergrund der Konkurrenz zu Chinas neuer Seidenstraße und entwickelt hieraus strategische Leitlinien für die EU zur Planung ihres zukünftigen Partnerschaftsportfolios.

[1] European Commission (2023). A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age. Communication from the European Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions. (2023) 62 final.

2 Ressourcenpartnerschaften der EU

2.1 Das Konzept und sein Ursprung

Das klassische Instrument der EU, um die ökonomische Integration mit einzelnen Drittstaaten voranzutreiben, sind bilaterale Handelsabkommen. Der Aktionsradius dieser Abkommen hat sich über die Jahrzehnte immer weiter vergrößert. Ging es ursprünglich nur um die Reduktion bzw. Eliminierung von Zöllen, d.h. die Senkung der Kosten im grenzüberschreitenden Warenhandel, umfassen die Handelsabkommen der jüngeren Zeit zum Teil auch detaillierte Regelungen zur Beseitigung nicht-tarifärer Hemmnisse im Warenhandel (regulatorische Harmonisierung), zur Erleichterung des Kapitalverkehrs (Grenzüberschreitende Investitionen) sowie zur grenzüberschreitenden Erbringung von Dienstleistungen. Auch die Verankerung gemeinsamer Ziele und Mindeststandards jenseits der Handelspolitik, insbesondere im Hinblick auf Umweltschutz und Menschenrechte, ist mittlerweile gängiger Bestandteil von EU-Handelsabkommen.[2]

Der Begriff der Partnerschaft findet in diesem Kontext in Form von *Economic Partnership Agreements* (EPAs) Erwähnung. Dabei handelt es sich dem Ursprung nach um eine spezielle Form von Handelsabkommen, das neben handels- auch entwicklungspolitische Ziele verfolgt. Das Konzept geht zurück auf das in seiner ursprünglichen Form im Jahr 2000 zwischen der EU und einer Vielzahl an Staaten aus dem afrikanischen, karibischen und pazifischen Raum (AKP-Staaten) geschlossene *Cotonou Partnership Agreement*.[3] Es ermöglicht der EU und einzelnen AKP-Staaten die Verhandlung von entwicklungsorientierten Handelsabkommen, die als *Economic Partnership Agreements* bezeichnet werden. Diese umfassen einen zwar wechselseitigen, aber zeitlich asymmetrischen Abbau von Handelshemmnissen sowie verstärkte Entwicklungszusammenarbeit zur Erleichterung der Marktöffnung. Nach Angaben der EU sind gegenwärtig mit 30 AKP-Staaten solche Abkommen in Kraft bzw. werden provisorisch angewendet.[4]

„*Strategische Partnerschaft*“ entstammt begrifflich dagegen einer ganz anderen Sphäre. Die EU-Kommunikation hat ihn erstmals 1998 in Bezug auf Russland verwendet. Im Zusammenhang mit der damaligen Finanzkrise in Russland betonte die EU ihre Hilfsbereitschaft und bezeichnete das Land dabei als „strategischen Partner“.[5] Im Jahr 2003 informierte die EU die Öffentlichkeit über den Aufbau einer „umfangreichen strategischen Partnerschaft“ mit der Volksrepublik China.[6] In der Folgezeit wurden weitere strategische Partnerschaften mit Indien, Brasilien, Südafrika, Mexiko und Südkorea verkündet.[7] Daneben wurde von der EU aber auch immer wieder die strategische Bedeutung der langetablierten Partnerschaften mit den USA, Kanada und Japan hervorgehoben. Die Natur solcher strategischen Partnerschaften unterscheidet sich grundlegend von den Kooperationsinstrumenten im Bereich der Handelspolitik. Sie wurzeln in der Regel nicht in rechtsverbindlichen Abkommen, sondern

---

2 Bartels, L. (2013). Human rights and sustainable development obligations in EU free trade agreements. Legal Issues of Economic Integration, 40(4).

3 https://www.consilium.europa.eu/en/policies/cotonou-agreement/#cotonou

4 https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/negotiations-and-agreements_en

5 Marcus, D., & Sangsari, M. (2015). Strategic partnership as an instrument of EU foreign policy. In Workshop Report of Carleton University.

6 Cihelkova, E., Nguyen, H. P., Fabuš, M., & Čimová, K. (2020). The EU concept of the'strategic partnership': identifying the'unifying'criteria for the differentiation of strategic partners. Entrepreneurship and Sustainability Issues, 7(3), 1723-1739.

7 Marcus, D., & Sangsari, M. (2015). Strategic partnership as an instrument of EU foreign policy. In Workshop Report of Carleton University.

in unverbindlichen Absichtserklärungen. Ihr Fokus ist nicht primär die ökonomische Integration, sondern liegt zumeist im Bereich der Außen- und Sicherheitspolitik.

In ihrem *Aktionsplan zu kritischen Rohstoffen* aus dem Jahr 2020 hat die Europäische Kommission eine neue Kooperationsform ins Spiel gebracht. Als ein Baustein auf dem Weg zu höherer Versorgungssicherheit bei für die Zukunft essenziellen Mineralrohstoffen wie Lithium, Kobalt und Seltenerd-metallen will sie strategische Partnerschaften der EU mit rohstoffreichen Ländern vorantreiben. Dazu sollen sämtliche verfügbaren Instrumente der EU-Außenpolitik zum Einsatz kommen. Der Horizont ist explizit global angelegt, als potenzielle Partner werden sowohl reiche Volkswirtschaften mit etablierten Bergbausektoren als auch rohstoffreiche Entwicklungsländer erwähnt. Neben der Beseitigung bilateraler Hemmnisse im Rohstoffhandel soll die Kooperation inhaltlich auch finanzielle und praktische Unterstützung beim Aufbau lokaler Produktionskapazitäten und Infrastruktur umfassen, sowohl im Bereich der Rohstoffförderung als auch der -verarbeitung. Besonderen Wert legt die Kommission in diesem Zusammenhang auf das Konzept des *responsible sourcing*, d.h. die Einhaltung von Umwelt- und Menschenrechtsstandards. Dies soll durch intensive Kooperation im Bereich der lokalen Governance gewährleistet werden.[8]

Im Juni 2021 kündigte die EU eine erste solche Ressourcenpartnerschaft mit Kanada an.[9] In einem Joint Statement von Binnenmarktkommissar Thierry Breton und dem kanadischen Ressourcenminister Seamus O'Regan Jr. wurden einen Monat später Formen der zukünftigen rohstoffbezogenen Zusammenarbeit skizziert.[10] Neben der gemeinsamen Entwicklung konkreter Bergbauprojekte sollen u.a. das finanzielle Fördersystem bilateral abgestimmt und Anreizinstrumente für Innovationen im Bereich Lieferkettendekarbonisierung geschaffen werden. Im selben Monat wurde eine zweite Partnerschaft mit der Ukraine geknüpft. In einem *Memorandum of Understanding* wurden Ziele, Prinzipien und erste Arbeitsschritte der Kooperation festgelegt. Ein inhaltlicher Schwerpunkt liegt dabei auf Lieferketten der Batterieproduktion. Die erwähnten Formen zukünftiger Zusammenarbeit umfassen neben der Aktivierung von Investitionen auch eine permanente regulatorische Kooperation, gemeinsame Forschungsaktivitäten und Wissensaustausch.[11] Im November 2022 wurde auf dieser Grundlage eine weitere Kooperationsvereinbarung zwischen der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung und des Amtes für Geologie der Ukraine geschlossen, die Modernisierung des Geodatenmanagements in der Ukraine zu unterstützen.[12] Dies kann als klares Signal für die Entschlossenheit gewertet werden, die Rohstoffpartnerschaft trotz der anhaltenden Kriegssituation unvermindert voranzutreiben.

Im Jahr 2022 wurde zudem eine ganze Reihe zusätzlicher ressourcenbezogener Partnerschaftsvereinbarungen geschlossen, und zwar mit Ägypten, Aserbaidschan, Kasachstan, Marokko und Namibia. Nicht alle davon stehen in Zusammenhang mit kritischen Mineralrohstoffen. Die Vereinbarungen mit Ägypten, Aserbaidschan und Marokko beziehen sich auf den Aufbau von Lieferbeziehungen für

---

8 European Commission (2020a). Critical raw materials resilience: charting a path towards greater security and sustainability. Communication from the European Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions. (2020) 474 final.

9 European Commission (2021). EU and Canada set up a strategic partnership on raw materials. Press Release, 21 June 2021.

10 European Commission / Canada (2021). Joint Statement by European Commissioner for Internal Market and Canada's Minister of Natural Resources. Brussels, 19 July 2021.

11 European Union / Republic of Ukraine (2021). Memorandum of understanding between the European Union and Ukraine on a Strategic Partnership on Raw Materials. Kyiv, 13 July 2021.

12 https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/news/eu-ukraine-strategic-partnership-raw-materials-european-bank-reconstruction-and-development-will-2022-11-17_en

Energieträger, im Falle Ägyptens ganz konkret auf erneuerbaren Wasserstoff.[13] Die Vereinbarungen mit Kasachstan[14] und Namibia[15] nehmen dagegen explizit auf Mineralrohstoffe Bezug. In allen Fällen handelt es sich bei den Vereinbarungen der Form nach lediglich um *Memoranda of Understanding*, die die Grundzüge der zukünftigen Kooperation skizzieren.

Tabelle 1 vergleicht die Dokumente hinsichtlich der aufgeführten Kooperationsinhalte. Die Unterschiede im wirtschaftlichen Entwicklungsgrad der Partner bedingen leicht unterschiedliche Schwerpunktsetzungen. Im Fall Kanadas kommt als Besonderheit hinzu, dass die Ressourcenpartnerschaft nicht den Auftakt für eine Vertiefung der allgemeinen Wirtschaftsbeziehungen darstellt, sondern umgekehrt als weiteren Schritt in einem langfristigen Integrationsprozess angelegt ist, in dem das umfangreiche Handelsabkommen CETA[16] bereits einen Höhepunkt darstellte. Davon abgesehen zeigt sich ein klares Muster. So wird in allen Vereinbarungen der Wille zur Forschungszusammenarbeit betont. Dabei stehen nie allein Effizienzaspekte im Mittelpunkt, es geht auch um Innovation zur Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks der betroffenen Lieferketten. Auch der Austausch von bereits vorhandenem Wissen findet in allen Fällen als Kooperationsbestandteil Erwähnung. Die Bereitschaft zur regulatorischen Zusammenarbeit im Hinblick auf Bergbau-Standards wird zudem überwiegend betont. Letztendlich zeugen damit alle Vereinbarungen von der Einsicht, dass der Aufbau stabiler Verwertungsketten von kritischen Rohstoffen mehr voraussetzt als nur langfristige Lieferverträge. Dies kann für die zukünftige Stabilität der Partnerschaften von entscheidender Bedeutung werden, wie im folgenden Abschnitt näher diskutiert.

Der entstehende Typus der Ressourcenpartnerschaft vereint damit Aspekte der weiter oben diskutierten Kooperationsformen. Mit den EPAs hat er gemeinsam, dass er Handel mit langfristiger Entwicklungszusammenarbeit beim Aufbau von Kapazitäten verknüpft möchte. Mit den strategischen Partnerschaften der 2000er Jahre hat er gemeinsam, dass der Sicherheits- und Stabilitätsaspekt als Motivation im Vordergrund steht, als Folge der zunehmend geostrategischen Bedeutung des Rohstoffzugangs. Genuine Eigenschaft der neuen Ressourcenpartnerschaften ist aber ihr Fokus auf die Lieferkettenperspektive: Es geht nicht allein um Ressourcenbeschaffung, sondern um den Aufbau global wettbewerbsfähiger Wertschöpfungsketten unter Ausgrenzung von China als geostrategischem Rivalen.

Der rechtlich unverbindliche Charakter der bisherigen Vereinbarungen garantiert noch erhebliche Freiheitsgrade für die praktische Gestaltung der Partnerschaften in der Zukunft. Für die EU bedeutet das aber auch, dass beim Aufbau stabiler Partnerschaftsbeziehungen ein wesentlicher Teil der Wegstrecke noch vor ihr liegt. Sie muss sich gut überlegen, welche Kooperationsinstrumente im Einzelfall geeignet sind, um ressourcenstarke Partner an sich zu binden und welcher Fahrplan an Integrationsschritten praktikabel ist. Das erfordert zunächst eine nüchterne ökonomische Analyse der Nutzen und Kosten solcher Partnerschaften aus Sicht beider Seiten.

---

[13] European Union / Arab republic of Egypt (2022). Memorandum of understanding on a strategic partnership on renewable hydrogen between the European Union and the Arab republic of Egypt. Sharm El-Sheikh, 16 November 2022.

[14] European Union / Republic of Kazakhstan (2022). Memorandum of understanding between the Republic of Kazakhstan and the European Union on a strategic partnership on sustainable raw materials, batteries and renewable hydrogen value chains. Sharm El-Sheikh, 7 November 2022.

[15] European Union / Republic of Namibia (2022). Memorandum of understanding on a partnership on sustainable raw materials value chains and renewable hydrogen between the European Union represented by the European Commission and the Republic of Namibia. Sharm El-Sheikh, 8 November 2022.

[16] European Union / Canada (2016). Comprehensive economic and trade agreement between Canada and the European Union. Brussels, 28 October 2016.

Tabelle 1: Überblick über bisherige Partnerschaftserklärungen

Partner **Titel**	**Kanada** Strategic Partnership on Raw Materials	**Ukraine** Strategic Partnership on Raw Materials	**Kasachstan** Strategic Partnership on Sustainable Raw Materials, Batteries and Renewable Hydrogen Value Chains	**Namibia** Partnership on Sustainable Raw Materials Value Chains and Renewable Hydrogen
Zeitpunkt der Erklärung	Jul 21	Jul 21	Nov 22	Nov 22
Art der Erklärung	Joint Statement	MoU	MoU	MoU
Inhaltliche Schwerpunkte	Kritische Mineralrohstoffe	Kritische Mineralrohstoffe für die Batterieproduktion	Kritische Mineralrohstoffe für die Batterieproduktion; erneuerbarer Wasserstoff	Kritische Mineralrohstoffe; erneuerbarer Wasserstoff
Handelsabkommen in Kraft	Ja	Nein	Nein	Ja
	Erwähnte Kooperationsformen			
Regulatorische Zusammenarbeit im Bereich Ressourcengewinnung		X	X	X
Gemeinsame Rohstofferkundung	X	X	X	
Austausch von Wissen/Technologien	X	X	X	X
Gemeinsame F&E-Aktivitäten	X	X	X	X
Entwicklung von Investitionsplattformen (Matchmaking)		X	X	
Abbau von Handelshemmnissen			X	X
Abstimmung Investitionsförderung	X			

Quellen: European Commission / Canada (2021); European Union / Republic of Ukraine (2021); European Union / Republic of Kazakhstan (2022); European Union / Republic of Namibia (2022); eigene Darstellung.

2.2 Ökonomisches Kalkül

Strategische Partnerschaften können nur dann die erhoffte Stabilität im Ressourcenzugang bringen, wenn aus Sicht aller Beteiligten der Nutzen aus ihrem Erhalt die Kosten der partnerschaftlichen Bindung dauerhaft übersteigt. Bei der Bestimmung des optimalen Designs solcher Vereinbarungen ist deshalb die Frage nach der konkreten Gestalt dieses Nutzens der erste wesentliche Schritt. Aus der Perspektive der ökonomischen Clubtheorie entspricht dies der Frage nach dem **Wesen des Clubgutes**. Damit ist das Gut gemeint, das den Partnern gemeinsam und zugleich exklusiv gegenüber der Außenwelt zur Verfügung steht.[17] Es stellt die grundlegende Motivation für die Formierung von Partnerschaften als Club von Volkswirtschaften dar. Bei den sich derzeit formierenden Ressourcenpartnerschaften ist das Clubgut nicht einfach ein einzelnes (materielles oder immaterielles) Produkt, sondern besteht im **Aufbau und Erhalt ganzer gemeinsamer Wertschöpfungsketten**. Die Wettbewerbsfähigkeit dieser Wertschöpfungsketten zu stärken und zu stabilisieren ist primäre Motivation aller im Zuge der Partnerschaften vereinbarten Kooperationsformen. Diese Perspektive macht ihre Neuartigkeit gegenüber etablierten Formen ökonomischer Clubs aus.

Der Nutzen aus diesem gemeinsam bereitgestellten Clubgut lässt sich in einen **direkten und einen indirekt-langfristigen Effekt** differenzieren. Direkt besteht er darin, einen Beitrag zur Absicherung gegen vorhandene Lieferkettenrisiken auf den Weltmärkten zu leisten. Aus Sicht von ressourcenverarbeitenden Industrien betrifft dies eine Senkung der **Preis- und Versorgungsrisiken im Bezug von kritischen, importierten Ressourcen**. Aus Sicht der vorgelagerten Wertschöpfungsstufe besteht er in

[17] Sandler, T., & Tschirhart, J. T. (1980). The economic theory of clubs: An evaluative survey. Journal of economic literature, 18(4), 1481-1521.

einer Senkung der Preis- und Absatzrisiken. Ergebnis der Risikominderung ist damit eine größere Sicherheit der Auslastung bestehender Produktionskapazitäten in den Partnerländern. Sofern die Partner komplementäre Positionen in den Lieferketten einnehmen, d.h. clubinterne vertikale Spezialisierung betreiben, ist dieser Nutzen wie bei Clubgütern üblich clubintern nicht-rival. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass sich überhaupt eine feste Bindung etablieren kann.

Die von der EU angestrebten Ressourcenpartnerschaften erschöpfen sich aber ihrem Anspruch nach nicht in langfristigen Lieferbeziehungen. Neben dem direkten Nutzen besteht auch Aussicht auf eine Form von langfristig-indirektem Nutzen. Er resultiert aus dem **Pooling der partnerschaftlichen Kapitalressourcen zur Stärkung der Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit der gemeinsamen Lieferketten**. Indem die Partner Kapital für den Ausbau komplementärer Produktionskapazitäten bündeln, streben sie nach der Realisierung gesamtwirtschaftlicher Produktivitätsgewinne aus vertikaler Spezialisierung. Bei jungen Technologien besteht zudem die Aussicht auf Kostensenkung durch Skalierung. Indem die Partner für die Lieferkettenintegration gemeinsam in den Ausbau der Transportinfrastruktur (Transport von Waren, Energie, Informationen) investieren, tragen sie prozessübergreifend zur Senkung von Raumüberwindungskosten bei. Indem sie vorhandenes Wissen austauschen, erhöhen sie die Geschwindigkeit der Adoption neuer Technologien. Indem sie gemeinsame F&E-Kapazitäten aufbauen, stärken sie die Innovationsfähigkeit der beteiligten Partner. Indem sie regulatorische Zusammenarbeit betreiben, können sie administrative Ineffizienzen senken und nicht-tarifäre Handelskosten reduzieren.

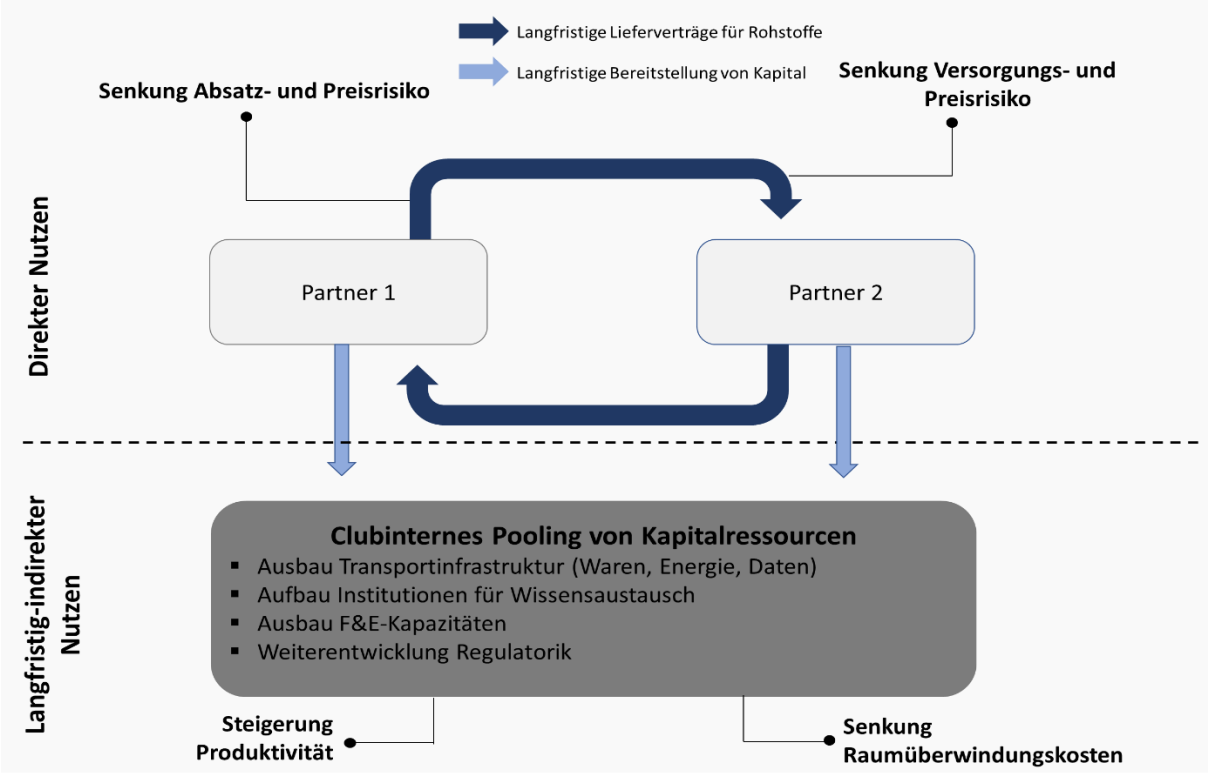
Der erhoffte **indirekt-langfristige Nutzen des clubinternen Poolings besteht damit in der Schaffung neuer nicht-rivaler Güter**, und der damit verbundenen gesamtwirtschaftlichen Wachstumseffekte. Anders als im Falle des direkten Nutzens der Risikoabsicherung erstreckt sich die Nicht-Rivalität aber in vielen Fällen nicht nur auf die Grenzen des Clubs. Eine erst einmal geschaffene Transportinfrastruktur kann selbstverständlich auch für den Handel mit Gütern und Partnern jenseits der geschlossenen Lieferverträge eingesetzt werden. Die Stärkung von F&E-Kapazitäten kann Innovationen abseits clubinterner Wertschöpfungsketten hervorbringen. Gerade diese mangelnde Möglichkeit des Ausschlusses ist es, die die alternative Bereitstellung des nötigen Kapitals über die Weltmärkte erschwert. Zudem impliziert sie, dass diejenigen Partner stärker von der gemeinsamen Investition profitieren, die den relativ geringeren Beitrag zum Ressourcenpool beigesteuert haben.

In diesen beiden Aspekten – und der zu erwartenden Asymmetrie der EU gegenüber ihren Partnern – liegt die **Gefahr einer langfristigen Instabilität von Ressourcenpartnerschaften**. Bei vielen der bereits bekannten oder für die Zukunft diskutierten Partner dürfte das Abwägungsverhältnis zwischen direktem und langfristig-indirektem Nutzen anders aussehen als bei der EU. Als Netto-Importeur der für Zukunftstechnologien essenziellen Rohstoffe und Zwischenprodukte (siehe Abschnitt 3) liegt der Nutzen-Schwerpunkt der EU eindeutig auf der Absicherung der Versorgungskanäle der eigenen Industrie mit kritischen Rohstoffen. Die rohstoffliefernden Partnerländer profitieren hiervon unmittelbar kaum, da ihre langfristigen Absatzrisiken angesichts sehr positiver Prognosen für die globale Nachfrageentwicklung nach kritischen Rohstoffen[18] gering sind. Die erwartete Rentabilität der clubinternen Investition in neue nicht-rivale Güter ist dagegen aus EU-Sicht zumeist relativ gering, da ein Großteil des eingesetzten Club-Kapitals aus der EU stammen wird. Partnerländer können sich hingegen Hoffnung auf einen weitgehend durch importiertes Kapital finanzierten Infrastrukturaufbau machen, der

[18] Watari, T., Nansai, K., & Nakajima, K. (2020). Review of critical metal dynamics to 2050 for 48 elements. Resources, Conservation and Recycling, 155, 104669.

langfristig ihrer volkswirtschaftlichen Produktivität zugutekommt. Mit zunehmender Dauer der Partnerschaft können sich so neue komparative Vorteile zwischen den Partner herausbilden, die die bestehenden Handelsmuster verändern. Auch das Vertrauen zwischen den Partnern – auf politischer wie auf privatwirtschaftlicher Seite – muss sich im Zeitverlauf erst entwickeln.

Abbildung 1: Erwarteter Nutzen aus Ressourcenpartnerschaften



Quelle: Eigene Darstellung

Mit zunehmender Realisierung dieser Langfrist-Erträge (oder zunehmender Anzeichen für deren Ausbleiben) droht aber eine **wachsende Asymmetrie im Gesamtnutzen** zwischen den Partnern. Da diese Erträge nicht an die Clubmitgliedschaft gebunden und zudem irreversibel sind, sind sie für die Entscheidung über den Verbleib im Club nicht länger relevant. Es verbleibt der direkte Nutzen als Entscheidungsgrundlage, und der dürfte oftmals einseitig zugunsten der EU ausfallen. In der Konsequenz sieht sich die EU einem mit zunehmender Partnerschaftsdauer steigenden Kündigungsrisiko auf Seiten ihrer Partner gegenüber.

Um diesem Risiko möglichst *ex ante*, d.h. im Design der Clubs, begegnen zu können, eröffnet die Clubtheorie den Blick auf eine Reihe von Anreizinstrumenten. Ein naheliegendes Instrument wäre die **zeitliche Ausweitung der vertraglichen Bindung** zwischen den Clubmitgliedern, d.h. das Knüpfen besonders langfristiger Lieferverträge, Club-Fonds und sonstiger konkreter Kooperationsverpflichtungen. Dies wäre jedoch gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Beitrittskosten zum Club für alle Beteiligten. Diese Kosten bestehen gerade in dem mit der Bindung einhergehenden Verlust an Flexibilität. Im Zusammenhang mit asymmetrischer Information wächst so die Gefahr der adversen Selektion von Partnern. Typischerweise liegen auf Seiten der EU nur begrenzte Informationen über Quantität und Qualität des Ressourcenpotentials potenzieller Partner vor. Mit Blick auf die Dynamik von Erkundungsaktivitäten und mangelnder globaler Standards in der Datenerhebung gilt dies vor allem für

geologische Ressourcen.[19] Die Informationslage der örtlichen Autoritäten dürfte in vielen Fällen besser sein. Eine langfristige Bindung an die EU wäre unter diesen Bedingungen vor allem für solche Partner attraktiv, deren zukünftiges Ressourcenangebot als Netto-Beitrag zur Kooperation geringer als von der EU erwartet ausfällt.

Ein alternatives Vorgehen wäre der Versuch, **bei den clubintern erzeugten nicht-rivalen Gütern das Ausschlussprinzip durchzusetzen**. Dies könnte prinzipiell auf technischem oder rein rechtlichem Wege angegangen werden. Technisch könnte versucht werden, den Herstellungsprozess der nicht-rivalen Güter auf eine starke Spezialisierung auszurichten, die eine Verwertbarkeit der Güter weitgehend auf den Bereich der clubinternen Beziehungen beschränkt. So könnten gemeinsame Forschungsanstrengungen bewusst auf Effizienz- und Qualitätsverbesserungen bei lieferkettenspezifischen Produktionsschritten begrenzt werden. Die im Blickpunkt stehenden Zukunftsrohstoffe, und auch die mit ihnen hergestellten Zwischenprodukte, sind jedoch größtenteils für vielfältige Anwendungen nutzbar, so dass Effizienzgewinne schwerlich komplett internalisiert werden könnten. Alternativ könnte versucht werden, das Ausschlussprinzip auf rein rechtlichem Wege, d.h. durch exklusive Nutzungsrechte für die erzeugten Clubgüter, durchzusetzen. In Kooperationsbereichen wie dem Infrastrukturausbau wäre das aber kaum praktisch durchsetzbar, ganz abgesehen von der potenziell höchst problematischen politischen Außenwirkung.

Anstatt bestehende Externalitäten unterbinden zu wollen, wäre mit fortdauernder Partnerschaft die **Bereitstellung zusätzlicher, von vorneherein nur clubintern nutzbarer Güter** ein erfolgsversprechender Weg. Dazu kann die Planung **einer Roadmap mit verschiedenen Stufen einer allgemeinen Handelsintegration** zwischen den Partnern auch jenseits der rohstoffbezogenen Lieferketten gehören. Die mit der Partnerschaft verknüpften Absatzpotenziale würden sich so im Zeitverlauf noch ausweiten. Um gerade Entwicklungsländern als Partner Raum für ein langfristiges Upgrading ihrer heimischen Wertschöpfung in Richtung Downstream-Produktion zu geben, könnten die Integrationsstufen an das Erreichen bestimmter industrieller Wachstumsziele gebunden werden. Das würde bedeuten, sie müssten ihre heimischen Märkte für die europäische Konkurrenz erst dann öffnen, wenn die heimische Downstream-Industrie ein gewisses Niveau an Wettbewerbsfähigkeit erreicht hat.

Auch **dauerhafte Kooperation bei der (Weiter-)Entwicklung von Prozess-Standards** kann ein solches rein clubinternes Gut darstellen. Partner können so Einfluss auf die technische Gestaltung von Standards ausüben, um eigene Anpassungskosten gering zu halten und gegenüber der Weltmarktkonkurrenz einen First-Mover-Vorteil zu erlangen. Im Hinblick auf die globale Durchsetzung der gemeinsam entwickelten Standards profitieren sie zugleich vom Einfluss der europäischen Wirtschaftskraft. Auf Seiten der EU setzt dies einen gewissen Pragmatismus und die Bereitschaft voraus, bei der Umsetzung der eigenen Politikziele einen intensiven Dialog mit den Partnerländern zu betreiben.

Die Sicherung des Rohstoffzugangs durch strategische Ressourcenpartnerschaften verlangt damit von Europa in jedem Fall **ein permanentes Commitment, und auch eine Form von Verzicht**. Hier wie in anderen Fällen gilt, dass Risikosenkung nicht zum Nulltarif zu haben ist. Ohne neue Absicherungsmechanismen werden die anstehenden Transformationsprozesse das Risikoprofil globaler Wertschöpfungsketten zuungunsten der europäischen Industrie verschieben. Ein Gegensteuern setzt die Bereitschaft voraus, bereits heute die materiellen (Kapital) und immateriellen (Wissen, globaler

[19] Lewicka, E., Guzik, K., & Galos, K. (2021). On the possibilities of critical raw materials production from the EU's primary sources. Resources, 10(5), 50.

Einfluss) Säulen des europäischen Wohlstands mit den voraussichtlichen Profiteuren des Wandels zu teilen.

Das bedeutet auch, dass Europa den langfristigen Nutzen und Kosten einzelner Partnerschaften sehr genau abwägen muss. Das betrifft zum einen die Abschätzung des Potenzials an gesicherten Ressourcen. Angesichts der Vielfalt an Zukunftstechnologien darf sich die Betrachtung nicht auf den Zugang zu einzelnen Rohstoffen verengen, sondern muss die Bandbreite an möglichen Technologiepfaden in den Blick nehmen. Neben den von der EU herausgehobenen kritischen Mineralrohstoffen umfasst dies auch den Zugang zu Formen Erneuerbarer Energie und zu Fachkräften, sowie die aus Partnerschaften resultierenden Innovationspotenziale. Den Potenzialabschätzungen muss zugleich eine ehrliche Analyse der bestehenden Kooperationshemmnisse gegenübergestellt werden, sowohl auf technologischer als auch auf regulatorischer Ebene. In den folgenden Abschnitten werfen wir einen Blick auf den Status Quo der Potenziale und Hemmnisse im Ländervergleich, und entwerfen einen ersten Analyserahmen.

3 Zentrale Ressourcenbedarfe für Zukunftstechnologien

3.1 Auswahl Technologien

Das klimaneutrale, digitale Wirtschaftssystem der Zukunft bringt eine Fülle neuer Ressourcenbedarfe mit sich. Die Bedarfe sind im Einzelnen aber immer prozessspezifisch. Grundsätzlich existieren mindestens drei Möglichkeiten Prozesse zu kategorisieren: nach betroffenen Branchen, nach erzeugten Produkten, nach angewandten Prozess-Technologien. In diesem Papier greifen wir zu letzterer Differenzierung. Sie ermöglicht es uns, an das von verschiedenen Studien verfolgte Konzept der Zukunftstechnologien anzuknüpfen, und hieraus einen Katalog an zukünftig kritischen Ressourcen abzuleiten. Da keine allgemeingültige Vorstellung existiert, welche Technologien besondere Zukunftsrelevanz besitzen, ist die Grundlage für unsere Technologieauswahl eine Abgleichung der in verschiedenen jüngeren Studien aufgeführten Listen. Konkret wurden folgende Studien herangezogen:

- Bertelsmann (2020)[20]
- European Commission (2020b)[21]
- Schmoch et al. (2020)[22]
- Marscheider-Weidemann et al. (2021)[23]
- Bosch (2022)[24]
- McKinsey (2022)[25]

Diese Studien haben den Anspruch gemeinsam, sich nicht nur auf einzelne Branchen zu fokussieren, sondern das Gesamtspektrum der Technologien von morgen in den Blick zu nehmen. Unser Ansatz ist,

[20] Bertelsmann (2020). Weltklassepatente in Zukunftstechnologien – Die Innovationskraft Ostasiens, Nordamerikas und Europas. Bertelsmann Stiftung.
[21] European Commission (2020b). Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study.
[22] Schmoch, U., Beckert, B., Reiß, T., Neuhäusler, P., & Rothengatter, O. (2020). Identifizierung und Bewertung von Zukunftstechnologien für Deutschland. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
[23] Marscheider-Weidemann, F., Langkau, S., Baur, S.-J., Billaud, M., Deubzer, O., Eberling, E., Erdmann, L., Haendel, M., Krail, M.; Loibl, A., Maisel, F., Marwede, M., Neef, C., Neuwirth, M., Rostek, L., Rückschloss, J., Shirinzadeh, S., Stijepic, D., Tercero Espinoza, L., Tippner, M. (2021). Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021. DERA Rohstoffinformationen 50: 366 S., Berlin.
[24] Bosch (2022). Bosch Tech Compass 2022 – Wir Fragen. Die Welt Antwortet. Robert Bosch GmbH.
[25] McKinsey (2022). McKinsey Technology Trends Outlook 2022. McKinsey & Company.

eine Auswahl als Schnittmenge der in den Studien untersuchten Technologien vorzunehmen. Dabei ist zunächst mit der Tatsache umzugehen, dass Technologiebegriffe zwischen den Studien unterschiedlich eng gefasst sind und sich teilweise überlappen (z.B. Batteriespeicher vs. Feststoffbatterien). Da das Ziel unserer Untersuchung die Identifizierung konkreter Ressourcenbedarfe ist, haben wir den Technologiebegriff in solchen Fällen zur jeweils engeren Form harmonisiert. Anschließend wurden solche Technologien in die Vorauswahl genommen, die von mindestens zwei der untersuchten Studien als Zukunftstechnologien identifiziert wurden. Diese Vorauswahl wurde anhand drei weiterer, für unseren Untersuchungszweck wesentlicher Kriterien bereinigt. So wurden solche Technologien ausgeschlossen, die aufgrund ihrer rein digitalen Natur keinen unmittelbaren (d.h. abgesehen von der allgemeinen IT-Infrastruktur) Mehrbedarf an materiellen Ressourcen mit sich bringen. Ferner wurden solche Technologiebegriffe entfernt, die aufgrund ihrer Komplexität/Vielschichtigkeit eher als Bündel von Einzeltechnologien aufzufassen sind (z.B. Robotik, Internet of Things). Schließlich wurden solche Technologien herausgefiltert, für deren Umsetzung kein Einsatz von Rohstoffen erforderlich ist, die von der EU als kritisch eingestuft werden.[26]

Tabelle 2: Übersicht über ausgewählte Zukunftstechnologien

Technologie		Betroffene Branchen	
Kurzbezeichnung	**Beschreibung**	**Anwendung Technologie**	**Anwendung Produkt(e)**
5G, 6G	Bereitstellung von Mobilfunktechnologien der fünften und sechsten Generation	IKT-Dienstleistungen	Privathaushalte, Sämtliche Wirtschaftszweige
Additive Fertigung	Anwendung von Fertigungsverfahren, bei denen Material computergesteuert Schicht für Schicht aufgetragen wird	Diverse Industriebranchen, Privathaushalte	Diverse Industriebranchen, Privathaushalte
CCS	Abscheidung, Transport und Speicherung von CO_2 aus industriellen Prozessen (Carbon Capture and Storage)	Diverse Industriebranchen, Energieversorgung	Chemische Industrie, Stahlindustrie, Zementindustrie
Dünnschicht-Solarzellen	Herstellung von Solarzellen unter Einsatz dünnschichtiger Halbleitermaterialien	Herstellung Elektronische Bauelemente	Energieversorgung, Privathaushalte
Elektromotoren	Herstellung elektrischer Traktionsmotoren für Kraftfahrzeuge	Herstellung Kfz/Kfz-Teile	Privathaushalte, Sämtliche Wirtschaftszweige
Feststoffbatterien	Herstellung einer neuen Generation von Batterien, bei denen beide Elektroden und der Elektrolyt aus festem Material bestehen	Herstellung Elektrische Ausrüstungen	Energieversorgung, Logistik, Privathaushalte
Glasfaserkabel	Herstellung von Kabeln mit Fasern aus Quarzglas zur Datenübertragung mit hoher Bandbreite	Herstellung Elektrische Ausrüstungen	Privathaushalte, Sämtliche Wirtschaftszweige
Sensoren autonomes Fahren	Herstellung von Laserscannern zur dreidimensionalen Erfassung der Umgebung bei computergesteuerten Fahrzeugen	Herstellung Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumente	Privathaushalte, Sämtliche Wirtschaftszweige
Wasser-Elektrolyse	Gewinnung von Wasserstoff mittels Elektrolyse von Wasser	Energieversorgung	Energieversorgung, Chemische Industrie, Stahlindustrie, Logistik
Windkraft-Generatoren	Herstellung permanentmagnetisch erregter Generatoren für den Einsatz in Windkraftanlagen	Herstellung Elektrische Ausrüstungen	Energieversorgung

Quelle: Eigene Darstellung

[26] Gemäß Technologieinformationen aus Marscheider-Weidemann et al. (2021) und der Liste an kritischen Rohstoffen der EU (European Commission, 2020a).

Im Ergebnis entstand die in Tabelle 2 aufgeführte bereinigte Endauswahl an **zehn Technologien**. Sie umfasst ein relativ breites Spektrum an betroffenen Branchen, sowie Prozesse sowohl für die Herstellung industrieller Produkte als auch für die Erbringung von Dienstleistungen. Die zentralen EU-seitigen Entwicklungsziele der Dekarbonisierung und Digitalisierung sind in der Auswahl deutlich erkennbar. Eine Detailbeschreibung der einzelnen Technologien und ihres möglichen Beitrags zu den Politikzielen der EU muss hier aus Platzgründen unterbleiben, die Leserinnen und Leser seien hierzu z.B. auf die Studie von Marscheider-Weidemann et al. (2021) verwiesen.

3.2 Ressourcenbedarfe

Die Nutzung der ausgewählten Technologien erzeugt eine Vielfalt an unterschiedlichsten Ressourcenbedarfen. Diese sind im Hinblick auf ihre Versorgungssicherheit oder ihre systemische Bedeutung nur teilweise als kritisch einzustufen. Für den Zweck unserer Analyse beschränken wir uns auf solche Arten von Ressourcen, die in der politischen Diskussion zur Ressourcensicherheit eine Rolle spielen. Das betrifft zum einen den Bedarf an **kritischen Mineralrohstoffen**. Wir halten uns bei der Kritikalitätsdefinition an die Methodik der Europäischen Kommission und ihrer aktuellen Liste an als kritisch eingestufter Mineralien.[27] Die Studie von Marscheider-Weidemann et al. (2021) analysiert die mit einzelnen Technologien zukünftig voraussichtlich verbundenen Bedarfe an Mineralrohstoffen. Tabelle 3 stellt dar, bei welchen Technologien demnach Bedarfe an welchen kritischen Rohstoffen entstehen. Marscheider-Weidemann et al. (2021) und andere Studien präsentieren auch quantitative Bedarfsprognosen für die jeweiligen Rohstoffe unter verschiedenen Zukunftsszenarien. Diese sind für unsere Analyse jedoch wenig nützlich, da sie zum einen abhängig von einer Fülle an Annahmen zu technologischem Fortschritt und gesamtwirtschaftlichem Wachstum sind, zum anderen nicht die technische Substituierbarkeit der Rohstoffe als wesentliches Kriterium für Kritikalität bewerten. Wir beschränken unsere folgenden Analysen deshalb auf die grundsätzliche Frage, ob ein Rohstoff für eine bestimmte Technologie voraussichtlich notwendig sein wird oder nicht.

Tabelle 3: Für Zukunftstechnologien notwendige kritische Mineralrohstoffe

Technologie / Rohstoff	Gallium	Germanium	Indium	Kobalt	Lithium	PGM*	REE**	Tantal	Titan	Vanadium
5G, 6G	X		X		X			X		
Additive Fertigung				X					X	
CCS				X						X
Dünnschicht-Solarzellen	X		X							
Elektromotoren							X			
Feststoffbatterien				X	X		X		X	
Glasfaserkabel		X								
Sensoren autonomes Fahren							X			
Wasser-Elektrolyse				X		X	X		X	
Windkraft-Generatoren							X			

Quelle: Marscheider-Weidemann et al. (2021); eigene Darstellung. *PGM: Platingruppenmetalle. **REE: Seltenerdmetalle.

Über das Feld der Mineralrohstoffe hinausgehend ist auch die Energieversorgung bei der Ressourcensicherheit immer mitzudenken. Ganz unmittelbar trifft das auf die Verwertung von elektrischer Energie in der Wasser-Elektrolyse zu. Aber auch für die Anwendung der übrigen ausgewählten Technologien gilt, dass sie an die kontinuierliche Zuführung von Energie gebunden sind, sei es in Form von Strom

[27] Vgl. European Commission (2020a).

oder Prozesswärme. Mit Blick auf das Langfristziel der Klimaneutralität werden alle diese Technologien zukünftig gezwungen sein, ihren Energiebedarf nahezu vollständig auf Basis emissionsfrei nutzbarer Energieträger zu decken. Die Verfügbarkeit solcher Energieträger wird deshalb technologieübergreifend einen weiteren wesentlichen Faktor für Ressourcensicherheit darstellen. In Europa und auch global wesentlich ist die **Energiegewinnung aus Windkraft und Sonneneinstrahlung**, vor allem aufgrund des ihrer Natur nach unbegrenztem Charakter. Die erzielbare Leistung unterscheidet sich jedoch nach den natürlichen Bedingungen vor Ort. Knappheit resultiert hier aus der begrenzten Verfügbarkeit geeigneter Flächen. Die technischen Potenziale von Ländern und Regionen bei der Energiegewinnung aus Wind und Sonne sind deshalb ebenfalls Gegenstand der Analyse.

Jenseits von Rohstoffen und Energie ziehen die Technologien auch einen beträchtlichen Bedarf an immateriellen Ressourcen nach sich. So befindet sich nur ein Teil der ausgewählten Technologien bereits im Stadium der Marktreife. Und auch bei bereits seit längerer Zeit marktgängigen Technologien besteht Hoffnung auf zukünftige Effizienzverbesserungen durch technologische Upgrades.[28] **Innovationspotenziale** sind deshalb allgemein gesprochen ebenfalls eine wichtige Ressource mit Blick auf den langfristigen Markterfolg der Technologien. Die technologiespezifischen Innovationspotenziale eines Landes oder einer Region ergeben sich dabei nicht allein aus der Existenz einer Forschungsinfrastruktur, sondern hängen von einer Vielzahl institutioneller Faktoren ab.[29] Eine hiervon abzugrenzende immaterielle Ressource ist die Verfügbarkeit von **Humankapital**, d.h. das in der Erwerbsbevölkerung vorhandene wirtschaftlich nutzbare Wissen. Sie ist entscheidende Voraussetzung dafür, dass das durch Innovation oder Adaption gewonnene Wissen im Land auch tatsächlich angewandt und weitergetragen werden kann.

3.3 Externe Abhängigkeiten der EU

Europa spielt als Lieferant auf den globalen Rohstoffmärkten bei den allermeisten der von uns betrachteten Mineralrohstoffe gegenwärtig entweder überhaupt keine oder eine nur sehr untergeordnete Rolle. Die Ausnahme bildet Indium, ein Material das im Bereich der Zukunftstechnologien vor allem für die Produktion von Bildschirm-Displays, Leucht- und Laserdioden sowie Dünnschicht-Solarmodulen eingesetzt wird. Hier ist Frankreich ein wichtiges Produzentenland. Die Critical Raw Materials Alliance betrachtet vor diesem Hintergrund die EU als weitgehend Indium-autark.[30] Hierbei handelt es sich allerdings um Raffinadeproduktion: Indium wird als Nebenprodukt aus der Zinkschmelze gewonnen. Die dabei eingesetzten Zinkerze stammen nicht aus europäischen Vorkommen, sondern aus US-Minen.[31] Unter den übrigen Mineralien werden gegenwärtig Kobalt, Lithium, Platinmetalle und Tantal innerhalb der EU gefördert, jeweils zu im globalen Maßstab sehr geringen Mengen.

Informationen zu Rohstoffvorkommen im EU-Gebiet sind lückenhaft und teilweise zwischen den vorhandenen Quellen divergierend. Die gegebene Informationslage ist jedoch ausreichend, um feststellen zu können, dass der gegenwärtig geringe Selbstversorgungsgrad nicht auf einen Mangel an geologischen Ressourcen zurückzuführen ist. Das *Joint Research Center (JRC)* der Europäischen Kommission hat in seinem *Mineral Inventory* die Existenz von großen bzw. sehr großen Vorkommen für fast alle

[28] Vgl. Schmoch et al. (2020).
[29] Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. Research policy, 31(6), 899-933.
[30] Critical Raw Materials Alliance (2022). Critical Raw Materials – Indium. https://www.crmalliance.eu/indium
[31] https://www.nyrstar.com/operations/mining

Zukunftsrohstoffe dokumentiert.[32] Dabei ist eine Konzentration auf wenige Regionen, insbesondere den Süden Frankreichs, den Alpenraum und Finnland, zu beobachten. Zugleich sind gemäß *European Minerals Yearbook* aber nur für einen Teil der Rohstoffe Reserven, d.h. wirtschaftlich nutzbare Ressourcen, deklariert.[33] Informationen über deren Umfang sind nur sehr verstreut und unvollständig verfügbar.

Generell ist für die nähere Zukunft zu erwarten, dass das wiedererwachte Interesse am Mineralbergbau in Europa zu einer deutlichen Zunahme an wirtschaftlich nutzbaren Ressourcen auch außerhalb klassischer Bergbauregionen führen wird, sei es durch Neuerkundung oder Nutzbarmachung bestehender Ressourcen mittels verbesserter Abbautechnologien. Die jüngsten Großfunde in Deutschland,[34] Schweden[35] und Norwegen[36] liefern hierfür einen Vorgeschmack. Dabei handelt es sich jedoch bislang noch nicht um statistisch gesicherte Reserven. Und neben den physischen Potenzialen hängt Europas Aussicht auf Teilhabe an den Wertschöpfungsketten der Rohstoffverarbeitung auch von anderen Faktoren ab. So beruht Chinas Dominanz bei den Zukunftsrohstoffen zu einem großen Teil auf Lohnkostenvorteilen in der Verarbeitung und niedrigen Umweltstandards.[37] Der europäische Wirtschaftsraum kann und will in dieser Hinsicht nicht konkurrenzfähig werden. Auch ist auf Märkten mit hoher Angebotskonzentration zu erwarten, dass die gegenwärtig dominierenden Anbieter auf das Vordringen europäischer Konkurrenz mit Preiskämpfen reagieren werden, was den Markteinstieg für Hochlohnregionen zusätzlich erschwert.

Tabelle 4: Vorkommen Mineralrohstoffe für Zukunftstechnologien in der EU

	Vorkommen			Produktion 2020	
Rohstoff(gruppe)	**Existenz**	**Große Vorkommen***	**Deklarierte Reserven**	**Menge (in t)**	**Anteil global (%)**
Gallium	Ja	Nein	Nein	Keine	-
Germanium	Ja	1 sehr Großes, 1 Großes	Nein	Keine	-
Indium	Ja	1 sehr Großes	Ja	58	6%
Kobalt	Ja	2 Große	Ja	1.420	1%
Lithium	Ja	2 sehr Große	Ja	348	< 1%
Platingruppe	Ja	2 Große	Ja	1,3	< 1%
Scandium	Unbekannt	Nein	Nein	Keine	-
Seltenerdmetalle	Ja	1 sehr Großes	Nein	Keine	-
Tantal	Ja	1 Großes	Nein	> 0 (k.A.)	< 1%
Titan-Minerale	Ja	4 Große	Ja	Keine	-
Vanadium	Ja	2 Große	Nein	Keine	-

Quellen: USGS (2022); Minerals4EU (2022); eigene Darstellung.

[32] European Commission (2022a). EU Science Hub – Raw Materials Information System (RMIS). https://rmis.jrc.ec.europa.eu/?page=geological-data-157d8a

[33] Minerals4EU (2022). European Minerals Yearbook.

[34] EURACTIV (2021). Lithium from German geothermal plants could supply a million electric vehicles a year from 2025. 1 December, 2021.

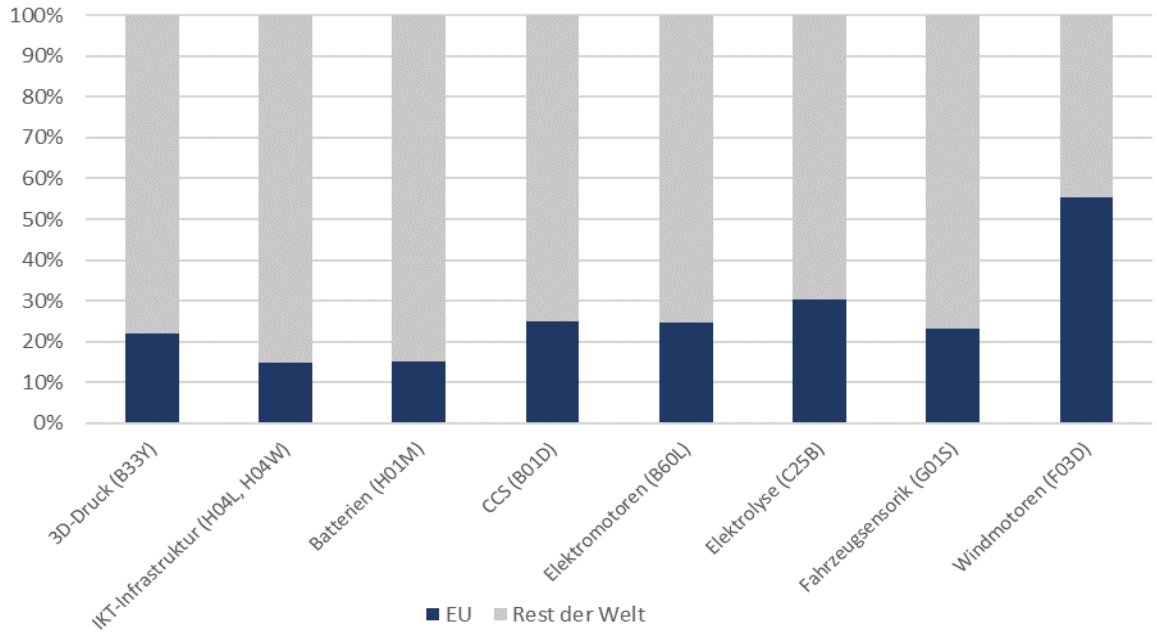
[35] CNBC (2023). Sweden finds Europe's largest deposit of rare earth metals, which could become 'more important than oil and gas'.

[36] CNN (2023). Norway discovers huge trove of metals, minerals and rare earths on its seabed.

[37] Shen, Y., Moomy, R., & Eggert, R. G. (2020). China's public policies toward rare earths, 1975–2018. Mineral Economics, 33(1), 127-151.

Im Hinblick auf die Ressource **Innovationspotenzial** ist Europa bei den Zukunftstechnologien etwas besser aufgestellt. Abbildung 2 zeigt gemäß Zahlen der Datenbank PATSTAT[38] für eine Auswahl an relevanten Technologieklassen (abgegrenzt nach der nach International Patent Classification (IPC)) jeweils den Anteil der innerhalb der letzten zehn Jahre global zugelassenen Patente, die auf Erfinderinnen und Erfinder mit Wohnsitz in den EU-27 zurückzuführen sind. In der Klasse der Windmotoren war die Innovationsaktivität Europas demnach besonders stark ausgeprägt, mehr als die Hälfte der weltweit zugelassenen Patente ging auf Erfinderinnen oder Erfinder aus der EU zurück. In den anderen Klassen war der quantitative Beitrag Europas jedoch deutlich geringer. In den Bereichen digitaler Kommunikation und Batterietechnik lag er nur bei je etwa 15%. Im Bereich Batterietechnik kamen Erfinderinnen und Erfinder aus Japan und Südkorea jeweils auf eine fast doppelt so große Anzahl an erfolgreich beantragten Patenten wie die EU-27 zusammen. Im Bereich IKT-Infrastruktur übertrifft die Zahl der Patente US-amerikanischer Erfinder die EU-Patente um mehr als das Doppelte. Dass dies nicht durch ein Mehr an Qualität wettgemacht wird, macht die durchschnittliche Zahl an Patentzulassungen je Patentfamilie, ein gängiger Indikator für die internationale Dissemination von Erfindungen[39], deutlich. Ergebnisse für die EU-27 liegen in dieser Hinsicht etwa auf demselben Niveau wie die für Japan und für die USA.

Abbildung 2: Anteile Erfinder aus EU an Zahl globaler Patentzulassungen 2013-2022



Quelle: EPO (2023); eigene Berechnungen; in Klammern: IPC-Codes.

Die relative Verfügbarkeit von **Humankapital** in Form passgenau qualifizierter Arbeitskräfte schwankt stark zwischen einzelnen Berufsfeldern und Mitgliedstaaten. Die jüngsten Analysen der *Europäischen Arbeitsbehörde (ELA)* weisen aber auf verbreitete Knappheiten insbesondere in einigen derjenigen Berufsfelder hin, die für Zukunftstechnologien große Relevanz besitzen.[40] So wurde für die Gruppe der MINT-Berufe generell eine besonders starke Tendenz zur Arbeitskräfteknappheit konstatiert. Konkret identifizierten 14 EU-Mitgliedstaaten die Berufe des zivilen Ingenieurs und des Software-Entwicklers

[38] EPO (2023). PATSTAT. Worldwide Patent Statistical Database. European Patent Office.
[39] Vgl. Schmoch et al. (2020).
[40] ELA (2022). Analysis of shortage and surplus occupations 2021. European Labor Authority. 19 January 2022.

als Mangelberufe. Bei Software-Entwicklern berichteten immerhin sieben Mitgliedstaaten sogar von einem hochgradigen Mangel. Auch verschiedene Gruppen von Mechanikern und Elektrikern sind unter den am häufigsten genannten Mangelberufen zu finden. Im Vergleich der Qualifikationsniveaus fiel der Anteil von (in mindestens einem Mitgliedstaat als solche ausgerufenen) Mangelberufen auf der höchsten Qualifikationsebene, den Professionals, am höchsten aus. Dies spricht zusammengenommen für eine Einbeziehung von Humankapital in eine Europäische Ressourcenstrategie mit Blick auf Zukunftstechnologien. Dies entspricht auch der Schwerpunktsetzung der Europäischen Kommission, die die Förderung von Aus- und Weiterbildung in *ihrem Green Deal Industrial Plan* als eine von vier zentralen Säulen definiert hat.[41]

4 Kurzfristige Kooperationspotenziale: Länderanalyse

4.1 Methodik und Daten

Die von der Europäischen Kommission angestrebten Ressourcenpartnerschaften sind ihrer Vision nach nicht nur Kooperationen mit einzelnen (privaten oder öffentlichen) Akteuren in Drittstaaten, sondern mit einem Land und seinen spezifischen Potenzialen als Ganzes. Für die Bewertung des perspektivischen Nutzens solcher Partnerschaften ist deshalb ein Blick auf Indikatoren zum internationalen Ländervergleich hilfreich. Wir strukturieren diese anhand der drei in Abschnitt 3.1 diskutierten Kategorien (Rohstoffe/Erneuerbare Energieträger, Innovationspotenzial, Humankapital).

Neben den Potenzialen ist zugleich das Ausmaß an Hemmnissen in der Kooperation zu beleuchten. Eine Möglichkeit, die verschiedenen Formen von Kooperationshemmnissen zu konzeptualisieren, ist die Vorstellung von unterschiedlichen Dimensionen von Distanz der jeweiligen Länder zur EU. Ihre sichtbarste Ausprägung ist die **räumliche Distanz**. Sie beeinflusst die Höhe der Raumüberwindungskosten im wirtschaftlichen Austausch der Partner. Trotz technologischem Wandel ist der bremsende Effekt wachsender Distanz auf die Handelsflüsse zwischen Ländern empirisch über die Jahrzehnte immer wieder bestätigt worden.[42] Im Kontext von Ressourcenpartnerschaften bedeutet höhere räumliche Distanz vor allem höhere Transportkosten im bilateralen Handel mit materiellen Ressourcen bzw. größere Investitionsbedarfe für die Schaffung kostenseitig wettbewerbsfähiger Lieferketten.

Ein weniger intuitives, in jüngster Zeit verstärkt herangezogenes Konzept ist die institutionelle Distanz. Es existieren sehr unterschiedliche Vorstellungen, was hierunter genau zu verstehen ist.[43] Es ist daher hilfreich, zwischen einzelnen Erscheinungsformen zu differenzieren. Als eine Form kann die **Distanz in der Qualität der politischen Governance** aufgefasst werden. Die Distanz von Drittstaaten zur EU ist in dieser Dimension umso größer, je stärker sie sich in den Grundsätzen ihres politisch-administrativen Steuerungssystems, etwa den Fragen der Rechtstaatlichkeit, der politischen Teilhabe und der Korruptionskontrolle, von der EU unterscheiden.[44] Ein solches Maß berührt sowohl Unterschiede in den Staatsverfassungen als auch im praktischen administrativen Handeln. Für Ressourcenpartnerschaften ist eine hohe Distanz angesichts des Willens der EU, elementare Werte wie Rechtstaatlichkeit und Demokratie auch in der Beziehung zu Partnerländern hochzuhalten, problematisch. Intransparentes und

[41] Vgl. European Commission (2023).
[42] Chaney, T. (2018). The gravity equation in international trade: An explanation. Journal of Political Economy, 126(1), 150-177.
[43] Xu, D., & Shenkar, O. (2002). Institutional distance and the multinational enterprise. Academy of Management review, 27(4), 608-618.
[44] De Groot, H. L., Linders, G. J., Rietveld, P., & Subramanian, U. (2004). The institutional determinants of bilateral trade patterns. Kyklos, 57(1), 103-123.

mit Korruption verbundenes Verwaltungshandeln kann zudem auch hohe Transaktionskosten für europäische Unternehmen verursachen.[45]

Davon abzugrenzen ist die **regulatorische Distanz**. Hier geht es nicht um die Qualität politischer Institutionen, sondern um den Fokus von deren regulatorischer Aktivität. Je stärker sich die Partner in der Frage unterscheiden, welche Bereich ihrer inländischen Wirtschaft (Branchen, Produkte) mit welchen Instrumenten staatlich reguliert werden, umso höher ist das Gesamtniveau an regulatorischer Distanz. Auch diese Form von Distanz sorgt für höhere Kosten im bilateralen Austausch, etwa wenn grenzüberschreitend aktive Unternehmen unterschiedliche gesetzliche Mindestanforderungen hinsichtlich der Produktqualität erfüllen, oder unterschiedliche Produktzulassungsverfahren durchlaufen müssen. Welche Sprengkraft von solchen Diskrepanzen auch für die Gestaltung von partnerschaftlichen Wirtschaftsbeziehungen ausgeht, hat das Scheitern der TTIP-Verhandlungen eindrucksvoll vor Augen geführt. Auch die negative Wirkung regulatorischer Distanz auf das Volumen an bilateralem Handel ist empirisch dokumentiert.[46]

Eine weitere potenziell relevante Dimension ist schließlich die **kulturelle Distanz**. Auch diese kann auf verschiedene Weise definiert werden. Im direkten Sinn könnten hierunter Unterschiede in Sprache, Sitten und Gebräuchen verstanden werden. Es existieren aber auch Ansätze, die kulturelle Distanz primär als Diskrepanz in der Mentalität und den inneren Einstellungen der Menschen zu verstehen und zu messen.[47] Die potenziellen Wirkungskanäle von kultureller Distanz auf den Austausch von Ressourcen sind ähnlich vielschichtig. Immerhin zeigt die Empirie, dass grundsätzlich ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen kultureller Distanz und bilateralem Handelsvolumen festgestellt werden kann.[48] Andere Dimensionen von Distanz stellen für Ressourcenpartnerschaften dagegen nicht unbedingt ein Hemmnis dar. Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur etwa, die sogenannte ökonomische Distanz[49], können mit Blick auf die in Ressourcenpartnerschaften angestrebte vertikale Spezialisierung der Partner für gemeinsame Lieferketten sogar förderlich sein.

Abbildung 3 illustriert unser methodisches Konzept aus Potenzialen und Hemmnissen der Kooperation im Rahmen von Ressourcenpartnerschaften. Für die Bemessung der partnerspezifischen Ressourcenpotenziale greifen wir auf verschiedene internationale Datenbanken zurück. Das Potenzial eines Landes an kritischen Mineralrohstoffen entnehmen wir den jüngsten *Mineral Commodity Summaries* 2023 der *U.S. Geological Survey (USGS)*.[50] Bewusst verwenden wir die dort ausgewiesenen Schätzungen zu den Reserven[51] eines Landes, d.h. den nach gegenwärtigem Erkenntnisstand wirtschaftlich nutzbaren Teil der vorhandenen Ressourcen, anstatt uns auf unsichere Einzelmeldungen zu jüngsten Ressourcenfunden zu stützen. Die von uns für die Analyse ausgewählten zehn Zukunftstechnologien (siehe

---

45 Doh, J. P., Rodriguez, P., Uhlenbruck, K., Collins, J., & Eden, L. (2003). Coping with corruption in foreign markets. Academy of Management Perspectives, 17(3), 114-127.

46 Dhingra, S., Freeman, R., & Huang, H. (2023). The Impact of Non-tariff Barriers on Trade and Welfare. Economica, 90(357), 140-177.

47 Hofstede, G. H. (2001). Culture's consequences: Comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations. sage.

48 Liu, A., Lu, C., & Wang, Z. (2020). The roles of cultural and institutional distance in international trade: Evidence from China's trade with the Belt and Road countries. China Economic Review, 61, 101234.

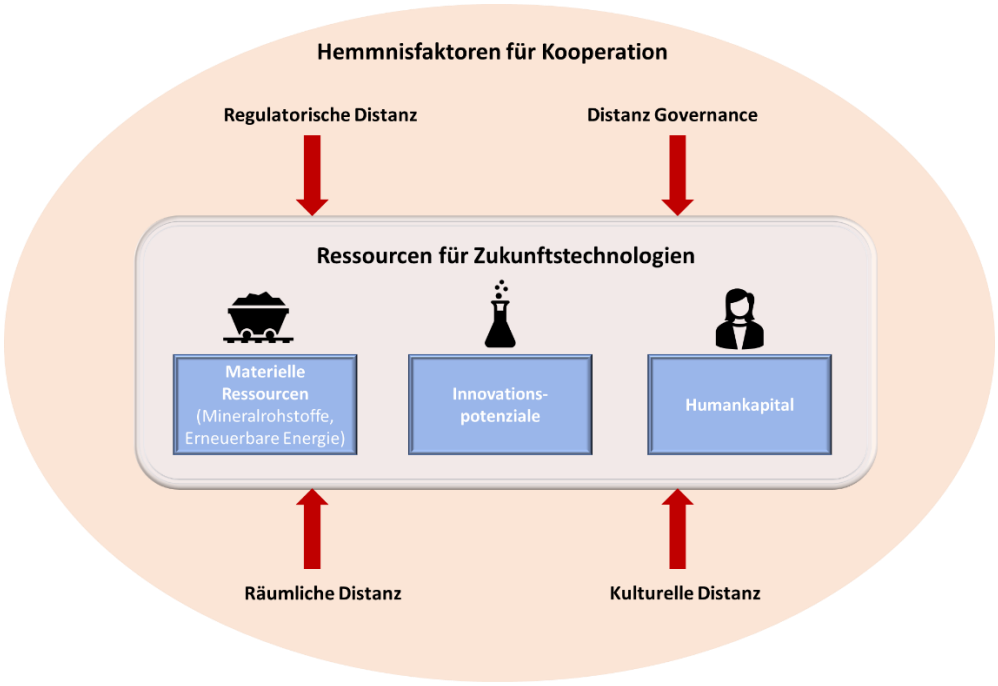
49 Boisso, D., & Ferrantino, M. (1997). Economic distance, cultural distance, and openness in international trade: Empirical puzzles. Journal of Economic integration, 456-484.

50 USGS (2023). Mineral Commodity Summaries 2023. U.S. Geological Survey.

51 Nicht in allen Fällen existieren Schätzungen zu den länderspezifischen Reserven. Dort, wo dies nicht der Fall ist (Gallium, Germanium, Indium), dienten alternativ die geschätzten Produktionskapazitäten als Grundlage für die geografische Verteilung.

Abschnitt 3.1) unterscheiden sich in ihren spezifischen Rohstoffbedarfen. Wir gehen so vor, dass wir zunächst für jede Technologie die Anteile einzelner Länder an den geschätzten globalen Reserven der jeweils notwendigen kritischen Rohstoffe (siehe Tabelle 3 in Abschnitt 3.2) berechnen und hieraus den Mittelwert bilden. Anschließend berechnen wir das Mittel über alle zehn Technologien. Auf diese Weise ergibt sich ein einzelnes (dimensionsloses) Indexmaß[52] für die potenzielle Rolle, die ein Land zukünftig bei der Befriedigung der mit Zukunftstechnologien verbundenen Rohstoffbedarfe spielen kann.

Abbildung 3: Konzeptionalisierung von Potenzialen und Hemmnissen



Quelle: Eigene Darstellung

Zur Abbildung der Ressourcenpotenziale im Bereich von **Erneuerbaren Energieträgern** greifen wir auf vorhandene Potenzialschätzungen zu Windkraft und Solarenergie zurück. Für die Windkraftpotenziale verwenden wir den *Global Wind Atlas* der *Technischen Universität Dänemark*[53], ein mit Unterstützung der Weltbank ins Leben gerufenes Webtool. Konkret verwenden wir als Indikator die geschätzte mittlere Windleistungsdichte eines Landes (W/m^2). Zur Abbildung der Solarpotenziale greifen wir auf eine Studie auf Basis der Daten des von *Solargis* gepflegten *Global Solar Atlas* zurück[54], und zwar auf das geschätzte tagesdurchschnittliche PV-Strompotenzial (kWh) eines standardisierten Solarmoduls. Auch hier bilden wir einen übergreifenden Index, durch Berechnung des Verhältnisses der Werte eines Landes zum globalen Maximum (=100) sowie anschließender Mittelung der Werte für Wind und Sonne.

Für die Abbildung der **Innovationspotenziale** im Zusammenhang mit Zukunftstechnologien nutzen wir PATSTAT, die globale Patent-Datenbank des Europäischen Patentamtes (EPO).[55] Dazu ermitteln wir Patentanmeldungen differenziert nach dem Wohnsitz der eingetragenen Erfinderinnen und Erfinder.

[52] Das theoretische Maximum liegt hier bei einem Wert von 100. Das entspricht der Extremsituation, dass ein einzelnes Land sämtliche geschätzten globalen Reserven der für Zukunftstechnologien notwendigen kritischen Rohstoffe beherbergen würde.
[53] DTU (2023). Global Wind Atlas 3.0. Technical University of Denmark.
[54] ESMAP (2020). Global Photovoltaic Power Potential by Country. Washington, DC: World Bank.
[55] Vgl. EPO (2023).

Die Patentzahlen sind für einzelne Technologieklassen abgegrenzt nach der International Patent Classification (IPC) verfügbar. Wir ordnen auf Basis einer Klassifikationsrecherche jeder der zehn Zukunftstechnologien die inhaltlich passendste IPC-Kategorie zu (siehe Fußnote 86 im Anhang).[56] Konkret betrachten wir als Indikator je Technologie die Anzahl an unterschiedlichen Patentfamilien[57] sowie die durchschnittliche Größe der Patentfamilien innerhalb der letzten zehn Jahre, als gängige Maße für die Quantität und Qualität der Innovationsaktivität eines Landes im jüngeren Zeitraum.[58] Auch hier bilden wir übergreifende Indexwerte durch Berechnung des Anteils eines Landes an den globalen Gesamtzahlen und anschließender Mittelung der Ergebnisse über alle zehn Technologien.

Die Potenziale im Bereich **Humankapital** bilden wir ebenfalls über zwei Indikatoren zur Messung von Quantität und Qualität ab. Der erste Indikator ist der Anteil an Personen mit tertiärer Bildung im jüngeren Teil der erwerbsfähigen Bevölkerung (20-39jährige) geschätzt vom *Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital*.[59] Als ergänzender Qualitätsindikator wird auf die für Lernerfolg korrigierte Zahl an mittleren Bildungsjahren aus dem *Human Capital Index* der Weltbank[60] zurückgegriffen. Er verknüpft die durchschnittliche Zahl an Bildungsjahren multiplikativ mit den durchschnittlichen Punktzahlen aus jüngsten Tests diverser Programme zum internationalen Vergleich des Lernerfolgs von Schülerinnen und Schüler.

Bei der Abbildung der Kooperationshemmnisse fokussieren wir uns auf die Distanzen im Bereich **Governance Qualität** und **Regulatorik**.[61] Erstere ermitteln wir auf Basis aktueller Ergebnisse der *Worldwide Governance Indicators* der Weltbank.[62] Wir berechnen hierzu für alle sechs enthaltenen Indikatoren (Effektivität Regierungshandeln, Korruptionskontrolle, Mitspracherecht und Verantwortlichkeit, Politische Stabilität, Regulatorische Qualität, Rechtstaatlichkeit) den EU-Länderdurchschnitt. Anschließend ermitteln wir für die einzelnen Drittstaaten je Dimension die betragsmäßige Differenz ihrer Indexwerte zum EU-Länderdurchschnitt, und bilden den Mittelwert über alle sechs Dimensionen. Um die theoretisch maximal mögliche Distanz auf der vorhandenen Skala [-5;+5] auf eins zu normieren, teilen wir diesen Wert am Schluss durch zehn. Zur Abbildung der regulatorischen Distanz greifen wir auf die von Cadot et al. (2015)[63] entwickelte Methodik zurück. Sie basiert auf den Daten des *Trade Analysis Information Systems* (TRAINS)[64] der *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD), einer sehr umfangreichen Datenbank (ca. 20 Millionen Beobachtungen) zur Abbildung nahezu sämtlicher Formen von Maßnahmen von Ländern im Bereich Produktregulierung, differenziert nach Regulierungstyp und betroffener Produktkategorie. Der Cadot-Indikator ermittelt als 0-1 Maß jeweils, ob zwei Länder denselben Regulierungstyp (z.B. Herkunftsnachweise) auf dieselbe Produktgruppe (Viersteller-Ebene der HS-Klassifikation) anwenden oder nicht, und bildet hieraus den

[56] Die maximal in PATSTAT verfügbare Auflösung an IPC-Klassen ist die Viersteller-Ebene. Diese grenzt nicht bei allen der zehn Zukunftstechnologien das Feld präzise ab. Wir haben in diesen Fällen die zugehörige Oberkategorie gewählt.

[57] Als Patentfamilie wird eine Gruppe von Patentanmeldungen bezeichnet, die denselben oder ähnlichen technischen Inhalt betreffen. Über die Betrachtung von Patentfamilien anstelle von Einzelpatenten soll sichergestellt werden, dass dieselbe, in mehreren Ländern zum Patent angemeldete Erfindung nicht mehrfach gezählt wird.

[58] Vgl. Schmoch et al. (2020).

[59] Wittgenstein Centre (2023). Human Capital Data Explorer. Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital.

[60] World Bank (2020). Human Capital Project. The World Bank.

[61] Die Auswirkungen von räumlicher Distanz auf die Raumüberwindungskosten sind sehr stark produkt- und partnerabhängig. Kulturelle Distanz wiederum ist nach unserer Auffassung für die empirische Anwendung als Konzept zu subjektiv und vage.

[62] World Bank (2022). Worldwide Governance Indicators. The World Bank.

[63] Cadot, O., A. Aspilla, J. Gourdon, C. Knebel, and R. Peters. (2015). 'Deep Regional Integration and Non-Tariff Measures: A Methodology for Data Analysis', UNCTAD Policy Issues in International Trade and Commodities Research Study 37 Series 69, United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland.

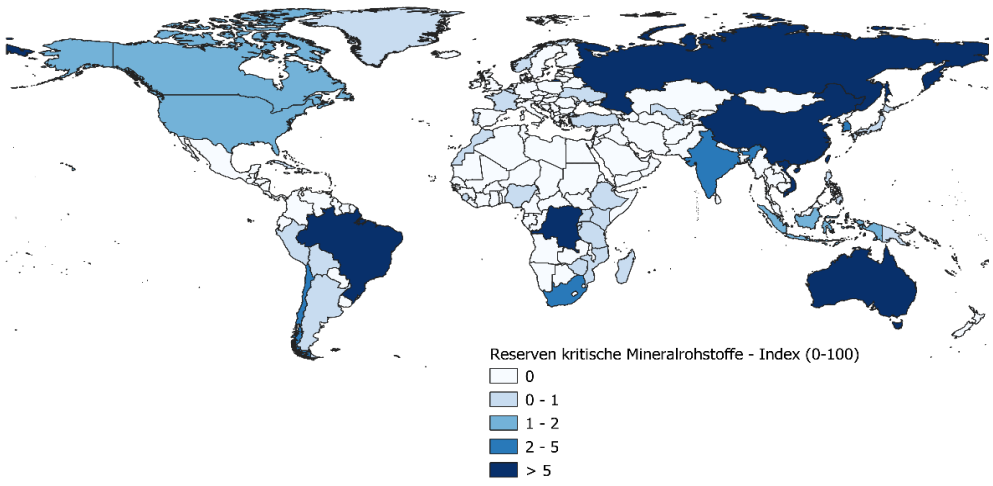
[64] UNCTAD (2023). Trade Analysis Information System (TRAINS). United Nations Conference on Trade and Development.

Durchschnitt über alle Regulierungstypen und Produktkategorien. Er ist somit ein Maß für Länderunterschiede im Fokus von staatlicher Regulierung, nicht in ihrer Intensität. Wir berechnen auf Basis des jüngsten bei TRAINS verfügbaren Researcher Files das Maß von Cadot et al. (2015) als regulatorische Distanz der Drittstaaten zur EU.[65]

4.2 Ergebnisse Ressourcenpotenziale

Die Verteilung der ermittelten Potenziale an **Mineralrohstoffen und Erneuerbare Energien** ist global relativ stark konzentriert. Tabelle 5 zeigt jeweils die Top 3 Länder gemäß unserer Indexmaße an, sowohl auf globaler Ebene als auch innerhalb einzelner Weltregionen. China als gegenwärtig dominierender Akteur in den Lieferketten kritischer Rohstoffe verfügt damit nach USGS-Informationen insgesamt auch über die mit Abstand größten Rohstoffreserven für die von uns betrachteten zehn Zukunftstechnologien. Das gilt nicht nur mit Blick auf die für Permanentmagneten in Elektromotoren und Windkraft-Generatoren essenziellen Seltenerdmetalle, sondern auch etwa für Gallium und Indium (Rohstoffe für Dünnschicht-Solarzellen) und Vanadium (für CCS). Global folgen auf den Plätzen dahinter Australien und die Dem. Rep. Kongo. Im Fall Australiens ist das vor allem auf die großen Reserven an Lithium (für Feststoffbatterien und 5G-/6G-Technik) und Titan-Mineralien (für Feststoffbatterien, Wasser-Elektrolyse und Additive Fertigung) zurückzuführen. Im Falle der Dem. Rep. Kongo liegt dies nicht allein an den bekanntermaßen großen Kobaltreserven (für Feststoffbatterien, Additive Fertigung, CCS und Wasser-Elektrolyse), sondern auch an den großen Kapazitäten für Tantal (für 5G/6G). Im Vergleich der Weltregionen zeigen sich bei den Mineralrohstoffen insgesamt Potenzialschwerpunkte auf dem amerikanischen Kontinent, dem südlichen Afrika und dem östlichen Asien. Für das übrige Asien und das nördliche Afrika werden fast gar keine Potenziale ermittelt (siehe Abbildung 4). Im Bereich Erneuerbarer Energien werden für Chile die global mit Abstand größten Potenziale gemessen. Die dortigen geografisch-klimatischen Bedingungen schaffen ideale Bedingungen sowohl für die Nutzung von Solar- als auch von Windenergie. Dies gilt in abgeschwächter Form auch für Neuseeland und Argentinien (letzteres Land vor allem für Solarenergie).

Abbildung 4: Potenziale Reserven kritischer Mineralrohstoffe – Globale Übersicht



Quelle: USGS (2023); eigene Darstellung.

[65] Die Europäische Union wird in TRAINS bereits als ein Regulierungsraum ausgewiesen, so dass hierfür keine weiteren Anpassungen im Datensatz erforderlich waren.

Tabelle 5: Top 3 Potenziale Mineralrohstoffe und Erneuerbare Energien

Reserven kritische Mineralrohstoffe (Index)						Potenziale Erneuerbare Energie (Index)					
Global			Nordafrika / Naher Osten			Global			Nordafrika / Naher Osten		
Rang	***Land***	***Score***	*Rang*	*Land*	*Score*	***Rang***	***Land***	***Score***	*Rang*	*Land*	*Score*
1	**China**	**39,29**	1	Marokko	0,02	**1**	**Chile**	**99,87**	1	Ägypten	58,64
2	**Australien**	**9,32**	2	..	..	**2**	**Neuseeland**	**70,02**	2	Marokko	58,34
3	**Dem. Rep. Kongo**	**8,57**	3	..	..	**3**	**Argentinien**	**68,32**	3	Oman	57,18
Nordamerika / Ozeanien			Sub-Sahara Afrika			Nordamerika / Ozeanien			Sub-Sahara Afrika		
Rang	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Australien	9,32	1	Dem. Rep. Kongo	8,57	1	Neuseeland	70,02	1	Lesotho	61,67
2	Kanada	1,83	2	Südafrika	3,15	2	USA	55,27	2	Tschad	59,23
3	USA	1,44	3	Madagaskar	0,48	3	Mexiko	52,20	3	Dschibuti	58,35
Mittel- und Südamerika			West-, Zentral-, Südasien			Mittel- und Südamerika			West-, Zentral-, Südasien		
Rang	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Brasilien	6,87	1	Indien	3,09	1	Chile	99,87	1	Afghanistan	60,81
2	Chile	2,04	2	Usbekistan	0,01	2	Argentinien	68,32	2	Iran	56,77
3	Argentinien	0,59	3	..	..	3	Bolivien	52,83	3	Tadschikistan	53,82
Nicht-EU Europa			Ost- und Südostasien			Nicht-EU Europa			Ost- und Südostasien		
Rang	Land	Score	Rang	Land	Score	Rang	Land	Score	Rang	Land	Score
1	Russland	8,07	1	China	39,29	1	Albanien	48,45	1	Mongolei	55,09
2	Norwegen	0,48	2	Vietnam	6,07	2	Schweiz	47,99	2	Bahrain	50,15
3	Ukraine	0,25	3	Südkorea	2,24	3	Montenegro	47,28	3	Nordkorea	46,54

Quellen: USGS (2023); DTU (2023); ESMAP (2020); eigene Berechnungen.

Die Verteilung der **Innovationsaktivität** im Zusammenhang mit Zukunftstechnologien zeigt erwartungsgemäß ein gänzlich anderes Bild. Was ihren aus den Patentstatistiken ablesbaren Umfang (Anzahl Patentfamilien) anbelangt, liegen global unter den Drittstaaten die USA an der Spitze, gefolgt von Südkorea und Japan. Würden der EU-Raum hier einbezogen, würden alle drei Länder zugleich auch deutlich vor Deutschland als bei den Zukunftstechnologien innovationsstärkstem EU-Mitglied (siehe Abschnitt 3.3) liegen. Die USA kommen bei allen betrachteten Technologiekategorien auf eine im Ländervergleich hohe Zahl an Patentfamilien, im besonderen Maße bei Mobilfunk (IPC Code: H04W), Additiver Fertigung (B33Y), Elektrolyse (C25B) und Datenkabeln (H04B). Die Stärken Südkoreas sind vor allem die Batterietechnik (H01M) und Computersysteme (G06N). Japan ist bei Elektromotoren (B60L) und Solarzellen (H01L) mit an der Spitze der globalen Innovationsaktivität. China liegt immerhin deutlich vor anderen bevölkerungsreichen Ländern wie Indien und Brasilien. Innovationsschwerpunkte liegen hier im Bereich Solarzellen (H01L) und Datenkabeln (H04B). Die übrigen Drittstaaten fallen demgegenüber beim Innovationsumfang deutlich ab. Die Qualität der Innovationsaktivität (gemessen an der durchschnittlichen Zahl an Patentzulassungen je Familie) ist etwas anders verteilt. Hier können auch kleine Länder Spitzenplätze belegen. Global liegen bei diesem Indikator unter den Drittstaaten Neuseeland und die europäischen Nicht-EU Mitglieder Norwegen und Schweiz vorne. Erfinder aus Neuseeland kommen vor allem bei Batterietechnik (H01M) und Computersystemen (G06N) auf einen im globalen Vergleich sehr hohen Verbreitungsradius ihrer Patentfamilien. Bei Norwegen gilt dies für Solarzellen (H01L) und Datenkabeln (H04B), bei der Schweiz für Batterietechnik (H01M) und Computersysteme (G06N). Das geografische Muster ist in der Qualitätsdimension insgesamt weniger stark konzentriert. Auch Länder wie Israel, Südafrika und Chile schneiden in dieser Hinsicht gut ab.

Tabelle 6: Top 3 Potenziale Innovation

Anzahl Patentfamilien (Index)						ø Größe Patentfamilien (Index)					
Global			**Nordafrika / Naher Osten**			**Global**			**Nordafrika / Naher Osten**		
Rang	***Land***	***Score***	*Rang*	*Land*	*Score*	***Rang***	***Land***	***Score***	*Rang*	*Land*	*Score*
1	**USA**	**85,57**	1	Israel	1,68	**1**	**Neuseeland**	**57,41**	1	Israel	55,08
2	**Südkorea**	**78,89**	2	Saudi-Arabien	0,76	**2**	**Norwegen**	**56,70**	2	Saudi-Arabien	48,76
3	**Japan**	**52,39**	3	Ver. Arab. Em.	0,14	**3**	**Schweiz**	**56,32**	3	Türkei	47,99
Nordamerika / Ozeanien			**Sub-Sahara Afrika**			**Nordamerika / Ozeanien**			**Sub-Sahara Afrika**		
Rang	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	USA	85,57	1	Südafrika	0,15	1	Neuseeland	57,41	1	Südafrika	44,56
2	Kanada	4,94	2	Ghana	0,01	2	USA	50,36	2	Kenia	12,72
3	Australien	1,40	3	Namibia	0,00	3	Kanada	49,97	3	Eswatini	5,62
Mittel- und Südamerika			**West-, Zentral-, Südasien**			**Mittel- und Südamerika**			**West-, Zentral-, Südasien**		
Rang	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Brasilien	0,91	1	Indien	1,18	1	Chile	38,33	1	Indien	37,91
2	Chile	0,13	2	Iran	0,09	2	Peru	18,86	2	Iran	30,22
3	Argentinien	0,06	3	Georgien	0,05	3	Panama	18,32	3	Kasachstan	20,68
Nicht-EU Europa			**Ost- und Südostasien**			**Nicht-EU Europa**			**Ost- und Südostasien**		
Rang	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Russland	8,50	1	Südkorea	78,89	1	Norwegen	56,70	1	Japan	48,73
2	Großbritannien	6,35	2	Japan	52,39	2	Schweiz	56,32	2	Singapur	48,20
3	Schweiz	3,54	3	China	12,08	3	Großbritannien	52,66	3	China	44,45

Quelle: EPO (2023); eigene Berechnungen.

Bei der Ressource **Humankapital** zeigen sich grundsätzlich ähnliche Muster. Auch hier liegen Länder aus Nordamerika und Ostasien an der Spitze der Rankings der Drittstaaten, und würden zugleich auch fast alle EU-Mitglieder übertreffen. Beim Anteil der Personen mit Hochschulbildung unter der jüngeren Erwerbsbevölkerung liegt Singapur deutlich vorne, gefolgt von Südkorea und Kanada. Ein bedeutendes Gefälle zeigt sich hier zwischen Nord- und Südamerika, aber auch innerhalb Europas. Bei der Anzahl der für Lernerfolg adjustierten Bildungsjahre liegt global Singapur vor Japan und Kanada. Bei den Ländern an der Spitze zeigt sich grundsätzlich eine starke Kongruenz zwischen beiden Indikatoren. Ein hoher Anteil an Personen mit formell akademischen Abschlüssen geht hier also offenbar auch mit einer im globalen Vergleich besonders umfangreichen Bildung einher. An den unteren Enden der Skalen sieht das anders aus. Neben einer geringeren Aussagekraft von Hochschulabschlüssen in solchen Ländern dürfte dies auch mit Problemen bei der internationalen Vergleichbarkeit von Lerntests und einer damit zusammenhängend Ungenauigkeit des Weltbank-Maßes zu tun haben.[66] Das enorme globale Gefälle zwischen den Weltregionen sollte demgegenüber jedoch robust sein.

[66] CGD (2019). Does education need a QALY and is LAYS it? Center for Global Development, Blog Post.

Tabelle 7: Top 3 Potenziale Humankapital

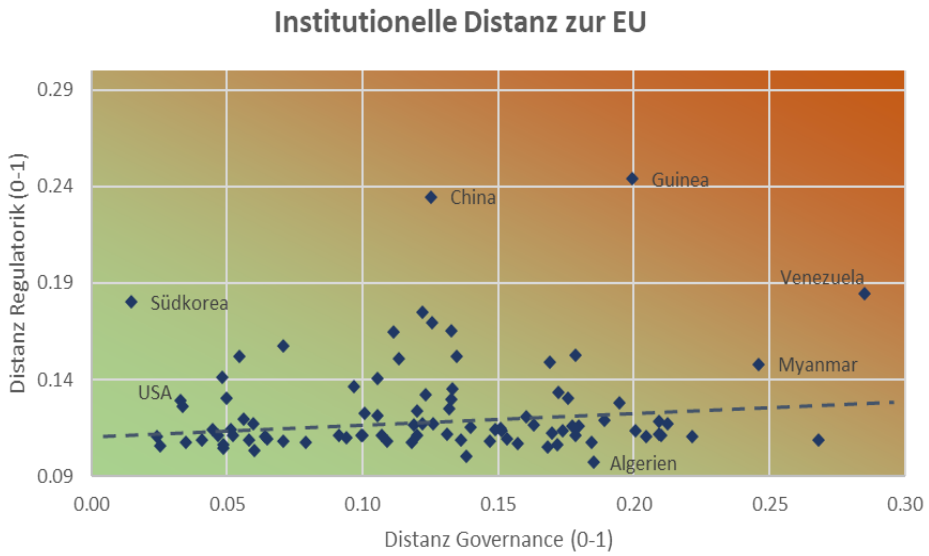
Anteil 20-39jähriger mit tertiärer Bildung (%)						Um Lernerfolg adjustierte Bildungsjahre (LAYS score)					
Global			**Nordafrika / Naher Osten**			**Global**			**Nordafrika / Naher Osten**		
Rang	***Land***	***%***	*Rang*	*Land*	*%*	***Rang***	***Land***	***Score***	*Rang*	*Land*	*Score*
1	**Singapur**	**75,10**	1	Saudi-Arabien	38,50	**1**	**Singapur**	**12,81**	1	Israel	10,59
2	**Südkorea**	**65,60**	2	Israel	35,10	**2**	**Japan**	**11,74**	2	Ver. Arab. Em.	9,65
3	**Kanada**	**65,10**	3	Ägypten	31,60	**3**	**Kanada**	**11,72**	3	Türkei	9,23
Nordamerika / Ozeanien			**Sub-Sahara Afrika**			**Nordamerika / Ozeanien**			**Sub-Sahara Afrika**		
Rang	*Land*	*%*	*Rang*	*Land*	*%*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Kanada	65,10	1	Botswana	23,30	1	Kanada	11,72	1	Kenia	8,47
2	Neuseeland	50,00	2	Sambia	13,80	2	Neuseeland	11,39	2	Zimbabwe	7,01
3	Australien	48,40	3	Kamerun	11,80	3	Australien	11,22	3	Lesotho	6,31
Mittel- und Südamerika			**West-, Zentral-, Südasien**			**Mittel- und Südamerika**			**West-, Zentral-, Südasien**		
Rang	*Land*	*%*	*Rang*	*Land*	*%*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Peru	29,50	1	Georgien	48,10	1	Chile	9,41	1	Usbekistan	9,13
2	Venezuela	27,80	2	Armenien	31,60	2	Ecuador	8,70	2	Kasachstan	9,13
3	Panama	27,70	3	Sri Lanka	30,80	3	Peru	8,63	3	Kirgisistan	8,65
Nicht-EU Europa			**Ost- und Südostasien**			**Nicht-EU Europa**			**Ost- und Südostasien**		
Rang	*Land*	*%*	*Rang*	*Land*	*%*	*Rang*	*Land*	*Score*	*Rang*	*Land*	*Score*
1	Norwegen	47,50	1	Singapur	75,10	1	Großbritannien	11,54	1	Singapur	12,81
2	Großbritannien	45,70	2	Südkorea	65,60	2	Norwegen	11,23	2	Japan	11,74
3	Schweiz	41,70	3	Japan	59,90	3	Schweiz	10,93	3	Südkorea	11,68

Quellen: World Bank (2020); Wittgenstein Centre (2023); eigene Berechnungen.

4.3 Ergebnisse Kooperationshemmnisse

Abbildung 5 gibt zunächst einen Überblick über die Verteilung der von uns untersuchten zwei Formen von institutioneller Distanz. Sie positioniert Drittstaaten anhand der für sie ermittelten Distanzen zur EU in den Bereichen **Governance** und **Regulatorik**. Insgesamt konnten auf Basis der verfügbaren Daten für 94 Drittstaaten weltweit beide Distanzmaße geschätzt werden. Einige Entwicklungsländer fehlen, zumeist aufgrund fehlender Informationen zu den Regulierungsinstrumenten. Die schwache Korrelation der beiden Maße legt nahe, dass es sich in der Tat um unterschiedliche Dimensionen von institutioneller Distanz handelt. Ein Blick auf einzelne Ausreißer unter den Ländern macht die Relevanz der Unterscheidung noch deutlicher. So ist Südkorea unter allen erfassten Drittstaaten das Land mit der geringsten Distanz zur EU im Bereich Governance Qualität, gehört in der Dimension Regulatorik jedoch zu den Ländern mit den größten Unterschieden. In schwächerem Maße gilt dieselbe Asymmetrie auch für die USA. China zeigt demnach in beiden Dimensionen eine erhebliche Distanz zur EU, im Bereich Regulatorik aber noch eine deutlich stärkere als im Bereich Governance. Auch andersherum ist eine vergleichsweise geringe regulatorische Distanz noch keineswegs ein Hinweis auf Nähe zur EU im Hinblick auf die politische Verfasstheit, wie u.a. das Beispiel Algerien deutlich macht.

Abbildung 5: Gegenüberstellung der zwei Dimensionen institutioneller Distanz



Quellen: World Bank (2022); UNCTAD (2023); eigene Berechnungen.

Für die Bewertung der Herausforderungen bei Ressourcenpartnerschaften sind in jedem Fall beide Dimensionen im Auge zu behalten. Die Qualität der Governance in Partnerländern ist aus EU-Sicht wichtig im Hinblick auf die für langfristige Zusammenarbeit essenzielle politische Stabilität. Sie berührt zudem Effizienzaspekte und kann so die Transaktionskosten von in den Partnerschaften aktiven europäischen Unternehmen (und anderen Institutionen) beeinflussen. In Bezug auf den Aspekt der politischen Teilhabe tangiert sie auch die zentralen Werteversprechen der EU, wie sie für Partnerschaften mit Drittländern unlängst wieder formuliert wurden (siehe Abschnitt 5.1). Eine hohe regulatorische Distanz im Bereich von Qualitätsstandards kann zu zusätzlichen Kosten für das Lieferkettenmanagement europäischer Unternehmen führen. Große Unterschiede im Bereich der gesetzlichen Umwelt- und Arbeitsschutzvorschriften erhöhen für sie zudem die Kosten der Ausübung ihrer Sorgfaltspflichten im Rahmen des Lieferkettenmonitorings.

Die Abbildungen A1-A3 im Anhang stellen die Distanzmaße den in Abschnitt 4.2 diskutierten Potenzialindikatoren gegenüber. Generell unterscheiden sie sich deutlich in ihren Beziehungen zu den Ressourcenpotenzialen der Länder (siehe Korrelationstabelle A3 im Anhang). Die **Distanz bei der Governance Qualität** zeigt zum Teil keine Anzeichen für eine Beziehung (bei Mineralrohstoffen, Erneuerbaren Energien), zum Teil Anzeichen für eine negative Beziehung (bei Innovationsaktivität, Humankapital). Letzteres entspricht der Erwartung einer positiven Wechselwirkung zwischen Innovationskraft, Bildung und institutioneller Qualität.[67] Die **regulatorische Distanz** hingegen zeigt zu Humankapital und Innovationsaktivität eine schwach positive, zu den mineralischen Rohstoffpotenzialen sogar eine stark positive Korrelation. In der Tat lässt sich nicht nur für die dominierende Rohstoffmacht China, sondern auch für andere über bedeutende Reserven verfügende Länder wie Vietnam und Brasilien ein relativ starkes regulatorisches Gefälle zur EU feststellen. Bei den Potenzialen im Bereich Erneuerbarer Energien ist das anders, auch aufgrund der regulatorischen Nähe einiger besonders sonnen- und/oder windreicher Länder wie Chile und Neuseeland.

[67] Tebaldi, E., & Elmslie, B. (2013). Does institutional quality impact innovation? Evidence from cross-country patent grant data. Applied Economics, 45(7), 887-900.

4.4 Gesamtbild

Insgesamt ergibt sich so ein relativ differenziertes Gesamtbild an geeigneten Partnern in den verschiedenen Ressourcenkategorien. Abbildung 6 fasst eine Auswahl an besonders potenzialreichen Partnerschaften zusammen. Vor allem für Mineralrohstoffe gilt, dass sich die Länder hinsichtlich der zu erwartenden Kooperationshemmnisse deutlich unterscheiden. Immerhin finden sich in jeder Kategorie aber Länder, die schon heute institutionell der EU relativ nahestehen. Diese sind zudem weit überwiegend bereits jetzt über bilaterale Handelsabkommen mit der EU verbunden bzw. befinden sich in intensiven Handelsgesprächen. Mit Chile[68] und Südkorea[69] sind schon seit geraumer Zeit Freihandelsabkommen in Kraft, mit Südafrika[70], Japan[71], Singapur[72] und Vietnam[73] wurden entsprechende Abkommen in den letzten Jahren geschlossen. Vor allem die jüngeren Abkommen sehen neben tarifären Handelserleichterungen auch verschiedene Formen regulatorischer Zusammenarbeit vor. Das betrifft etwa die Reduktion technischer Handelsbarrieren durch wechselseitige Anerkennung von Zulassungsverfahren und die Konvergenz von Produktanforderungen in Richtung anerkannter internationaler Standards. Besonderes Augenmerk gilt auch den wechselseitigen Verpflichtungen zur Bewahrung bestehender Umwelt- und Arbeitsschutzstandards sowie zur Einhaltung der im Pariser Abkommen eingegangenen Pflichten zur Treibhausgasreduktion. Die Abkommen sind somit bereits darauf angelegt, die bestehende regulatorische Distanz zwischen den Partnern zumindest in einigen Segmenten der Lieferkette zu reduzieren. Bei den jüngsten Verhandlungen neuer Abkommen mit Australien und Neuseeland, sowie der Modernisierung des bestehenden Abkommens mit Chile, war bzw. ist der Aspekt des Rohstoffzugangs auch explizit Gegenstand der Erörterungen.[74] Die EU verfügt somit bereits über etablierte Instrumente, um über die in Abschnitt 2 diskutierten Absichtserklärungen hinaus die wirtschaftlich-regulatorische Integration mit potenzialreichen Ländern voranzutreiben.

---

[68] European Union / Republic of Chile (2003). Agreement establishing an association between the European Community and the Republic of Chile. 1 February 2003.

[69] European Union / Republic of Korea (2011). Free Trade Agreement between the European Union and the Republic of Korea. Official Journal of the European Union, 14 May 2011.

[70] European Union / SADC EPA (2016). Economic partnership agreement between the European Union and its Member States, of the one part, and the SADC EPA States, of the other part. Official Journal of the European Union, 16 September 2016.

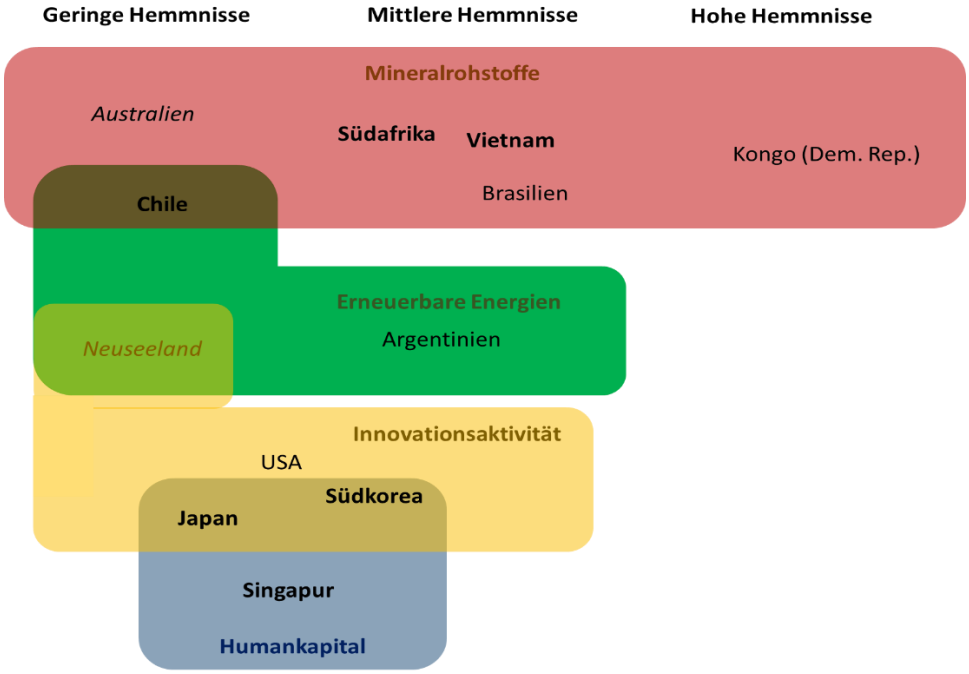
[71] European Union / Japan (2019). Agreement between the European Union and Japan for an economic partnership. Official Journal of the European Union, 1 February 2019.

[72] European Union / Republic of Singapore (2019). Free trade agreement between the European Union and the Republic of Singapore. Official Journal of the European Union, 14 November 2019.

[73] European Union / Republic of Vietnam (2020). Free trade agreement between the European Union and the Socialist Republic of Vietnam. Official Journal of the European Union, 12 June 2020.

[74] EURACTIV (2022). EU, Chile conclude negotiations on new trade agreement. 9 December, 2022.

Abbildung 6: Länder mit besonders großen Potenzialen nach Ressourcenkategorie



Quelle: Eigene Darstellung; **fett:** Freihandelsabkommen mit EU in Kraft; *kursiv:* Freihandelsabkommen kurz vor Abschluss.

Die Ausschöpfung bereits heute bekannter Ressourcenpotenziale sollte aber nur eine der Säulen eines EU-Partnerportfolios darstellen. Denn die erwartete Knappheit an Ressourcen für Zukunftstechnologien hat weltweit in jüngster Zeit zu starken Erkundungsaktivitäten auch jenseits etablierter Bergbauregionen geführt. Mit wachsender Aktivität steigt auch die Wahrscheinlichkeit, auf bedeutende, wirtschaftliche verwertbare Vorkommen zu stoßen, die sich zum geografischen Game Changer an den Rohstoffmärkten entwickeln können. Da den Umfang solcher unbekannter Potenziale aus heutiger Sicht niemand zuverlässig abschätzen kann, sollte sich die EU bei deren Erschließung über Ressourcenpartnerschaften geografisch möglichst breit aufstellen. Auch dies gilt nicht allein für die Erkundung von Mineralrohstoffen. Auch der Zugang zu den unentdeckten Ressourcen in den Köpfen muss möglichst global erschlossen werden, etwa über den Aufbau gemeinsamer Forschungsinfrastrukturen und Programme für den Wissens- und Fachkräfteaustausch. Das alles erfordert ein langfristiges direktes Engagement als Ergänzung zu Lieferverträgen. Voraussetzung ist eine kohärente Investitionsstrategie.

5 Langfristige Kooperationspotenziale: Strategische Handlungsfelder

5.1 Die Global Gateway Initiative als Vehikel

Der Aufbau stabiler Lieferketten im Rahmen von Ressourcenpartnerschaften erzeugt in vielen Fällen einen hohen Bedarf an Infrastrukturinvestitionen. Das betrifft nicht allein den Ausbau der für den Transport der gehandelten Güter notwendigen Verkehrsinfrastruktur in den Partnerländern, sondern auch die Energieversorgung und die digitale Kommunikation. Fortschritte bei der von der Europäischen Kommission im Dezember 2021 angekündigten *Global Gateway Initiative* sind vor diesem Hintergrund für den zukünftigen Erfolg von EU-Ressourcenpartnerschaften von zentraler Bedeutung. Dabei handelt es sich um eine EU-Investitionsstrategie zur Finanzierung der Infrastrukturentwicklung in Drittstaaten, und das grundsätzlich global. Zwischen 2021 und 2027 sollen hierfür insgesamt bis zu 300 Milliarden Euro bereitgestellt werden. Thematisch sollen die Investitionen folgende Bereiche umfassen: Digitales,

Klima/Energie, Transport, Gesundheit, Bildung und Forschung. Ein Fokus soll auf Projekten hoher Qualität liegen, die zugleich im Einklang mit den Interessen und Werten der EU stehen. Die Einhaltung von demokratischen Standards, Nachhaltigkeitsprinzipien und Transparenzanforderungen gehören zu den grundlegenden Prinzipien. Dabei setzt die Initiative auf eine Mischfinanzierung aus EU-Mitteln, Geldern der Mitgliedstaaten und öffentlicher Kreditinstitute, die zugleich privates Kapital mobilisieren soll.[75] Auf dem ersten Global Gateway Board Meeting im Dezember 2022 wurden 84 Leuchtturmprojekte vorgestellt, darunter die Verlegung eines Untersee-Stromkabels von Georgien durch das Schwarze Meer nach Rumänien.[76]

Grundsätzlich verbindet die EU mit der Global Gateway Initiative damit zwei Ziele. Zum einen möchte sie die Konnektivität mit Drittstaaten stärken, indem über die Investitionsprojekte verschiedene Formen von Raumüberwindungskosten gesenkt werden. Das führt zu höherer wirtschaftlicher Integration. Zum anderen möchte sie den Geltungsbereich ihrer politischen Werte und Langfristziele, insbesondere im Hinblick auf Menschenrechte und Umweltschutzstandards, auf Drittstaaten erweitern. Die Erreichung beider Ziele unterstützt langfristig die Vermehrung des globalen Einflusses Europas im politischen wie im wirtschaftlichen Bereich. Die Initiative wird aus diesem Grund auch als Europas Antwort auf die Belt and Road Initiative Chinas[77] gewertet. Sie könnte zugleich den Ausgangspunkt für einen Paradigmenwechsel in der Europäischen Entwicklungspolitik darstellen, nach dem Strukturhilfen zukünftig primär nach Maßgabe der Stärkung des geostrategischen Einflusses der EU koordiniert werden.[78] Die Begrenzung des Einflusses Chinas als größten geopolitischen Rivalen stellt dabei das spiegelbildliche Ziel dar. Attraktivität soll dabei nicht allein über den Umfang der von Europa bereitgestellten Mittel geschaffen werden, sondern auch über deren Bindung an das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung vor Ort, was als wesentlicher Unterschied zum Vorgehen Chinas in Rahmen der Belt and Road Initiative gesehen wird.[79] Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die örtlichen Partner dies auch als Entwicklungsbeitrag wahrnehmen, und nicht primär als unerwünschte Einmischung in lokale Institutionen.

Für die anvisierten strategischen Ressourcenpartnerschaften birgt die Global Gateway Initiative damit sowohl Chancen als auch Risiken. Eine Chance besteht zweifellos in der Aufwertung der Infrastruktur als Beitrag zur Senkung der in Abschnitt 4.3 diskutierten Kooperationshemmnisse. Neben Kostensenkungen bei der physischen Raumüberwindung könnten die Global Gateway Projekte mittelfristig auch die regulatorische Distanz zwischen den Partnern verringern, indem sie die Notwendigkeit für gesetzgeberische Kooperation erhöhen. Denn insoweit die geschaffene Infrastruktur die wirtschaftlichen Beziehungen der Drittstaaten zur EU verstärkt, erhöht sie auch die Bedeutung noch verbleibender Handelshemmnisse als Wachstumsrestriktion. Zudem bietet sie zusätzliche Kooperationsanreize im Hinblick auf ein regelmäßiges technologisches Upgrading der geschaffenen Infrastrukturkomponenten. Auch dies entspricht dem Konzept der Ressourcenpartnerschaften als Plattform für

[75] European Commission (2021). The Global Gateway. Joint Communication to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank. JOIN(2021) 30 final.

[76] European Commission (2022b). Global Gateway: Team Europe's first meeting of the Global Gateway Board. News Archive, 11 December 2022.

[77] Huang, Y. (2016). Understanding China's Belt & Road initiative: motivation, framework and assessment. China Economic Review, 40, 314-321.

[78] Furness, M., & Keijzer, N. (2022). Europe's Global Gateway: A new geostrategic framework for development policy? (No. 1/2022). Briefing Paper.

[79] Masina, P. (2022). Challenging the belt and road initiative: The American and European alternatives. Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. PP_2022_09.

Wachstumskooperation über einzelne Lieferketten hinaus (siehe Abschnitt 2). Zugleich liegt in der eindeutig kommunizierten Werte- und Zielbindung der europäischen Investitionen aber auch ein Risiko. Auch nicht-autokratisch regierte Partnerländer könnten darin in manchen Fällen eine institutionelle Überforderung oder gar eine Einengung des eigenen wachstumspolitischen Spielraums erblicken. Unsere Analyse der institutionellen Distanzen in Abschnitt 4 weist darauf hin, dass dies vor allem in einigen der besonders gut mit Zukunftsrohstoffen ausgestatteten Ländern der Fall sein könnte. Statt der erhofften institutionellen Konvergenz droht so im ungünstigen Fall die Divergenz, wenn die Länder sich in der Konsequenz von der EU abwenden und China und seinem politisch-regulatorischen System zuwenden.

Über ehrgeizige Investitionspläne hinausgehend bedarf es deshalb einer konsistenten politischen Langfriststrategie, die Prioritäten und Handlungsspielräume der EU-Außenwirtschafts- und Entwicklungspolitik im Kontext möglicher Zielkonflikte auslotet. Basis einer solchen Strategie sollte eine nüchterne ökonomische Analyse sein, welche Arten von Clubs mit Drittstaaten für die Sicherung europäischer Wertschöpfungsketten erforderlich sind, und wie in einem solchen Portfolio das Kosten-Nutzen-Verhältnis einzelner Clubs für die EU bewertet werden sollte. Die von der Europäischen Kommission im *Green Deal Industrial Plan* angekündigten Clubs für kritische Rohstoffe[80] bieten für die Entwicklung eines solchen strategischen Ansatzes einen konkreten Anlass. Partnerschaften mit rohstoffreichen Ländern stellen dabei aber nur einen der Bausteine für langfristig resiliente Lieferketten dar, sollten insbesondere durch Kooperationen mit forschungs- und bildungsstarken Partnern mit Spezialisierung im Downstream-Segment ergänzt werden (siehe Kapitel 4). Der folgende Abschnitt liefert einige konzeptionelle Grundgedanken für eine solche Strategie.

5.2 Strategische Leitlinien

Wesentliches Element einer Langfriststrategie für Partnerschaften zur Stärkung der ökonomischen Resilienz sind Vorgaben zur Gestalt der zu bildenden Clubs. Die ökonomische Theorie identifiziert hierzu drei grundlegende Elemente: die Mitgliederzahl, die Zugangskosten einzelner Mitglieder zum Club sowie der Umfang der clubintern bereitgestellten Güter.[81] Diese drei Größen sind nicht unabhängig voneinander wählbar, sondern korrespondieren miteinander. So verursacht für manche potenziellen Partner eine stark wertegebundene EU-Investitionspolitik ein hohes Niveau an Zugangskosten in Form institutioneller Anpassungen, was als Folge die erreichbare Mitgliederzahl der Clubs beschränkt. Kleinere Clubs bedeuten bei äquivalentem Umfang an bereitgestellten Clubgütern wiederum höhere Bereitstellungskosten für das einzelne Mitglied.

Die Wahl der Design-Parameter sollte EU-seitig immer im Kontext des Gesamtportfolios an Ressourcenpartnerschaften gefällt werden. Das betrifft zum einen das richtige **Verhältnis aus Komplementarität und Substituierbarkeit**. Unsere Analyse in Kapitel 4 hat gezeigt, dass die Sicherung wettbewerbsfähiger Lieferketten für die EU ein Bündel an komplementären Partnern voraussetzen wird, die jeweils verschiedene Bedarfe bei der Anwendung von Zukunftstechnologien abdecken. Allein auf zueinander komplementäre Partner zusetzen mindert aber nicht das mit der Tendenz zur langfristigen Instabilität der Partnerschaften (siehe Abschnitt 2.2) einhergehende Risiko. Zueinander substitutive Partner sind hierfür erforderlich, und zwar in umso stärkerem Maße, je größer die systemische Bedeutung der gehandelten Güter. So wäre es von Seiten der EU fahrlässig, die zukünftige Versorgung

[80] Vgl. European Commission (2023).
[81] Cornes, R., & Sandler, T. (1996). The theory of externalities, public goods, and club goods. Cambridge University Press.

mit Seltenerdmetallen als zentralen Rohstoff für die klimaneutrale Wirtschaft allein auf der strategischen Partnerschaft mit einem einzelnen großen Lieferland fußen zu lassen. Um dies zu vermeiden, bedarf es im Portfolio an Partnerschaften eines gewissen **Maßes an Redundanz**.

Substituierbarkeit setzt allerdings zugleich den Investitionsmöglichkeiten Grenzen. Je stärker die beteiligten Drittstaaten aufgrund ähnlicher wirtschaftlicher Spezialisierung an den Weltmärkten in einem Konkurrenzverhältnis zueinanderstehen, umso geringer ist ihr individueller Nutzen aus der Teilhabe an der Bereitstellung gemeinschaftlich nutzbarer Güter, und umso geringer deshalb ihre Beitragsbereitschaft. Die EU müsste das durch einem umso größeren Finanzierungsbeitrag kompensieren. Und auch wenn die Güternutzung jeweils weitgehend auf einzelne Partner beschränkt werden kann, wie das z.B. bei gemeinschaftlichen Investitionen in die lokale Verkehrsinfrastruktur in Partnerländern der Fall wäre, stellt der Finanzierungspielraum Europas eine Grenze für die Zahl an parallel durchführbaren Investitionskooperationen je Ressource dar.

Ein weiterer limitierender Faktor aus EU-Sicht ist die **globale Konkurrenzsituation zwischen den Clubs**. Hier ist vor allem an Chinas umfangreiches Investitionsengagement in rohstoffreichen Ländern zu denken.[82] Die betroffenen Länder stehen vor der Wahl, welchen Clubs sie sich anschließen wollen. Ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor ist die Höhe der clubspezifischen Zugangskosten. Diese setzen sich zum einen aus den Kosten des Anpassungsbedarfes zusammen, den die Erfüllung der Beitrittsanforderungen mit sich bringt. Für ärmere Länder mit relativ gering entwickelten Institutionen werden hier vielfach die Kosten der politisch-regulatorischen Anpassung im Vordergrund stehen, d.h. die Aufwendungen zum Monitoring von vorgegebenen Qualitäts- und Umweltstandards, zur Schaffung von administrativer Transparenz und zur Korruptionskontrolle. Neben diesem unmittelbar wirksamen Kosten kann der Club-Beitritt aber noch zusätzliche Langfristkosten mit sich bringen. Für rohstoffreiche Länder steht hier vor allem die **Gefahr des wirtschaftlichen Lock-ins** im Vordergrund: Der Aufbau gemeinsamer Lieferketten droht sie im internationalen Handel dauerhaft auf die Rolle des Rohstofflieferanten zu beschränken, ohne Aussicht auf Teilhabe an den zumeist wertschöpfungs- und innovationsintensiveren Fertigungsstufen im Downstream-Segment. Verantwortlich ist die Rohstoffnachfrage der Partnerländer, die heimische Produktivmittel im Rohstoffsektor gebunden hält. Der Ausbau von vornehmlich Kostensenkungen in der Rohstoffförderung dienender Infrastruktur kann den Lock-in noch verstärken. Strategische Partnerschaften drohen so eine neue Form des „Ressourcenfluchs“ auszulösen, der seit geraumer Zeit Gegenstand empirischer Forschung ist.[83]

Die jeweilige Zusammensetzung der Zugangskosten kann je nach Partner variieren. Beobachtungen zum bisherigen Engagement Chinas in rohstoffreichen Ländern legen nahe, dass die politisch-regulatorischen Hürden für Kooperation sehr niedrig gesetzt sind.[84] Die Gefahr des Lock-ins kann für Chinas Partner dagegen als durchaus hoch eingeschätzt werden, zumindest für einkommensschwache Länder mit großem Primärsektor.[85] **Hierin liegt im Wettbewerb der Clubs eine Chance für Europa**. Mit der Global Gateway Initiative hat die EU deutlich gemacht, dass sie im Bereich politisch-regulatorischer

[82] Kaplinsky, R., & Morris, M. (2009). Chinese FDI in Sub-Saharan Africa: engaging with large dragons. The European Journal of Development Research, 21, 551-569.

[83] Ploeg, F. V. D. (2011). Natural resources: curse or blessing?. Journal of Economic Literature, 49(2), 366-420.

[84] Mohsin, A. K. M., Lei, H., Tushar, H., Hossain, S. F. A., Hossain, M. E., & Sume, A. H. (2021). Cultural and institutional distance of China’s outward foreign direct investment toward the “Belt and Road” countries. The Chinese Economy, 54(3), 176-194.

[85] Sun, Y., Zhang, K., & Zhang, S. (2021). The impact of Chinese Outward Foreign Direct Investment on the comparative advantage of the Belt and Road countries. Journal of the Asia Pacific Economy, 1-35.

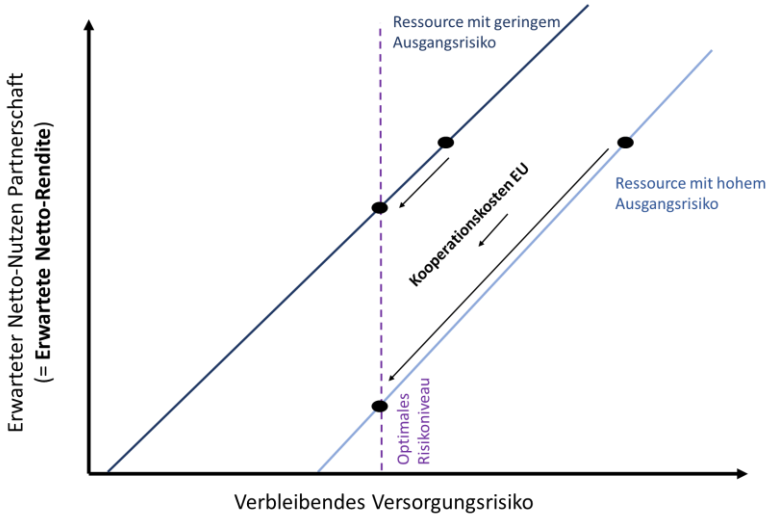
Hürden keinen Wettbewerb mit China eingehen will: Grundlegende europäische Werte und Zielvorstellungen werden als unverhandelbar präsentiert.

Umso entscheidender ist es für den Erfolg Europas, die zweite Komponente der Zugangskosten für mögliche Partner gering zu halten. Ein bereits in Abschnitt 2.2 diskutierter Weg ist die **verbindliche Einbeziehung von Schritten zum Upgrading der Wertschöpfungsbeiträge** in die Roadmaps der zukünftigen Zusammenarbeit. Partnerländer erhalten eine Perspektive, ihre Rolle innerhalb gemeinsamer Wertschöpfungsketten im Zeitverlauf auf nachgelagerte Verarbeitungsschritte ausdehnen zu können, um so ihre industrielle Entwicklung voranzutreiben und zugleich noch stärker von clubinternem Wissen und Innovation zu profitieren. Um dies zu ermöglichen, sollten gemeinsame Infrastruktur- und Forschungsprojekte bewusst mit Blick auf Nutzungsmöglichkeiten in der Downstream-Produktion hin angelegt sein. Zudem sollte die clubinterne Handelsintegration möglichst konditional gestaltet sein. Während die EU ihre Märkte für Partnerländer als Signal des Commitments möglichst kurzfristig öffnen sollte, könnte bei der Marktöffnung der Partnerländer ein schrittweises Vorgehen vereinbart werden, was sich an der Entwicklung industrieller Kapazitäten in den Partnerländern orientiert.

Für die konkrete Ausgestaltung von Partnerschaftsvereinbarungen sollte zugleich ein gewisses Maß an Flexibilität erhalten bleiben. Das optimale Vorgehen unterscheidet sich nicht nur nach den Ausgangsbedingungen im Partnerland, sondern auch nach der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung und dem bestehenden Versorgungsrisiko entlang der betroffenen Lieferketten. Aus der Perspektive der Portfoliotheorie lässt sich die Zielvorgabe als die **Realisierung eines angemessenen Risiko-Rendite-Verhältnisses** formulieren. Konkret sollte der erwartete Netto-Nutzen der EU aus der clubinternen Bereitstellung nicht-rivaler Güter (d.h. Infrastruktur, Wissensaustausch, Innovation) in einem angemessenen Verhältnis zum verbleibenden Lieferkettenrisiko stehen. Eine wesentliche Stellschraube ist hier das Ausmaß an Redundanz bei der Wahl der Partner. Ein höheres Maß an Redundanz kann dazu beitragen, dass aus der Instabilität einzelner Beziehungen resultierende Lieferkettenrisiko für die EU zu begrenzen. Um die Redundanz im Partnerportfolio steigern zu können, müsste der Verlust an Attraktivität der Club-Kooperation (Konkurrenzverhältnis der Partner) aber durch geringere Zugangskosten für die Partner kompensiert werden, etwa durch geringere Vorgaben im politisch-regulatorischen Bereich oder durch stärkere Konzessionen der EU im Bereich des Upgradings von Wertschöpfung. In beiden Fällen sind höhere Kooperationskosten für die EU (und damit ein geringerer erwarteter Netto-Nutzen der Kooperation) die Folge.

Das Verhältnis von Redundanz und Risiko ist lieferkettenspezifisch. Ist ein Rohstoff oder Vorprodukt aufgrund seiner hohen systemischen Bedeutung als besonders kritisch für die EU zu bewerten, ist für die Erreichung desselben Risikoniveaus ein höheres Maß an Redundanz im Bezug der Ressource erforderlich. Aus Portfolioperspektive spricht die Komplementarität der verschiedenen Zukunftstechnologien (siehe Abschnitt 3.1) in der Tat dafür, die Risiken so zu verteilen, dass bei keiner Technologie ein bestimmtes Niveau an Lieferkettenrisiko überschritten wird. Das optimale Niveau an Redundanz bei der Auswahl an strategischen Partnern für die Lieferung einer kritischen Ressource ergibt sich damit aus ihrer Bedeutung für das Gesamtsystem einer klimaneutralen und digitalen Wirtschaft der Zukunft. Abbildung 7 illustriert dieses Prinzip schematisch.

Abbildung 7: Risiko-Rendite Kalkül bei Ressourcenpartnerschaften



Quelle: Eigene Darstellung

Um diese Überlegungen für das praktische Design und Management von EU-Ressourcenpartnerschaften nutzbar zu machen, bedarf es zunächst vor allem einer breiteren Informationsbasis. Die von der Europäischen Kommission entwickelte Methodik zur Kritikalitätsbewertung von Mineralrohstoffen stellt einen guten Ausgangspunkt dar. Diese gilt es zum einen mit Blick auf die Kritikalität nicht-mineralischer Ressourcen zu erweitern. Zum anderen sollte sie mittelfristig auch den Nutzen potenzieller strategischer Partnerschaften als Beitrag zur Risikoreduktion abschätzen. Das betrifft nicht nur die Kategorisierung der verwertbaren Ressourcenbestände, sondern auch die indikatorgestützte Bewertung bestehender Kooperationshemmnisse. Unsere Analyse liefert hierfür erste Anregungen auf Basis der öffentlich verfügbaren Informationen. Für rohstoffspezifische Untersuchungen sind detailliertere Indikatoren insbesondere für die Identifikation von regulatorischen Hemmnissen notwendig.

6 Fazit

Der Übergang von Europas Industrien zu einer klimaneutralen und digitalisierten Produktionsweise bringt neue Risiken für die Stabilität ihrer Lieferketten mit sich. Die wachsende Nachfrage nach für Zukunftstechnologien essenziellen Schlüsselressourcen wird global in den nächsten Jahren zu neuen Knappheitsproblemen führen. Europa ist im Hinblick auf seine heimischen Kapazitäten dafür nicht gut gerüstet. Das gilt nicht nur im Hinblick auf die Verfügbarkeit kritischer Mineralrohstoffe wie Lithium und Kobalt, sondern in Teilen auch für seine Innovationsaktivität und seinen Fachkräftebedarf im Zusammenhang mit Zukunftstechnologien. Im Falle der Mineralrohstoffe kommt hinzu, dass sich die Angebotskanäle bislang auf Länder mit hohen spezifischen Risiken und aus europäischer Sicht unzureichenden Umwelt- und Arbeitsschutzstandards konzentrieren.

Europa muss sich aus dieser wachsenden Abhängigkeit befreien. Dafür gibt es kein Patentrezept. Mit den strategischen Ressourcenpartnerschaften hat die EU aber ein vielversprechendes neues Instrument entwickelt. Sein Prinzip ist, langfristige Lieferkettenkooperationen mit Ländern anzustreben, die mit Blick auf die Zukunft über besonders große Ressourcenpotenziale verfügen. Das umfasst nicht nur den Aufbau von stabilen Lieferbeziehungen, sondern auch gemeinschaftliche Investitionen in den Auf- und Ausbau einer lieferkettenbezogenen Infrastruktur sowie regulatorische Kooperation insbesondere im Bereich von Umweltstandards. Neben der Senkung von Versorgungsrisiken ist auch die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der gemeinsamen Lieferketten gegenüber der globalen Konkurrenz ein Teil der Zielsetzung, indem Transportkosten gesenkt und Produktivitätssteigerungen durch gemeinsame Forschung und Austausch vorhandenen Wissens realisiert werden sollen.

Unsere empirische Analyse der Ressourcenpotentiale von Drittstaaten für ausgewählte Zukunftstechnologien zeigt, dass sich über die bereits geschlossenen Vereinbarungen hinaus für Europa einige weitere Partner anbieten. Im Bereich von Mineralrohstoffen und Erneuerbaren Energien gilt dies etwa für Länder wie Australien, Chile und Neuseeland, mit Blick auf den zukünftigen Bedarf an Innovationspotenzial und Humankapital aber auch für Länder wie Japan und Südkorea. Viele dieser Länder sind über Handelsabkommen bereits mit der EU wirtschaftlich verbunden und weisen auch hinsichtlich ihrer inländischen Regulatorik eine vergleichsweise große Nähe zur EU auf.

Eine Vertiefung der Wirtschaftsbeziehungen zu solchen etablierten Partnern mit dem Fokus auf Zukunftstechnologien ist ein naheliegender erster Schritt. Mit Blick auf die Vielfalt an zukünftigen Ressourcenbedarfen und des erheblichen Niveaus an Unsicherheit, insbesondere im Hinblick auf Technologieentwicklung und Rohstofferkundung, darf das aber nicht der einzige Pfeil im Köcher der EU bleiben. Im globalen Wettrennen um die Ressourcen der Zukunft gilt es auch, bereits heute die noch verborgenen Potenzialen aufzudecken und nutzbar zu machen. Dies erfordert auch den Aufbau von Ressourcenpartnerschaften mit Ländern am unteren Ende der globalen Einkommensskala, da vor allem dort noch unentdeckte Potenziale schlummern können. Dazu muss Europa aber zunächst attraktives Wachstumsangebote jenseits entwicklungspolitischer Floskeln („Partnerschaft auf Augenhöhe“) an solche Länder formulieren. Der Global Gateway Initiative könnte dabei eine entscheidende Rolle zukommen. Mit ihr kann Kapital gezielt in die Förderung der Infrastruktur in Partnerländern kanalisiert werden. Diese Gelder wären im Idealfall nicht nur eine Investition in Europas Versorgungssicherheit. Über die vorgesehene Wertebindung der Mittel könnten sie auch zur Verbreitung höherer Umwelt- und Arbeitsschutzstandards entlang der betroffenen Lieferketten beitragen.

Fakt ist allerdings auch: Niemand wartet auf Europa. Das skizzierte Modell der von europäischen Interessen und Wertvorstellungen gelenkten Lieferketten steht global in harter Konkurrenz zu anderen Kooperationsinitiativen, allen voran Chinas Belt and Road Strategie. Aus Sicht von Entwicklungsländern eröffnet dieses neue Konkurrenzverhältnis Handlungsspielräume, die sie selbstverständlich zur eigenen Diversifikation nutzen. Vor allem ehemalige Kolonialländer werden aus leidvoller Erfahrung großen Wert darauflegen, starke Bindungen an einzelne Partner zu vermeiden. Ein entscheidendes Konstruktionsproblem von Ressourcenpartnerschaften liegt in diesem Zusammenhang in ihrer mit wachsender Dauer zunehmenden Instabilität. Sind die gemeinsamen Investitionen in Kapazitäten und Infrastruktur erst einmal realisiert, sinken aus Sicht der Rohstofflieferanten die Anreize zur Aufrechterhaltung der Partnerschaft. Verstärkter Wissensaustausch und Forschungskooperation allein sind als Gegenmittel nicht hinreichend, da auch deren Erträge irreversibel sind.

Um auch zu Entwicklungs- und Schwellenländern langfristig stabile Ressourcenpartnerschaften aufzubauen, muss die EU ihnen den Raum geben, ihre Position als Produktionsstandort innerhalb der gemeinsamen Lieferketten langfristig aufwerten zu können. Sie brauchen eine klare Perspektive für den Weg vom reinen Rohstofflieferanten für Zukunftstechnologien, hin zu den wertschöpfungs- und wissensintensiveren Prozessschritten auf nachgelagerter Ebene. Eine stufenweise, konditionale Handelsintegration und intensive Kooperation bei der (Weiter)-entwicklung von Standards sind hierfür probate Mittel. Europa muss bei der Zusammenarbeit der Balanceakt gelingen, regulatorische Konvergenz zu initiieren, ohne sich dem Vorwurf der paternalistischen Belehrung auszusetzen. Gelingt dies, verfügt Europa in der politischen wie ökonomischen Konkurrenz zu China über ein nicht zu unterschätzendes Asset.

Aus strategischer Sicht ist dies ein langwieriger, mehrstufiger Prozess. Die EU ist mit den bislang eingesammelten Absichtserklärungen gerade erst dabei den ersten Schritt zu gehen. Die Dringlichkeit erfordert für den weiteren Weg einen klaren Fokus. Anstelle einer Maximierung der Zahl an unverbindlichen Vereinbarungen sollten möglichst schnell die nächsten Verhandlungsschritte mit ausgewählten Partnern unternommen werden. Der Blick auf Partnerschaften als Portfolio kann dabei hilfreich sein. Insgesamt sollte es bei der Wahl an Partnern und Kooperationsinstrumenten demnach darum gehen, ein angemessenes Risiko-Rendite-Verhältnis im Gesamtportfolio an Partnerschaften für verschiedene kritische Ressourcen herzustellen. Bei systemisch besonders bedeutenden Ressourcen und solchen mit hohem Versorgungsrisiko sollte ein besonderer Fokus auf die Senkung ihres Risikobeitrags gelegt werden. Das wird in der Regel mit einem höheren Bedarf an Redundanz bei den Rohstofflieferanten und/oder stärkeren Zugeständnissen der EU an die Kooperationspartner verbunden sein, in jedem Fall so mit höheren Kooperationskosten für die EU.

Notwendig für die Umsetzung einer solchen Strategie sind zusätzliche Monitoring-Instrumente und eine bessere Informationslage. Das von der EU entwickelte Indikatorsystem zur Kritikalitätsbewertung von Mineralrohstoffen stellt hierfür eine gute Basis dar. Es sollte aber auf Risikoeinschätzungen für andere zukunftsrelevante Ressourcen wie Erneuerbare Energien, Humankapital und Innovationspotenzial ausgeweitet werden. Außerdem sollte es die Potenziale und Hemmnisse in der Kooperation mit bestimmten Partnern in den Blick nehmen. Die in diesem Artikel vorgestellten Distanzmaße liefern eine erste Anregung, müssen aber durch spezifischere Datenerhebungen, insbesondere zur Identifizierung von Unterschieden bei rohstoffrelevanter Regulatorik, ergänzt werden.

7 Anhang

7.1 Datenquellen

Tabelle A1: Zugrundeliegende externe Datenquellen

Kategorie	*Indikator*	*Erklärung*	*Zeitbezug*	*Einheit*	Quelle	*URL*
Ressourcenpotenziale						
Materielle Ressourcen	**Reserven Mineral-rohstoffe**	Geschätzte geologische Reserven an kritischen Mineralrohstoffen (siehe Abschnitt 3.2) in einzelnen Ländern	Stand: Januar 2023	Tonnen	USGS (2023)	Link
	Potenzial Solarkraft	Durchschnittliches Stromerzeugungspotenzial einer technisch vergleichbaren PV-Anlage	Stand: März 2020	kWh/kWp/Tag	ESMAP (2020)	Link
	Potenzial Windkraft	Durchschnittliche Windleistungsdichte	Stand: Januar 2023	W/m2	DTU (2023)	Link
Innovations-potenziale	**Anzahl Patentfamilien**	Anzahl an Familien zugelassener Patente im Zusammenhang mit zehn Zukunftstechnologien[86] (siehe Abschnitt 3.1) nach Wohnort des Erfinders	Zeitraum 2013-2022	Anzahl	EPO (2023)	Link
	ø Größe Patentfamilien	Durchschnittliche Größe der Familien zugelassener Patente im Zusammenhang mit zehn Zukunftstechnologien (siehe Abschnitt 3.1) nach Wohnort des Erfinders	Zeitraum 2013-2022	Anzahl	EPO (2023)	Link
Humankapital	**Anteil tertiäre Bildung**	Anteil der Personen mit tertiärer Bildung unter den 20-39jährigen	Jahr 2020	Anteil (%)	Wittgenstein Centre (2023)	Link
	Adjustierte Bildungsjahre	Index basierend auf dem Produkt aus erwarteten durchschnittlichen Bildungsjahren und durchschnittlichen Test Scores in Schüler-Vergleichstests	Jahr 2020	Dimensionslos	World Bank (2020)	Link
Kooperationshemmnisse						
Institutionelle Distanz	**Governance Qualität**	Sechs Worldwide Governance Indicators	Jahr 2021	Dimensionslos (-5 bis +5)	World Bank (2023)	Link
	Regulatorik	Datenbank zur Anwendung nicht-tarifärer Regulierungsmaßnahmen nach Regulierungstyp und Produktkategorie	Stand: Februar 2023	Dimensionslos (Ja/Nein)	UNCTAD TRAINS (2023)	Link

Quelle: Eigene Darstellung

[86] Die Zukunftstechnologien wurden hierbei wie folgt in PATSTAT als IPC-Codes approximiert: 5G, 6G: H04L, H04W; 3D-Druck: B33Y; CCS: B01D; Elektromotoren: B60L; Batterien: H01M; Solarzellen: H01L; Glasfaserkabel: H04B; Sensorik für Fahrzeuge: G01S; Elektrolyse: C25B; Windkraftmotoren: F03D.

7.2 Detailergebnisse Länderpotenziale

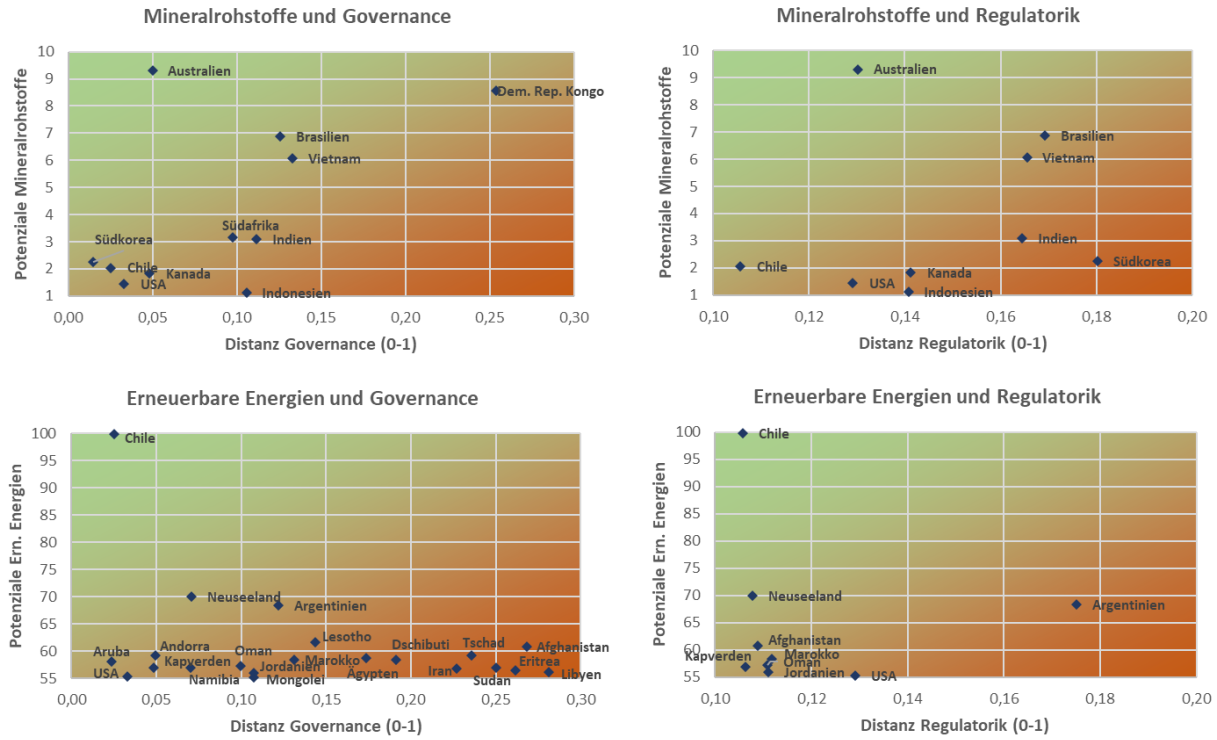
Tabelle A2: Top 20 Länderpotenziale nach Ressourcenkategorie (nur Drittstaaten)

Kritische Mineralrohstoffe			Erneuerbare Energieträger			Anzahl Patentfamilien			Adjustierte Bildungsjahre		
Rang	*Land*	*Index*	*Rang*	*Land*	*Index*	*Rang*	*Land*	*Index*	*Rang*	*Land*	*Index*
1	China	39,29	*1*	Chile	99,87	*1*	USA	85,57	*1*	Singapur	12,81
2	Australien	9,32	*2*	Neuseeland	70,02	*2*	Südkorea	78,89	*2*	Japan	11,74
3	Dem. Rep. Kongo	8,57	*3*	Argentinien	68,32	*3*	Japan	52,39	*3*	Kanada	11,72
4	Russland	8,07	*4*	Lesotho	61,67	*4*	China	12,08	*4*	Südkorea	11,68
5	Brasilien	6,87	*5*	Afghanistan	60,81	*5*	Großbritannien	6,35	*5*	Großbritannien	11,54
6	Vietnam	6,07	*6*	Tschad	59,23	*6*	Kanada	4,94	*6*	Neuseeland	11,39
7	Südafrika	3,15	*7*	Ägypten	58,64	*7*	Schweiz	3,54	*7*	Norwegen	11,23
8	Indien	3,09	*8*	Dschibuti	58,35	*8*	Israel	1,68	*8*	Australien	11,22
9	Südkorea	2,24	*9*	Marokko	58,34	*9*	Singapur	1,42	*9*	Schweiz	10,93
10	Chile	2,04	*10*	Oman	57,18	*10*	Australien	1,40	*10*	Weißrussland	10,78
11	Kanada	1,83	*11*	Jemen	56,96	*11*	Indien	1,18	*11*	Island	10,72
12	USA	1,44	*12*	Sudan	56,92	*12*	Brasilien	0,91	*12*	Vietnam	10,68
13	Indonesien	1,12	*13*	Namibia	56,86	*13*	Norwegen	0,89	*13*	Israel	10,59
14	Kuba	0,94	*14*	Iran	56,77	*14*	Saudi-Arabien	0,76	*14*	USA	10,56
15	Japan	0,78	*15*	Eritrea	56,47	*15*	Ukraine	0,46	*15*	Ukraine	9,87
16	Argentinien	0,59	*16*	Libyen	56,04	*16*	Mexiko	0,28	*16*	Serbien	9,75
17	Philippinen	0,49	*17*	Jordanien	55,94	*17*	Malaysia	0,27	*17*	Ver. Arab. Em.	9,65
18	Madagaskar	0,48	*18*	Somalia	55,93	*18*	Neuseeland	0,18	*18*	Chile	9,41
19	Norwegen	0,48	*19*	USA	55,27	*19*	Türkei	0,17	*19*	Bahrain	9,29
20	Ruanda	0,44	*20*	Mongolei	55,09	*20*	Südafrika	0,15	*20*	China	9,27

Quelle: Eigene Berechnungen

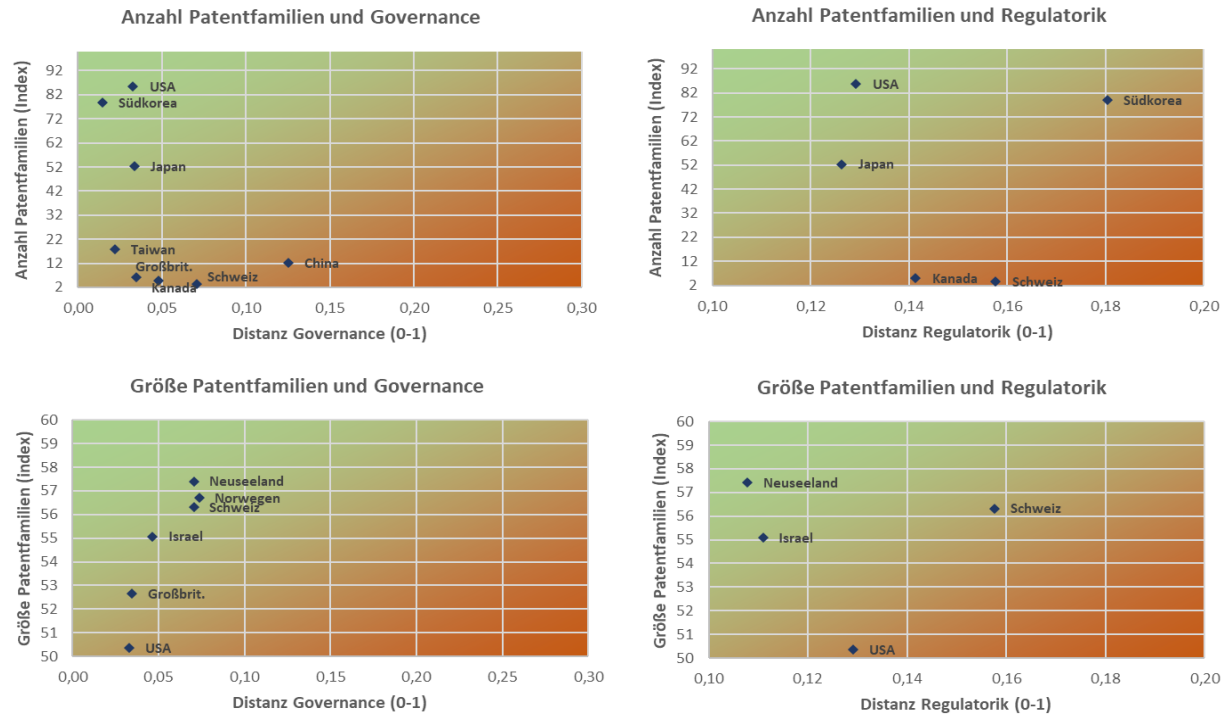
7.3 Detailergebnisse Potenziale und Hemmnisse

Abbildung A1: Potenziale materieller Ressourcen und Kooperationshemmnisse



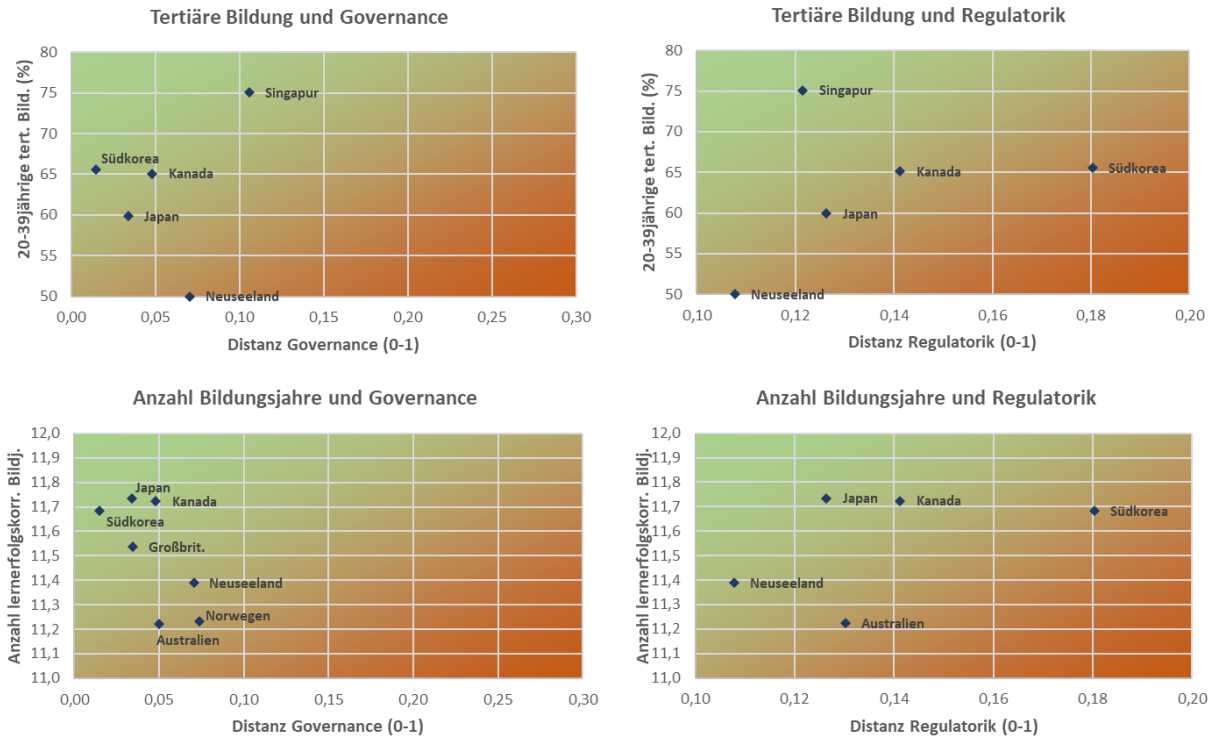
Quellen: USGS (2023); Global Solar Atlas (2023); Global Wind Atlas (2023); World Bank (2022); UNCTAD (2023); eigene Berechnungen.

Abbildung A2: Potenziale Innovation und Kooperationshemmnisse



Quellen: EPO (2023); World Bank (2022); UNCTAD (2023); eigene Berechnungen.

Abbildung A3: Potenziale Humankapital und Kooperationshemmnisse



Quellen: Wittgenstein Centre (2023); World Bank (2020, 2022); UNCTAD (2023); eigene Berechnungen.

Tabelle A3: Korrelationskoeffizienten zwischen Potenzialindikatoren und Hemmnissen

	Potenziale / Hemmnisse	Distanz Qualität Governance	Distanz Regulatorik
Materielle Ressourcen	Kritische Mineralrohstoffe	+0,01	+0,52
	Erneuerbare Energien	+0,12	-0,13
Innovationsaktivität	Anzahl Patentfamilien	-0,21	+0,21
	Größe Patentfamilien	-0,48	+0,20
Humankapital	Anteil tertiäre Bildung	-0,59	+0,17
	Anzahl adj. Bildungsjahre	-0,71	+0,18

Quelle: Eigene Berechnungen.

Centrum für Europäische Politik
FREIBURG | BERLIN

Autor:

Dr. André Wolf
Leiter Fachbereich Technologische Innovation, Infrastruktur und industrielle Entwicklung
wolf@cep.eu

Centrum für Europäische Politik FREIBURG | BERLIN
Kaiser-Joseph-Straße 266 | D-79098 Freiburg
Schiffbauerdamm 40 Raum 4315 | D-10117 Berlin
Tel. + 49 761 38693-0

Das **Centrum für Europäische Politik** FREIBURG | BERLIN, das **Centre de Politique Européenne** PARIS, und das **Centro Politiche Europee** ROMA bilden das **Centres for European Policy Network** FREIBURG | BERLIN | PARIS | ROMA.

Das gemeinnützige Centrum für Europäische Politik analysiert und bewertet die Politik der Europäischen Union unabhängig von Partikular- und parteipolitischen Interessen in grundsätzlich integrationsfreundlicher Ausrichtung und auf Basis der ordnungspolitischen Grundsätze einer freiheitlichen und marktwirtschaftlichen Ordnung.