

20
24



**Alle Ergebnisse und Analysen
des Innovationsindikators sowie
weiteres Hintergrundmaterial und einen
ausführlichen englischsprachigen
Methodenbericht finden Sie auf der
Website. Dort können Sie mit
„Mein Indikator“ auch individuell
Volkswirtschaften miteinander
vergleichen.**

innovationsindikator.de

INHALT

EDITORIAL	04
AUF EINEN BLICK	06
1. ZUSAMMENFASSUNG	08
2. EINLEITUNG	10
3. INNOVATIONSFÄHIGKEIT	12
4. SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN	28
5. NACHHALTIGKEIT	44
6. METHODIK	54
ENDNOTEN	56
PROJEKTPARTNER	57
IMPRESSUM	58

EDITORIAL

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

Deutschland stagniert, China zeigt weiter Dynamik. Dies sind nur zwei plakative Ergebnisse des neuen Innovationsindikators 2024. Sie stehen stellvertretend für die Verschiebungen des weltweiten Innovationsgeschehens, bei denen traditionelle Industrienationen von aufstrebenden Wettbewerbern immer intensiver herausgefordert werden.

Die zunehmenden Handels- und Technologiekonflikte verstärken diesen Wandel. Sie stellen Volkswirtschaften und ihre Unternehmen vor die Aufgabe, in einem volatilen Marktumfeld zu bestehen und ihre strategische Ausrichtung entsprechend anzupassen. Je nach Größe und Struktur besitzen Unternehmen stärkere oder schwächere Standortbindungen; sie alle sind aber von den forschungs- und innovationspolitischen Bedingungen vor Ort abhängig. Die Bedeutung der Wissenschaftseinrichtungen in dieser geoökonomischen Konstellation wird oft unterschätzt. Der globale Austausch in der Spitzenforschung, die Exzellenz der wissenschaftlichen Einrichtungen und ihre Attraktivität für Talente aus aller Welt haben wesentliche Bedeutung. Sie sind für Innovationen einschließlich der Entwicklung von Schlüsseltechnologien entscheidend.

Als Abbild des Innovationsgeschehens vor der weltpolitischen Bühne ist dieser Innovationsindikator besonders aufschlussreich: Er hinterlegt den Erfolg innovativer Volkswirtschaften mit wissenschaftlich fundierten Zahlen. Sichtbar wird: Die heutige Positionierung ist ein Spiegel der Entscheidungen und Investitionen der Vergangenheit. Die Zukunft ist aber gestaltbar – umso mehr gilt: Ohne Verhaltensänderung gibt es nicht die erforderliche Dynamik, ohne Veränderungen im Handeln keine besseren Ergebnisse.

Deutschland rutscht im Ranking weiter ab. Die Schweiz und Singapur sind nun schon seit Langem die innovationsstärksten Länder der Welt. Dänemark hat sich eine erstaunliche Verbesserung seiner Innovationsfähigkeit erarbeitet. Gerade bei der Innovationsfähigkeit büßt Deutschland zwei Rangplätze ein und findet sich nun auf Platz 12 von 35 wieder. Besser ist das Ergebnis im Bereich Schlüsseltechnologien und Nachhaltigkeit – in beiden Gebieten hat Deutschland den siebten bzw. dritten Platz halten können.

Deutschland steht als europäische Wirtschaftsmacht im Zentrum der globalen Veränderungen. Wir als Herausgeber des Innovationsindikators sind überzeugt: Nur wenn Deutschland wieder Innovationsnation, die #InnoNation, wird, können wir die anstehenden Herausforderungen meistern. Der Innovationsindikator lädt vor diesem Hintergrund zur Diskussion ein: Wollen wir das Innovationssystem reformieren oder glauben wir,

den Wandel aussitzen zu können? Setzen wir auf Exzellenz oder Gießkanne im Wissenschaftssystem? Wollen wir Schlüsseltechnologien beherrschen oder in weitere Abhängigkeiten geraten? Wie setzen wir die begonnene Diskussion um Dual-Use-Forschung fort und welche Konsequenzen folgen daraus für unser Innovationssystem?

Für die deutsche Politik können die Ergebnisse nur bedeuten, ihre forschungs- und innovationspolitischen Ziele noch konsequenter zu verfolgen. Dies muss trotz anstehender Bundestagswahl mit langfristiger Perspektive stattfinden: technologische Souveränität stärken, Exzellenz fördern, Transfer verbessern, Missionen gezielt umsetzen, Förderwidersprüche aufheben, Mittel bereitstellen.

Für die Unternehmen geht es vor allem darum, trotz Unsicherheiten innovationsgetriebene Investitionsentscheidungen zu treffen und durch ein aktives Portfoliomanagement ihre zukünftige Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dazu tragen auch eine offene Innovationskultur und F&E-Partnerschaften innerhalb der Wirtschaft maßgeblich bei.

Schließlich gilt: Innovation müssen wir alle wollen. Das kann nicht nur die Aufgabe einiger weniger sein. Angst und Zurückhaltung sind keine guten Ratgeber. Mit dem Innovationsindikator laden wir Sie ein, sich zu beteiligen. Lassen Sie uns beginnen.



Siegfried Russwurm
Präsident, BDI



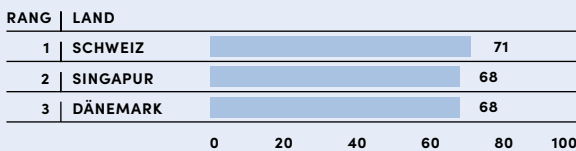
Stefan Schaible
Global Managing Partner, Roland Berger

DEUTSCHLANDS RANGPLÄTZE UND AUFGABEN

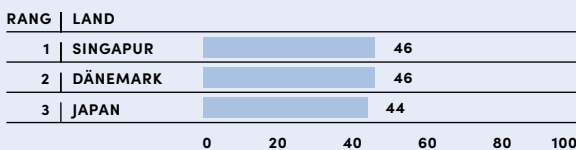
Auf einen Blick

TOP
3

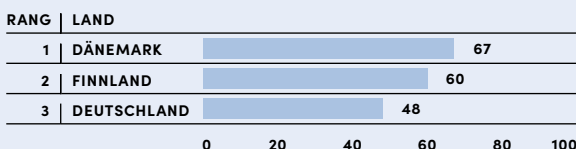
INNOVATIONSFÄHIGKEIT



SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN



NACHHALTIGKEIT



INNOVATIONSFÄHIGKEIT

43 INDEXPUNKTE

RANG

12 ↓

Deutschland muss ...

... seine Anstrengungen ausweiten, um sein Innovationssystem international offen zu halten.

... zusätzliche staatliche FuE-Mittel auf jene Bereiche fokussieren, die für die langfristige Innovationsfähigkeit von besonderer Bedeutung sind.

... erreichen, dass mehr mittelständische Unternehmen ihre Geschäftsmodelle in Richtung Innovation, neue Technologien und globale Vermarktung ausrichten.

... endlich Spitzenwissenschaft fördern und so spezifische Leuchttürme mit international vergleichbarer Exzellenz schaffen.

RANG

7 →

Deutschland muss ...

... den europäischen Schulterschluss suchen und dabei eine stärkere Führungsrolle bei Wissenschaft und Forschung beanspruchen.

... die Trennung zwischen ziviler und militärischer Forschung überdenken, um eine institutionelle Durchlässigkeit zu erzeugen, die Synergien mit dem Ziel schafft, Spillovers auch in Richtung ziviler Nutzung von Innovationen zu ermöglichen.

... KI zielgerichtet in eigenen Kontexten anwenden und eine Differenzierung der KI-Anwendung durch eigenes Wissen in domänenspezifischen Kontexten vorantreiben.

42 INDEXPUNKTE

RANG

3 →

Deutschland muss ...

... Förderprogramme für zirkuläre Geschäftsmodelle breiter fassen, um die nachhaltige Transformation der Wirtschaft zu beschleunigen.

... klare und transparente Zuständigkeiten in der Innovations- und Technologiepolitik schaffen und eine stärkere Konzentration der Ressourcen herbeiführen.

... stabile und verlässliche Rahmenbedingungen für die gesellschaftlichen Akteure schaffen, insbesondere für Innovationen zum Klima- und Umweltschutz.

48 INDEXPUNKTE

Mehr Empfehlungen finden Sie am Ende des jeweiligen Kapitels.

DEUTSCHLAND VERLIERT AN BODEN

Die wichtigsten Ergebnisse

- **Deutschlands** Position im Vergleich der Innovationsfähigkeit von 35 Volkswirtschaften ist weiter erodiert. Deutschland ist nur noch auf dem zwölften Rang und hat damit zwei Plätze gegenüber dem vorangegangenen Bericht eingebüßt. Der Indikatorwert Deutschlands ist leicht gesunken, gleichzeitig haben andere Volkswirtschaften ihr Engagement in Sachen Innovation ausgeweitet.
- Auch bei einzelnen Schlüsseltechnologien hat **Deutschland** ein wenig an Boden verloren, konnte aber den Abwärtstrend beim Index über alle Technologien stoppen und rangiert weiterhin auf dem siebten Rang. Im Nachhaltigkeitsindex erreicht Deutschland den dritten Rang. Dies entspricht der Platzierung im vorangegangenen Bericht.
- Die **Schweiz** ist im Innovationsindikator 2024 das Land mit der höchsten Innovationsfähigkeit. Wie im Vorjahresranking erreicht die Alpenrepublik einen Wert von 71 Punkten.
- **Dänemark** gehört zu den dynamischsten und innovativsten Ländern der Welt. Es hat seine Performance und auch seine Platzierung im internationalen Ranking deutlich verbessert. Dänemark ist auch bei einigen Schlüsseltechnologien Spitze. Knapp hinter Singapur belegt es beim Gesamtindex den zweiten Rang und steht bei Energietechnologien sowie bei Biotechnologie weltweit an erster Stelle.
- **Irland** stärkt kontinuierlich seine Innovationsausrichtung, unter anderem auf Basis von Niederlassungen ausländischer Technologiekonzerne, und wurde so zum Topstandort für die wirtschaftliche Verwertung von Innovationen in Europa. Das Land investiert verstärkt in die Hochschulausbildung und könnte in Zukunft durch mehr eigene Innovationskraft im Ranking weiter nach oben klettern.
- **Belgien** ist mit 48 Punkten im Vergleich zum Vorjahr um sechs Punkte und drei Rangplätze zurückgefallen. Die Innovationsfähigkeit des Landes wurde aufgrund der ausgeprägten internationalen Vernetzung stark von der Pandemie getroffen. Zuvor hatte sich Belgien eine starke Position erarbeitet, die eine eindrucksvolle Umorientierung in Richtung Forschung und Innovation widerspiegelt. Belgien hat sich zunehmend auf besonders innovationsorientierte wirtschaftliche Aktivitäten spezialisiert, was der Anteil der FuE-Ausgaben am BIP von 3,41 Prozent im Jahr 2022 belegt.
- In den **USA** fiel die Innovationsperformance seit Mitte der 2000er langsam, aber kontinuierlich. Erst in der jüngsten Zeit konnten die USA ihre Innovationsfähigkeit stabil halten, gehören aber zu den Volkswirtschaften, die von der Pandemie besonders betroffen waren.

- Die Topregionen innerhalb der **USA**, Massachusetts und Kalifornien, ordnen sich deutlich weiter oben im internationalen Vergleich ein. Das heißt, bei der Bewertung der insgesamt durchschnittlichen US-amerikanischen Position ist in Rechnung zu stellen, dass einzelne hoch-innovative Regionen existieren, die weltweite Leuchttürme darstellen. Gleichzeitig gibt es eine ganze Reihe an US-Bundesstaaten (Regionen), die deutlich unterhalb der weltweiten Spitze agieren.
- In keiner der sieben betrachteten Schlüsseltechnologien stehen die **USA** unter den Top-3-Volkswirtschaften. Zwar sind sie in vielen Bereichen absolut betrachtet führend, was sich auch in den Indikatoren und den Platzierungen niederschlägt. In der Breite und größennormiert sind die USA aber häufig nur Mittelmaß.
- Digitale Technologien, ebenso wie andere Technologiefelder, in denen die **USA** eine starke absolute Stellung haben (wie Pharma/Bio-technologie oder Luft-/Raumfahrt), bilden nur einen kleinen Ausschnitt der US-amerikanischen Volkswirtschaft. Daneben gibt es größere Technologiefelder (Chemie, Maschinenbau, Automobilbau), in denen sich die Position der USA im globalen Innovationswettbewerb verschlechtert hat.
- Den stärksten Zuwachs unter den süd- und mitteleuropäischen Ländern im Zeitraum seit 2005 weist **Polen** auf und erreicht im Jahr 2023 den 22. Platz. Polen punktete vor allem mit einer verbesserten Hochtechnologie-Handelsbilanz, einem höheren wissenschaftlichen Output sowie gestiegenen Ausgaben für wissenschaftliche Forschung und tertiäre Bildung. Im Bereich der Schlüsseltechnologien steht Polen hingegen weiterhin recht weit hinten im internationalen Ranking, trotz leichter Verbesserungen in der jüngeren Vergangenheit. Die beste Platzierung erreicht es mit dem achten Rang bei Neuen Werkstoffen.
- **China** ist die einzige große Volkswirtschaft, die eine sehr dynamische Entwicklung der Innovationsfähigkeit aufweist. Im Innovationsranking konnte China sich kontinuierlich verbessern. Insgesamt reiht sich China auf dem 25. Platz noch vor Italien oder Japan ein. Allerdings zeigt sich nach 2020 kein weiterer Zuwachs des Innovations-Indexwerts, was jedoch durch die Corona-Krise und die extremen Abschottungsmaßnahmen in China erklärlich ist.

LANGFRISTIGE PERSPEKTIVEN ERÖFFNEN

Der Innovationsindikator

Seit seiner Erstveröffentlichung im Jahr 2005 stellt der Innovationsindikator ein systematisches Messkonzept zur Erfassung der Innovationsfähigkeit von Volkswirtschaften bereit. Die Stärke des verwendeten Messkonzepts beruht dabei unter anderem auf empirisch-methodischer Expertise in Bezug auf die Konstruktion von Kompositindikatoren. Das Konzept der Nationalen Innovationssysteme (NIS) unterscheidet verschiedene Teilsysteme, deren Ausgestaltung die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft bedeutend beeinflussen, und fokussiert dabei auf seine Akteure und deren Verbindungen. In einem nationalen Innovationssystem interagieren diese Teilsysteme und determinieren so auf unterschiedliche Art und Weise die Innovationsfähigkeit der Volkswirtschaften.

DIE AUSRICHTUNG

Der NIS-Ansatz hat eine lange Tradition in der Innovationsforschung und hat sich in der Vergangenheit als fruchtbarer Ausgangspunkt für die empirische Analyse von Innovationsprozessen auf nationaler Ebene erwiesen. Dies zeigt sich auch daran, dass der Ansatz in der Forschung über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich weiterentwickelt worden ist, um den geänderten Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen, zum Beispiel neuen gesellschaftlichen Herausforderungen oder dem Aufkommen neuer Technologien. Insbesondere wurde der systemzentrierte NIS-Ansatz in zunehmendem Maße um eine Funktionsperspektive erweitert.¹ Im Zentrum dieses sogenannten funktionalen NIS-Ansatzes steht nicht mehr die Erfassung ex ante definierter Systeme (Wissenschaft, Wirtschaft, Staat, Gesellschaft, Bildung) und ihrer Akteure, sondern die Art und Weise, wie bestimmte für Innovationssysteme relevante Funktionen erfüllt werden. Aufbauend auf dem funktionalen NIS-Ansatz greift der Innovationsindikator diese Erkenntnisse der Innovationsforschung auf und überführt sie in ein operationalisiertes Messkonzept, das zentrale Herausforderungen und Funktionen, denen sich moderne Innovationssysteme gegenübersehen, abbildet. Der zunehmende Technologiewettbewerb im Zuge geopolitischer Neuordnung sowie die

zentralen Herausforderungen der Dekarbonisierung und Digitalisierung von Wirtschaft, Wissenschaft, Staat und Gesellschaft sind als Hintergrund des Innovationsindikators zu verstehen. Deshalb stellt der Innovationsindikator folgende drei Aspekte in den Vordergrund:

- **Innovationen hervorbringen**
- **Zukunftsfelder durch Schlüsseltechnologien entwickeln**
- **Nachhaltig wirtschaften**

Alle drei Funktionen werden dabei als eigenständige Zielfunktionen betrachtet und innerhalb des Konzepts im Innovationsindikator in Form eigenständiger Kompositindikatoren erfasst. Eine Verrechnung der diesen Funktionen zugeordneten Indikatoren erfolgt dabei nicht.

Der Innovationsindikator berücksichtigt, wie zukunftsfähig die Positionierung eines Landes ist. Dies gelingt erstens durch die Analyse, wie gut die einzelnen Volkswirtschaften in Bezug auf bedeutsame Schlüsseltechnologien abschneiden. Zweitens berücksichtigt der Innovationsindikator, wie nachhaltig die Wirtschaft sowie die Innovationsprozesse ausgestaltet werden. Beispielsweise kann eine Volkswirtschaft in der Gegenwart innovatorisch erfolgreich sein, aber langfristig starken Innovationshemmnissen ausgesetzt sein, wenn sie nicht ausreichend in zukünftig bedeutsame Technologien investiert, die über viele Branchen hinweg Innovationstreiber sind, oder wenn die Innovationen umwelt- und ressourcenbezogene Nachhaltigkeitsgrenzen nicht einhalten. In diesem Sinne verfolgt der methodisch-konzeptionelle Rahmen des Innovationsindikators das Ziel, eine langfristige Perspektive auf die Innovationsfähigkeit der einzelnen Volkswirtschaften zu eröffnen.

INNOVATIONSINDIKATOR

INNOVATIONEN
HERVORBRINGEN

ZUKUNFTSFELDER
DURCH SCHLÜSSEL-
TECHNOLOGIEN
ENTWICKELN

NACHHALTIG
WIRTSCHAFTEN

INNOVATION SICHERT ZUKUNFT

Mit Blick auf die Schlüsseltechnologien werden sieben technologische Bereiche abgebildet, die wir für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit für besonders relevant halten, nicht zuletzt deshalb, weil sie Voraussetzungen für technologische Entwicklungen in anderen Technologiebereichen und für eine Vielzahl an Wirtschaftszweigen sind:

- **Digitale Hardware**
- **Digitale Vernetzung**
- **Neue Produktionstechnologien**
- **Energietechnologien**
- **Neue Werkstoffe und fortschrittliche Materialien**
- **Biotechnologie**
- **Kreislaufwirtschaft**

Die Funktion „Zukunftsfelder durch Schlüsseltechnologien entwickeln“ fokussiert auf die Fähigkeit einer Volkswirtschaft, Innovationen in bestimmten, allgemein definierten Technologiebereichen eigenständig hervorzubringen und die daraus erwachsenden ökonomischen Entwicklungspotenziale zu nutzen. Diesem Ansatz liegt somit eine langfristige, technologieorientierte Wettbewerbsperspektive zugrunde.

Erweitert wird diese Wettbewerbsperspektive um die Funktion „Nachhaltig wirtschaften“, die primär auf die Einhaltung planetarer Grenzen abzielt. In dieser Funktion geht es um die Frage, ob bestehende Produktions- und Innovationsprozesse nachhaltig organisiert sind und welche wissenschaftlich-technologischen Voraussetzungen in den Ländern bestehen, um die Transformationen von Wirtschaft und Gesellschaft zu unterstützen. Beide Perspektiven – die auf Schlüsseltechnologien und die auf

Nachhaltigkeit – ergänzen sich. So ist es zum Beispiel möglich, dass eine Volkswirtschaft eine Führerschaft bei der Bereitstellung von Energietechnologien hat und daraus auch ökonomische Vorteile ziehen kann, während gleichzeitig die eigenen Produktions- und Innovationsprozesse nicht in hinreichendem Maße nachhaltig organisiert sind. In diesem Sinne stellt der Nachhaltigkeitsindikator im Innovationsindikator ein Messkonzept dafür bereit, inwieweit die Volkswirtschaften ihre Produktionsstrukturen auch innerhalb eines nachhaltigen Wirtschaftsparadigmas langfristig aufrechterhalten können.

Der Innovationsindikator verfolgt das übergeordnete Ziel zu messen, inwiefern verschiedene Länder ihre Zukunftsfähigkeit mithilfe von Innovation absichern. Dabei wird die schon in vergangenen Ausgaben des Innovationsindikators zumindest implizit gut abgebildete Funktion „Innovationen hervorbringen“ um eine dezidiert auf die Zukunft ausgerichtete Perspektive erweitert. Insbesondere wird mit der Funktion „Zukunftsfelder durch Schlüsseltechnologien entwickeln“ die zukünftige technologische Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Volkswirtschaften besser abgebildet. Zum anderen wird die Funktion „Nachhaltig wirtschaften“ explizit aufgenommen, um zu analysieren, ob und inwieweit die Innovations- und Produktionssysteme der einzelnen Volkswirtschaften planetare Grenzen einhalten und somit langfristig erfolgreich sein können.

Eine Liste der jeweiligen Indikatoren findet sich in den einzelnen Kapiteln sowie im Methodenbericht unter innovationsindikator.de/methodik

SCHWEIZ BLEIBT DIE NUMMER EINS

Volkswirtschaften und ihre Innovationskraft

Der Innovationsindikator hat zum Ziel, die Innovationsfähigkeit von 35 Ländern zu messen. Die Ausgabe 2024 des Innovationsindikators setzt die im Vorjahr überarbeitete Messmethode fort. Aufbauend auf einem systemischen Verständnis von Innovation wird erfasst, wie Innovationen generiert, eingeführt und produktiv genutzt werden. Hierfür ist das Zusammenspiel vieler Akteure – Unternehmen, Wissenschaft, Politik, Gesellschaft – und das Vorhandensein einer innovationsunterstützenden Infrastruktur sowie innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen notwendig.

Der Innovationsindikator versucht, anhand von 23 Einzelindikatoren diese Vielfalt an Einflussfaktoren abzubilden. Hierfür werden vier Funktionen zur Erzeugung von Innovationen betrachtet:

- Schaffung von neuem, für Innovationen relevantem Wissen
- Diffusion dieses Wissens
- Umsetzung von Wissen in marktfähige Innovationen
- Erzielung wirtschaftlicher Erträge aus diesen Innovationen

Bei der Auswahl der Indikatoren wird auf eine Balance geachtet zwischen Indikatoren, die die aktuelle Innovationsperformance eines Landes messen, und zukunftsgerichteten Indikatoren, die die künftige Innovationsfähigkeit abbilden. Die aktuelle Innovationsperformance beruht auf Investitionen, die in der Vergangenheit getätigt wurden, und sagt somit nicht unbedingt etwas über die Potenziale aus, die ein Land in den kommenden Jahren im Innovationswettbewerb nutzen kann. Sie ist jedoch eine bedeutende Kennzahl, denn sie gibt an, wie viel Innovationen zum gegenwärtigen Wohlstand einer Gesellschaft beitragen. Gleichzeitig generiert die aktuelle Innovationsperformance jene Erträge, die für Investitionen in die künftige

Innovationsfähigkeit benötigt werden. Für diese künftige Innovationsfähigkeit eines Landes spielen insbesondere jene Faktoren eine zentrale Rolle, die an Bedeutung für das Innovationsgeschehen gewinnen werden. Dazu zählen beispielsweise die internationale Ausrichtung des Innovationssystems, die Leistungsfähigkeit des Forschungssystems und die Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

Alle Einzelindikatoren des Innovationsindikators sind an der Größe einer Volkswirtschaft normiert (Bruttoinlandsprodukt [BIP] oder Bevölkerungszahl). Dies ermöglicht einen direkten Vergleich der Innovationsfähigkeit zwischen Ländern unterschiedlicher Größe. Allerdings ist zu beachten, dass kleine und große Volkswirtschaften unterschiedliche Möglichkeiten haben, sich auf innovative Aktivitäten zu konzentrieren (siehe Kasten „Zum Vergleich von großen und kleinen Volkswirtschaften im Innovationsindikator“).

Die Werte der Einzelindikatoren werden auf einen Wertebereich zwischen 0 und 100 normiert. Hierfür wird der Indikatorwert eines Landes in Bezug zu den Indikatorwerten einer Referenzgruppe gesetzt.² Ein Wert von 0 zeigt, dass der Indikatorwert des betrachteten Landes gleich oder niedriger ist als der niedrigste Indikatorwert in der Referenzgruppe, während ein Wert von 100 angibt, dass der Indikatorwert dem höchsten Wert in der Referenzgruppe entspricht oder darüber liegt. Werte größer 0 und kleiner 100 ergeben sich, wenn der Indikatorwert eines Landes im Wertebereich der Referenzgruppe liegt. Der Gesamtindex des Innovationsindikators entspricht dem Mittelwert der normierten Einzelindikatoren und liegt zwischen 0 und 100 Punkten.

ZENTRALE ERGEBNISSE

Die Schweiz ist im Innovationsindikator 2024 das Land mit der höchsten Innovationsfähigkeit. Wie im Vorjahresranking erreicht die Alpenrepublik einen Wert von 71 Punkten. Das zweitplatzierte Land, Singapur, liegt mit

68 Punkten weiterhin etwas zurück und konnte sich im Vergleich zum Vorjahresbericht um 3 Punkte verbessern. Dänemark als drittplatziertes Land weist mit einem Plus von 8 Punkten einen noch höheren Zuwachs auf und erreicht ebenfalls 68 Punkte. Durch die positive Entwicklung von Singapur und Dänemark sind die drei topplatzierten Länder deutlich enger zusammengerückt. Der Abstand zu den nachfolgenden Ländern hat sich deutlich erhöht.

Auf den Rängen vier bis sechs liegen Schweden, Irland und Finnland. Schweden konnte sich um 8 Punkte verbessern und rückt mit nun 58 Punkten vom sechsten auf den vierten Platz vor. Irland blieb trotz eines leichten Punktegewinns auf Rang fünf. Finnland befindet sich mit 52 Punkten (+3 Punkte gegenüber dem Vorjahr) auf dem sechsten Platz. Zurückgefallen ist dagegen Belgien. Mit 48 Punkten hat es im Vorjahresvergleich 6 Punkte eingebüßt und drei Rangplätze verloren.

Belgien führt eine Gruppe von sieben Ländern an, die jeweils mit einem Punkt Abstand auf das davor platzierte Land eine recht ähnliche Innovationsleistung aufweisen. Zu dieser Gruppe gehört neben Belgien, Australien, den Niederlanden, Österreich, Südkorea und Großbritannien auch Deutschland. Mit 43 Punkten erreicht es zwei Punkte weniger als im Vorjahresranking und fällt damit vom zehnten auf den zwölften Platz zurück.

Das weitere Mittelfeld des Innovationsrankings umfasst erstens eine Gruppe von fünf Volkswirtschaften, die mit Werten zwischen 39 und 35 Punkten recht nahe beieinander liegen. Dies sind Israel, Taiwan, Norwegen, Frankreich und die USA. Den zweiten Teil des weiteren Mittelfelds bilden elf Länder, die zwischen 34 und 25 Punkte aufweisen. Sie setzen sich zum einen aus größeren Volkswirtschaften zusammen (China, Japan, Frankreich, Italien). Zum anderen zählen kleine bis mittelgroße süd- und mitteleuropäische Länder zu dieser Gruppe (Griechenland, Spanien, Polen, Portugal, Tschechien, Ungarn).

INNOVATIONSFÄHIGKEIT: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	SCHWEIZ	71
2	SINGAPUR	68
3	DÄNEMARK	68
4	SCHWEDEN	58
5	IRLAND	55
6	FINNLAND	52
7	BELGIEN	48
8	AUSTRALIEN	47
9	NIEDERLANDE	46
10	ÖSTERREICH	45
11	SÜDKOREA	44
12	DEUTSCHLAND	43
13	GROSSBRITANNIEN	42
14	ISRAEL	39
15	TAIWAN	37
16	NORWEGEN	37
17	KANADA	36
18	USA	35
19	GRIECHENLAND	34
20	SPANIEN	32
21	FRANKREICH	31
22	POLEN	30
23	PORTUGAL	29
24	TSCHECHIEN	28
25	CHINA	28
26	ITALIEN	27
27	UNGARN	26
28	JAPAN	25
29	MEXIKO	21
30	TÜRKEI	20
31	INDIEN	17
32	BRASILIEN	17
33	SÜDAFRIKA	14
34	RUSSLAND	12
35	INDONESIEN	12

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

Japan stellt dabei das Schlusslicht des weiteren Mittelfelds dar. Dass Japan sich so weit hinten im Innovationsranking befindet, liegt in erster Linie an den Indikatoren, die die internationale Vernetzung, die wissenschaftliche Performance, die Fachkräfteentwicklung sowie die staatliche Unterstützung von FuE messen. Bei all diesen Indikatoren liegt Japan sehr deutlich zurück, sodass selbst die Spitzenwerte bei FuE-Aktivitäten, Patenten und Hochtechnologie nicht ausreichen, um das Land weiter nach vorne zu bringen.

Das hintere Feld im Innovationsindikator bilden sieben Staaten, die ökonomisch als „Schwellenländer“ bezeichnet werden können und vier der fünf BRICS-Länder (Brasilien, Russland, Indien, Südafrika) sowie die Türkei, Mexiko und Indonesien umfassen. Mit Indikatorwerten zwischen 21 und 12 Punkten erreichen sie nur Platzierungen am Ende des Rankings.

VERÄNDERUNGEN DURCH CORONA, ENERGIEKRISE, INFLATION UND UKRAINE-KRIEG

In die Ergebnisse des Innovationsindikators 2024 flossen bereits Auswirkungen der Corona-Pandemie, des Energiepreisanstiegs, der seit 2022 stark gestiegenen Inflation und des Ukraine-Kriegs ein. Dabei ist zu beach-

ten, dass die einzelnen Indikatoren sehr unterschiedlich durch diese Krisen und gesamtwirtschaftlichen Verwerfungen beeinflusst werden. Manche Indikatoren sind sehr „krisenresilient“, da sie grundlegende Strukturen eines Innovationssystems abbilden, wie zum Beispiel die Qualifikation der Erwerbstätigen oder die Beschäftigung in der Wissenschaft. Andere Indikatoren reagieren deutlich stärker auf die ungünstigeren Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation aufgrund dieser Krisen. Dazu zählen unter anderem Indikatoren zum internationalen Austausch von Wissen und Technologien, aber auch Investitionen in neue Technologien oder die Vermarktung von Innovationen.

Im Ergebnis kam es zwischen den Ausgaben 2023 und 2024 des Innovationsindikators zu einigen deutlichen Verschiebungen, die primär auf die unterschiedlichen Auswirkungen der angeführten Krisen zurückzuführen sind. Denn im Innovationsindikator 2023 konnten aufgrund der zeitlichen Verzögerung in der Bereitstellung vieler Indikatoren lediglich erste Auswirkungen der Corona-Pandemie erfasst, aber noch keine Auswirkungen des Energiepreisanstiegs, der hohen Inflation und des Ukraine-Kriegs abgebildet werden.

INDIKATOREN ZUR MESSUNG DER INNOVATIONSFÄHIGKEIT EINES LANDES

Schaffung von Wissen

- Anteil Promovierte
- Hochschulausgaben je Studierende
- FuE-Ausgaben der Wirtschaft je BIP
- FuE-Ausgaben der Wissenschaft je BIP
- Wissenschaftlich-technische Publikationen je Bevölkerung
- Zitate je wissenschaftlich-technischer Publikation
- Anteil häufig zitierter wissenschaftlich-technischer Publikationen

Diffusion von Wissen

- Relation junge zu älteren Hochschulabsolventen
- Anteil industriefinanzierte FuE-Ausgaben der Wissenschaft
- Transnationale Patentanmeldungen je Bevölkerung
- Patente aus Wissenschaft je Bevölkerung
- Co-Patente Wissenschaft-Wirtschaft je Bevölkerung
- Co-Publikationen Wissenschaft-Wirtschaft je Bevölkerung

Umsetzung von Wissen in Innovation

- Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss
- Fachkräfteangebot: Anteil offene Stellen (Indikator geht mit Gewicht -1 in den Gesamtindex ein, das heißt, ein hoher Indikatorwert zeigt eine niedrige Innovationsfähigkeit an)
- Venture-Capital je BIP
- Anteil internationale Co-Patente
- Anteil staatlich finanzierter FuE-Ausgaben der Wirtschaft
- Markenmeldungen je Bevölkerung

Nutzung von Innovationen

- Wertschöpfungsanteil Hochtechnologie
- BIP pro Kopf
- Industrielle Wertschöpfung je Arbeitsstunde
- Handelsbilanzsaldo bei Hochtechnologie-waren

Vergleicht man die Veränderung der Punktezahls zwischen den beiden Ausgaben des Innovationsindikators, so haben erstens einige der im Ranking weit zurückliegenden Länder stark zulegen können. Dies gilt für Brasilien, Indonesien, Indien, Mexiko und Südafrika. Zweitens verbesserten auch zwei Länder aus dem unteren Mittelfeld ihre Indikatorwerte deutlich (Polen, Griechenland). Drittens gelang es einigen der innovationsintensiven Volkswirtschaften, die Krisenzeit gestärkt zu durchschreiten, allen voran Dänemark, Australien und Schweden, aber auch Singapur, Taiwan und Finnland.

Die Punktezuwächse der Schwellenländer am aktuellen Rand sind in erster Linie auf einen verbesserten Handelsbilanzsaldo bei Hochtechnologien sowie eine gestiegene Zahl von internationalen Co-Patenten zurückzuführen. Außerdem hat sich die Relation zwischen Hochschulabsolventen und hoch qualifizierten älteren Beschäftigten demografiebedingt erhöht. Indien konnte außerdem den Output an viel zitierten wissenschaftlichen Publikationen steigern. Polen und Griechenland punktet vor allem mit einer verbesserten Hochtechnologie-Handelsbilanz, einem höheren wissenschaftlichen Output, gestiegenen FuE-Ausgaben der Wissenschaft und im Bereich der tertiären Bildung. Die aktuelle Dynamik in den innovationsintensiven Volkswirtschaften ist zum einen auf die Publikationsleistung der Wissenschaft und zum anderen auf bessere Ergebnisse bei der Umsetzung von Wissen (zum Beispiel VC-Investitionen, Markenmeldungen, Wirtschaft-Wissenschaft-Kooperationen) zurückzuführen. Australien konnte sich außerdem im Bereich der tertiären Bildung verbessern.

Auf der anderen Seite gibt es mehrere Länder, die sich aktuell im Innovationsindikator stark verschlechtert haben. Am stärksten gilt dies für Russland. Daneben haben aber auch einige im Grunde innovationsstarke Länder deutliche Einbußen hinnehmen müssen, darunter Frankreich, die USA, Norwegen, Belgien und Israel. Die Ursachen hierfür sind je nach Land unterschiedlich und reichen von Rückgängen bei den FuE-Ausgaben der Wirtschaft und des Hochtechnologie-Wertschöpfungsanteils (Belgien, Norwegen, Frankreich) über eine geringere Dynamik bei den FuE-Aktivitäten der Wissenschaft (USA, Frankreich) bis zu geringeren FuE-Förderaktivitäten des Staates (USA, Israel). Deutschland reiht sich mit einem Verlust von zwei Punkten ebenfalls in die Gruppe mit einer aktuell rückläufigen Innovationsleistung ein.

SEHR HOHE WERTE VOR ALLEM FÜR KLEINERE VOLKSWIRTSCHAFTEN

Die hohen Werte für kleinere Volkswirtschaften im Innovationsindikator zeigen, dass es diesen Ländern leichter fällt, einen größeren Teil der verfügbaren personellen und finanziellen Ressourcen auf die Schaffung und wirtschaftliche Verwertung neuen Wissens zu verwenden. Dies gilt ganz besonders für das führende Land, die Schweiz. Die Eidgenossenschaft beherbergt einige der leistungsfähigsten Wissenschaftseinrichtungen der Welt,



EINIGE IM GRUNDE INNOVATIONSSTARKE LÄNDER HABEN DEUTLICHE EINBUSSEN HINGENOMMEN. «

deren Output gemessen an der Wirtschaftskraft höher als in fast jedem anderen Land ist. Gleichzeitig konzentriert sich die Wirtschaft auf jene Felder, für die neue Forschungsergebnisse von besonders großer Bedeutung sind, wie zum Beispiel Pharma/Biotechnologie oder Elektronik und Automatisierung. Durch die enge Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft werden viele Innovationsmöglichkeiten generiert und produktiv genutzt. Die einzigen „Schwachpunkte“ der Schweiz im Innovationsindikator sind die recht niedrigen Wagniskapitalinvestitionen sowie die sehr geringe staatliche FuE-Förderung für Unternehmen. Beides kann aber auch den Umstand widerspiegeln, dass die forschungsintensiven Unternehmen über ausreichende interne Mittel verfügen und daher nicht auf staatliche Unterstützung oder externe Finanzierung angewiesen sind.

Singapur und Dänemark verfolgen einen sehr ähnlichen Ansatz wie die Schweiz. Hohe Investitionen in ein leistungsfähiges Wissenschaftssystem eröffnen innovativen und international hoch vernetzten Industrien hervorragende Standortbedingungen. Neben hohen Ausgaben für die Hochschulausbildung und einer exzellenten Wissenschaft stellen enge Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft einen Standortvorteil dar. In der Wirtschaft setzen beide Länder Schwerpunkte bei Pharma/Biotechnologie und den wissensintensiven Dienstleistungen.

Die starke Position von Belgien im Innovationsindikator spiegelt eine eindrucksvolle Umorientierung bei Forschung und Innovation wider, die das Land seit Mitte der 2010er-Jahre eingeschlagen hat. Im Jahr 2013 lag Belgien mit einem Indexwert von 41 Punkten noch im Mittelfeld des Innovationsindikators. Seither wurde erheblich in die Entwicklung des Innovationssystems investiert, und zwar insbesondere in Wissenschaft und Wirtschaft (und deren Vernetzung). Damit einher ging eine zunehmende Spezialisierung auf besonders innovationsorientierte wirtschaftliche Aktivitäten. Ein Indikator dafür sind die stark steigenden FuE-Ausgaben. Im Jahr 2022 beliefen sich diese auf 3,41 Prozent des BIP. Dies ist der höchste



DEUTSCHLAND VERLIERT IM INTERNATIONALEN INNOVATIONSWETTLAUF WEITER AN DYNAMIK. «

INNOVATIONSFÄHIGKEIT: GESAMTRANKING DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	2005	2010	2015	2020	2023
1	SCHWEIZ	SCHWEIZ	SCHWEIZ	SCHWEIZ	SCHWEIZ
2	SCHWEDEN	SCHWEDEN	SCHWEDEN	SINGAPUR	SINGAPUR
3	FINNLAND	DÄNEMARK	SINGAPUR	DÄNEMARK	DÄNEMARK
4	DÄNEMARK	FINNLAND	DÄNEMARK	BELGIEN	SCHWEDEN
5	USA	SINGAPUR	IRLAND	IRLAND	IRLAND
6	NORWEGEN	USA	FINNLAND	SCHWEDEN	FINNLAND
7	NIEDERLANDE	ÖSTERREICH	BELGIEN	FINNLAND	BELGIEN
8	ÖSTERREICH	IRLAND	ISRAEL	NIEDERLANDE	AUSTRALIEN
9	KANADA	DEUTSCHLAND	NIEDERLANDE	SÜDKOREA	NIEDERLANDE
10	BELGIEN	NIEDERLANDE	ÖSTERREICH	DEUTSCHLAND	ÖSTERREICH
11	DEUTSCHLAND	BELGIEN	DEUTSCHLAND	ISRAEL	SÜDKOREA
12	GROSSBRITANNIEN	NORWEGEN	USA	NORWEGEN	DEUTSCHLAND
13	IRLAND	KANADA	SÜDKOREA	ÖSTERREICH	GROSSBRITANNIEN
14	ISRAEL	ISRAEL	NORWEGEN	USA	ISRAEL
15	SINGAPUR	FRANKREICH	GROSSBRITANNIEN	GROSSBRITANNIEN	TAIWAN
16	AUSTRALIEN	SÜDKOREA	KANADA	AUSTRALIEN	NORWEGEN
17	FRANKREICH	GROSSBRITANNIEN	AUSTRALIEN	KANADA	KANADA
18	SÜDKOREA	AUSTRALIEN	FRANKREICH	FRANKREICH	USA
19	JAPAN	JAPAN	SPANIEN	TAIWAN	GRIECHENLAND
20	SPANIEN	SPANIEN	UNGARN	SPANIEN	SPANIEN
21	ITALIEN	TAIWAN	TSCHECHIEN	UNGARN	FRANKREICH
22	TAIWAN	UNGARN	TAIWAN	ITALIEN	POLEN
23	RUSSLAND	RUSSLAND	JAPAN	GRIECHENLAND	PORTUGAL
24	TSCHECHIEN	ITALIEN	PORTUGAL	CHINA	TSCHECHIEN
25	UNGARN	TSCHECHIEN	RUSSLAND	TSCHECHIEN	CHINA
26	GRIECHENLAND	PORTUGAL	GRIECHENLAND	PORTUGAL	ITALIEN
27	SÜDAFRIKA	GRIECHENLAND	ITALIEN	JAPAN	UNGARN
28	TÜRKEI	CHINA	POLEN	POLEN	JAPAN
29	PORTUGAL	POLEN	CHINA	RUSSLAND	MEXIKO
30	POLEN	SÜDAFRIKA	TÜRKEI	TÜRKEI	TÜRKEI
31	CHINA	INDONESIEN	BRASILIEN	MEXIKO	INDIEN
32	INDONESIEN	MEXIKO	MEXIKO	SÜDAFRIKA	BRASILIEN
33	MEXIKO	TÜRKEI	SÜDAFRIKA	INDIEN	SÜDAFRIKA
34	BRASILIEN	BRASILIEN	INDIEN	BRASILIEN	RUSSLAND
35	INDIEN	INDIEN	INDONESIEN	INDONESIEN	INDONESIEN

Quelle: Innovationsindikator

INNOVATIONSFÄHIGKEIT: ENTWICKLUNG KLEINER VOLKSWIRTSCHAFTEN MIT SEHR HOHEM INDEXWERT



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

Wert unter allen Ländern Europas – gleichauf mit Schweden, aber noch vor der Schweiz und Deutschland. Im Jahr 2010 lag die FuE-Quote Belgiens dagegen erst bei 2,1 Prozent. Am aktuellen Rand hat Belgien allerdings diesen Aufwärtstrend nicht fortsetzen können. 2022 sank der Indikatorwert deutlich ab und erholte sich 2023 nur leicht. Ob dies eine Trendwende oder nur ein krisenbedingter kurzfristiger Einschnitt ist, kann derzeit noch nicht abschließend gesagt werden.

Auch Irland stärkt kontinuierlich seine Innovationsausrichtung, wobei die grüne Insel einen anderen Ansatz als die vier im Innovationsindex vor ihr platzierten Länder gewählt hat. Die irische Strategie setzt stark auf die Niederlassung ausländischer Technologiekonzerne, unter anderem durch eine großzügige FuE-Förderung, ein großes (Englisch sprechendes) Fachkräfteangebot und den Zugang zum europäischen Binnenmarkt. Dadurch ist Irland – gemessen an seiner Wirtschaftskraft – zum Topstandort für die wirtschaftliche Verwertung von Innovationen in Europa geworden. Dies zeigt sich an einer sehr hohen Produktivität, einem enormen Exportüberschuss im Bereich Hochtechnologiewaren und dem nach Luxemburg zweithöchsten BIP pro Kopf in Europa. Gleichzeitig wird auch verstärkt in die Hochschulausbildung investiert, um die hohe Nachfrage nach gut ausgebildeten Fachkräften bedienen zu können.

Aber nicht alle kleinen Länder, die einen Weg der starken Innovationsorientierung eingeschlagen und sehr hohe Innovationsindexwerte erreicht haben, konnten dieses hohe Niveau auf Dauer halten. In den 2000er-Jahren zählten Schweden und Finnland zu den innovativsten Ländern

der Welt und nahmen hinter der Schweiz den zweiten und dritten Rang ein. Schweden konnte bis Mitte der 2010er-Jahre einen hohen Innovationsindexwert halten, fiel danach aber zurück. In Finnland setzte schon früher ein Abwärtstrend ein. Der wesentliche Grund für den Abwärtstrend ist in beiden Ländern die starke Konzentration des nationalen Innovationssystems auf digitale Technologien. In diesem hoch dynamischen Technologiefeld sind einmal errungene Innovationsvorsprünge schwieriger zu halten als in anderen Technologiefeldern. Kleine Länder kommen jedoch nicht umhin, ihre relativ geringen Ressourcen auf wenige Innovationsthemen zu fokussieren. Deshalb laufen sie stets Gefahr, die erreichte Innovationsposition wieder zu verlieren, etwa wenn neue Technologie- und Markttrends nicht rasch genug antizipiert werden oder wenn neue Wettbewerber mit überlegenen Innovationen oder Geschäftsmodellen auftreten. Gleichzeitig können sich aber beide Länder in der aktuell schwierigen gesamtwirtschaftlichen und weltpolitischen Situation gut behaupten. Dies spiegelt die Fähigkeit wider, sich rasch an ungünstige Rahmenbedingungen anpassen zu können.

Vergleicht man die Innovationsleistung der kleinen Volkswirtschaften mit sehr hohen Indexwerten anhand der vier im Innovationsindikator unterschiedenen Teilprozesse – Schaffung von Wissen, Diffusion von Wissen, Umsetzung in Innovationen, Nutzung von Innovationen –, dann zeichnen sich einige Gemeinsamkeiten ab. Besonders hoch ist die Innovationsleistung im Bereich der Schaffung von neuem Wissen. Dies spiegelt die Strategie wider, möglichst viele volkswirtschaftliche Ressourcen in wissensgenerierende Aktivitäten zu lenken (Wissen-

schaft, tertiäre Ausbildung, forschungsintensive Industrie, wissensintensive Dienstleistungen). Im Bereich der Diffusion von Wissen sind die Indikatorwerte in der Regel deutlich niedriger. Dies deutet darauf hin, dass ein großer Teil des in diesen Ländern entstehenden wissenschaftlichen Wissens nicht im Land verbleibt. Das ist angesichts der geringen Größe der Volkswirtschaften und der Notwendigkeit, sich auf relativ wenige wirtschaftliche Aktivitäten zu spezialisieren, auch kaum anders möglich. Denn im Wissenschaftsbereich setzen auch die kleinen Länder auf die gesamte disziplinäre Breite und decken alle Wissenschaftsfelder ab. Ebenfalls eher niedrig sind die Indikatorwerte im Bereich der Umsetzung von Wissen in Innovationen. Hier spielt unter anderem die insgesamt stärker auf kleine und mittlere Unternehmen ausgerichte-

te Wirtschaftsstruktur eine Rolle. Denn um Innovationen erfolgreich umzusetzen, ist es wichtig, sie weltweit zu vermarkten. Hier schneiden Länder, die über viele global agierende Konzerne verfügen, häufig besser ab. Eine Stärke der kleinen Volkswirtschaften mit sehr hohem Indexwert liegt – zumindest für einige der Länder – dagegen in der Nutzung von Innovationen für wirtschaftlichen Wohlstand.

Zwischen den sieben kleinen Volkswirtschaften mit sehr hohem Indexwert zeigen sich einige interessante Unterschiede. Irland schert aus dem allgemeinen Muster insofern aus, als es relativ wenig in die Schaffung von neuem Wissen investiert (abgesehen von der Ausweitung der Hochschulausbildung), dafür aber einen sehr

ZUM VERGLEICH GROSSER UND KLEINER VOLKSWIRTSCHAFTEN

IM INNOVATIONSINDIKATOR

Kleine Volkswirtschaften können aufgrund ihrer begrenzten Ressourcen selten alle Güter herstellen, die in einem Land nachgefragt werden. Vielmehr müssen sie sich auf bestimmte wirtschaftliche Aktivitäten konzentrieren, um für diese eine kritische Größe zu erreichen und ein ausdifferenziertes Ökosystem zu schaffen. Besitzen kleine Länder günstige Standortvoraussetzungen für innovative Aktivitäten – wie zum Beispiel eine leistungsfähige Wissenschaft oder eine gut ausgebildete Bevölkerung – liegt der Fokus besonders auf innovationsorientierten wirtschaftlichen Aktivitäten. Innerhalb dieser Spezialisierungsfelder werden deutlich mehr Güter produziert als im Land nachgefragt werden, was zu einer starken Exportorientierung in diesen Feldern führt. Gleichzeitig werden viele andere benötigte Güter importiert.

Große Volkswirtschaften weisen demgegenüber meist ein sehr breites Spektrum wirtschaftlicher Aktivitäten auf, weil das Produktionspotenzial ansonsten die globale Nachfrage übersteigt. Wollte die USA zum Beispiel einen Großteil ihrer wirtschaftlichen Ressourcen auf die Produktion von Spitzentechnikgütern wie Halbleitern oder Pharmazeutika konzentrieren, ergäbe dies eine Produktionsmenge weit über dem globalen Bedarf. Gleichzeitig ist die Nachfrage nach Basisgütern – von Nahrungsmitteln bis hin zu persönlichen Dienstleistungen – in großen Volkswirtschaften so hoch, dass ein überwiegender

Import dieser Basisgüter unrealistisch ist. Deshalb weisen große Volkswirtschaften eine ausgeglichene Wirtschaftsstruktur in Bezug auf sehr innovative und weniger innovative Aktivitäten auf als kleine Volkswirtschaften.

Im Ergebnis können in kleinen Volkswirtschaften die innovationsorientierten Aktivitäten einen wesentlich höheren Anteil an allen Aktivitäten ausmachen als in großen. Wenn man Indikatoren zur Messung der Innovationsleistung also an der Größe der untersuchten Volkswirtschaften normiert, schneiden kleine Länder oft deutlich besser ab als große – obwohl der absolute Innovationsbeitrag der kleinen Länder weit hinter den großen Volkswirtschaften zurückbleibt. In großen Volkswirtschaften konzentriert sich dagegen das Innovationsgeschehen oft stark auf bestimmte Teilräume mit besonders günstigen Voraussetzungen. Würden diese Teilräume gesondert betrachtet, würden sie oft eine deutlich höhere Innovationsfähigkeit als viele der innovationsstarken kleinen Volkswirtschaften aufweisen. Kombiniert mit anderen Teilräumen, die auf nichtinnovative Aktivitäten spezialisiert sind, ergibt sich im Mittel jedoch eine merklich geringere Maßzahl der Innovationsfähigkeit (siehe auch die Sonderauswertungen zu Kalifornien, Massachusetts, Baden-Württemberg und Sachsen).



DIE STÄRKE DEUTSCHLANDS LIEGT IN EINER RELATIV GUTEN PERFORMANCE IN ALLEN VIER TEILPROZESSEN DER ENTSTEHUNG UND NUTZUNG VON INNOVATIONEN. «

hohen Wert bei der wirtschaftlichen Nutzung von Innovationen erreicht. Schweden fällt dagegen durch einen sehr niedrigen Wert bei der Diffusion von Wissen auf, während hier die Schweiz besonders stark ist. Singapur setzt sich innerhalb dieser Gruppe durch eine relativ gute Performance bei der Umsetzung von Wissen in Innovationen ab.

DEUTSCHLAND ZWEITER UNTER DEN GROSSEN VOLKSWIRTSCHAFTEN

Deutschland erreicht im Innovationsindikator 2024 den zwölften Platz und liegt damit unter den großen industrialisierten Volkswirtschaften hinter Südkorea an zweiter Stelle. Der Indexwert von Deutschland ist seit vielen Jahren weitgehend konstant und bewegt sich um etwa 45 Punkte, was ein insgesamt sehr stabiles Innovationssystem anzeigt. Allerdings kam es im Jahr 2022 zu einem Rückgang des Indikatorwerts auf 42 Punkte, dem 2023 ein leichter Anstieg auf 43 Punkte folgte. Die Stärke Deutschlands liegt dabei in einer relativ guten Performance in allen vier Teilprozessen der Entstehung und Nutzung von Innovationen, das heißt in einem ausbalancierten System. Den niedrigsten Wert zeigt Deutschland im Teilprozess der Umsetzung von Wissen in Innovationen. Hierfür sind unter anderem die ungünstige Fachkräftesituation, die niedrigen VC-Investitionen und eine im internationalen Vergleich geringe staatliche Unterstützung von FuE-Aktivitäten der Unternehmen verantwortlich.

Den höchsten Wert erreicht Deutschland im Teilprozess der Wissensgenerierung. Hierin spiegeln sich insbesondere die Anstrengungen der vergangenen zwei Jahrzehnte zur Erhöhung der FuE-Quote wider. Mit dem im Jahr 2017 erreichten Ziel, 3,0 Prozent des BIP in FuE zu investieren, und der Ausrufung einer neuen Zielmarke von 3,5 Prozent für das Jahr 2025 lag und liegt ein wesentlicher Fokus der deutschen Innovationspolitik auf diesem Teilprozess. Mit der Einführung der steuerlichen FuE-Förderung (Forschungszulage) im Jahr 2020, die ab dem Wirtschaftsjahr 2022 erste Wirkungen entfaltet hat, wurde ein weiterer wichtiger Impuls zur Erhöhung der FuE-Ausgaben gesetzt.

Gleichzeitig hat die Innovationspolitik die Defizite in anderen Teilprozessen erkannt, insbesondere was die Diffusion und Umsetzung von neuen Forschungsergebnissen betrifft. Mit der 2023 neu im Aufbau befindlichen Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI) sowie mit der bereits 2019 eingerichteten Bundesagentur für Sprunginnovation (SPRIN-D) existieren zwei neue Förderansätze, um den Wissens- und Technologietransfer in Deutschland sowie die Umsetzung von Ideen in wirtschaftlich erfolgreiche Innovationen zu stärken. Allerdings ist in Deutschland insgesamt in vielen Bereichen weiterhin ein Investitionsstau zu konstatieren. Die Investitionen in den Wissens- und den Kapitalstock waren und sind zu niedrig. Zwar sind die FuE-Aufwendungen in Relation zum BIP gestiegen und die genannten neuen Förderansätze versprechen neue Möglichkeiten. Gleichzeitig hat die öffentliche Hand – allen voran der Bund – in den vergangenen Jahren sein finanzielles Engagement real reduziert und die ehemals verabredete Aufteilung von zwei Dritteln privaten zu einem Drittel öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung damit in Teilen untergraben. Was dies für die FuE-Quote in Deutschland insgesamt bedeutet, wird die Zukunft zeigen. In jedem Fall ist eine Reduktion der Investitionen in den Wissensstock in Zeiten, in denen immer mehr Länder in den Innovationswettbewerb einsteigen, die falsche Reaktion.

Auch Infrastrukturinvestitionen bleiben in hohem Maße notwendig. Nicht nur Schienen, Straßen und Brücken, sondern auch Kommunikations-, Energie- oder Ladeinfrastrukturen müssen erneuert oder gänzlich neu aufgebaut werden. Insbesondere in Phasen der Transformation, wie sie die aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen erforderlich machen, entstehen massive Investitionsbedarfe. Diese sollte man nicht aufschieben, wenn man diese Transformationen ernsthaft angehen will.

Deutschland ist nicht die einzige große Volkswirtschaft, die eine relativ stabile Entwicklung der Innovationsperformance aufweist. Auch die USA, Japan und Frankreich zeichnen sich durch eher geringe Veränderungen ihrer Innovationsfähigkeit über die Zeit aus. Dies liegt zum einen daran, dass große Volkswirtschaften eine viel größere

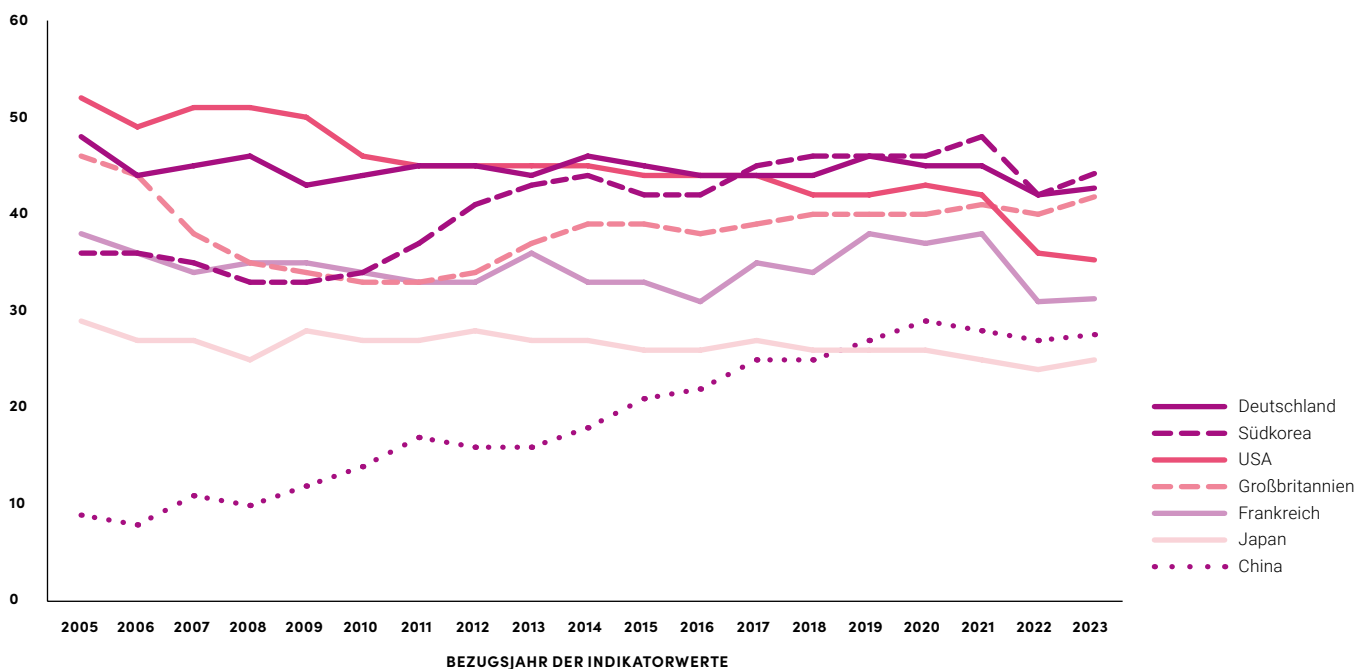
Zahl von Technologien und Innovationsthemen besetzen, sodass abrupte Veränderungen in einem Technologiebereich keinen starken Einfluss auf das Gesamtranking haben. Zum anderen müssen in großen Volkswirtschaften auch erheblich umfangreichere finanzielle und personelle Ressourcen verschoben werden, um die Innovationsleistung merklich zu verändern. Vor diesem Hintergrund ist die hohe Innovationsdynamik in Südkorea zwischen 2010 und 2015 bemerkenswert. In diesem Zeitraum hat das Land von seiner Strategie profitiert, sich stark in Richtung digitale Technologien und digitale Wirtschaft zu orientieren. Seit 2017 ist Südkorea die innovativste der großen Volkswirtschaften im Innovationsindikator. Nach einem deutlichen Einbruch im Jahr 2022 konnte das ostasiatische Land 2023 bereits wieder einen Anstieg verzeichnen. Südkorea punktet – so wie Deutschland – mit einem insgesamt ausgewogenen Innovationssystem. Ähnlich wie für Deutschland liegen die größeren Stärken im Bereich der Schaffung und Diffusion von Wissen, während die Umsetzung von Wissen in Innovationen auch in Südkorea der Teilprozess mit dem niedrigsten Indikatorwert ist.

Anders stellt sich die Dynamik der Innovationsfähigkeit für Großbritannien dar. Ausgehend von einem ähnlich hohen Innovationsindexwert wie Deutschland Mitte der 2000er-Jahre hat das Land vor allem seit der Finanzkrise 2007/08 deutlich an Innovationsfähigkeit verloren. Seit 2012 findet ein langsamer, aber stetiger Aufholprozess statt. Anders als in Deutschland und Südkorea liegt die Stärke Großbritanniens ganz klar im Bereich der Schaffung von Wissen und hier wiederum im sehr leistungsfähigen Wissenschaftssystem. Eher schwach ist dagegen

die Innovationsfähigkeit im Bereich der Diffusion von Wissen und der wirtschaftlichen Nutzung von Innovationen. Auch für Frankreich lässt sich seit Ende der 2010er-Jahre ein steigender Trend beobachten. Hierfür sind unter anderem die hohen Investitionen des Staates in die Förderung von FuE in der Wirtschaft in Form steuerlicher Förderung verantwortlich. Schwachpunkte liegen dagegen in der Schaffung von neuem Wissen sowie in der wirtschaftlichen Nutzung von Innovationen. 2022 kam es aber zu einem sehr starken Rückgang des Indikatorwerts.

In den USA fiel der Innovationsindexwert von Mitte der 2000er-Jahre bis Ende der 2010er-Jahre langsam, aber kontinuierlich. Erst in der jüngsten Zeit konnten die USA ihre Innovationsfähigkeit stabil halten. Diese Entwicklung passt auf den ersten Blick nicht mit der großen Dominanz der USA in der digitalen Ökonomie zusammen, wo US-amerikanische Unternehmen sowohl viele digitale Plattformen als auch die Technologieentwicklung im Bereich Mikroelektronik und Endgeräte wesentlich bestimmen. Allerdings ist zu bedenken, dass digitale Technologien, ebenso wie andere Technologiefelder, in denen die USA eine starke Stellung haben (wie Pharma/Biotechnologie oder Luft-/Raumfahrt), nur einen kleinen Ausschnitt der US-amerikanischen Volkswirtschaft darstellen. Gleichzeitig gibt es größere Technologiefelder, in denen sich die Position der USA im globalen Innovationswettbewerb tendenziell verschlechtert hat. Dazu zählen unter anderem die Chemie, der Maschinenbau und – trotz Tesla – der Automobilbau. Schließlich führt die gute Entwicklung des US-amerikanischen Binnenmarkts zu einem relativ starken Wachstum der Nachfrage nach Standardprodukten und einfachen Dienstleistungen. Dadurch reicht eine sehr

INNOVATIONSFÄHIGKEIT: ENTWICKLUNG GROSSER VOLKSWIRTSCHAFTEN



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

hohe und sich positiv entwickelnde Innovationsfähigkeit in einzelnen Themenfeldern nicht aus, um die Volkswirtschaft als Ganzes auf ein deutlich höheres Innovationsniveau zu heben.

China ist die einzige große Volkswirtschaft, die eine sehr dynamische Entwicklung der Innovationsfähigkeit aufweist. Im Innovationsranking konnte China sich kontinuierlich verbessern und damit von den anderen Schwellenländern deutlich absetzen. Der zunächst sehr große Abstand zu den führenden großen Volkswirtschaften hat sich seit 2005 mehr als halbiert. Allerdings zeigt sich nach 2020 kein weiterer Zuwachs des Innovationsindexwerts, was jedoch durch die Corona-Krise und die extremen Abschottungsmaßnahmen in China erklärlich ist. Die Stärken Chinas liegen eindeutig auf der Inputseite des Innovationsprozesses, das heißt, es wird viel in das System investiert und entsprechend kommt ein durchaus hoher Innovationsoutput dabei heraus, allerdings bei vergleichsweise niedriger Produktivität. Dies zeigt jedoch auch, dass China in dieser Hinsicht noch viel Potenzial hat und daher auch in Zukunft weitere Fortschritte im Innovationssystem und damit auch eine bessere Position im internationalen Ranking erzielen kann. Im Teilprozess der Schaffung von Wissen erreicht China einen Indexwert von 45 und damit nur elf beziehungsweise zwölf Punkte weniger als Deutschland und die USA. Dahinter stehen stark steigende FuE-Ausgaben, die im Jahr 2022 bei knapp 2,5 Prozent des BIP liegen und damit deutlich über dem Niveau der EU (2,1 Prozent). Ebenfalls recht hoch ist der Indexwert im Bereich der Diffusion von Wissen (34 Punkte, das heißt gleichauf mit Großbritannien), wofür unter anderem intensive FuE-Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft verantwortlich sind.

Eine Sonderrolle nimmt Japan ein. Das Land liegt über den gesamten Betrachtungszeitraum deutlich hinter den übrigen großen Volkswirtschaften, ohne dass es zu einer merklichen Verbesserung oder Verschlechterung des Indexwerts kommt. Dies steht auf den ersten Blick im Widerspruch zu der starken Innovationsposition der japanischen Unternehmen in vielen Märkten und Technologiefeldern. Allerdings fußt diese Position auf Strukturen und Investitionen, die vor längerer Zeit entstanden sind beziehungsweise getätigt wurden. Hinzu kommt, dass die Entwicklung der Wettbewerbssituation mit China die angestammten Technologiebereiche Japans wie Mikroelektronik oder Konsumelektronik besonders herausfordert. Japan fällt es zusehends schwer, seine starke Position der 1980er- und 1990er-Jahre zu halten (siehe auch das folgende Kapitel zu Schlüsseltechnologien). Bei den zukunftsorientierten Indikatoren wie zum Beispiel der Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems, dem Fachkräfteangebot, der internationalen Ausrichtung des Innovationssystems, dem Wissensaustausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft oder den Wagniskapitalinvestitionen steht Japan schlecht da. Die Gefahr, die aus einem zu langen Beharren auf etablierten Strukturen resultiert, ist Japan durchaus bewusst. Allerdings hat das Land bislang keinen Ausweg aus dem Dilemma gefun-

den, in neue Technologiefelder zu investieren, ohne die Grundlagen des aktuell noch sehr hohen Wohlstands zu untergraben. Die geringe wirtschaftliche Dynamik in den vergangenen drei Jahrzehnten, der zunehmende Fachkräftemangel, aber auch stark hierarchische Entscheidungsmechanismen sowie eine gewisse Abschottungstendenz der japanischen Gesellschaft stellen und stellen schwierige Voraussetzungen für einen grundlegenden Wandel des japanischen Innovationssystems dar. Der Innovationsindikator zeigt, dass dieser Wandel weiterhin nicht in Gang gesetzt werden konnte.

OBERES MITTELFELD MIT TREND ZUR ANGLEICHUNG

Im oberen Mittelfeld des Innovationsindikators finden sich mehrere kleine und mittelgroße Volkswirtschaften, deren Innovationsfähigkeit auf einem sehr ähnlichen Niveau liegt. Betrachtet man die mittelfristige Entwicklung des Innovationsindikators für diese Ländergruppe, so fällt auf, dass sich die Innovationsfähigkeit im Zeitverlauf innerhalb dieser Gruppe merklich angeglichen hat. Dies liegt daran, dass die Gruppe zum einen Volkswirtschaften mit ansteigenden Trends umfasst, nämlich die Niederlande, Taiwan und Australien. Zum anderen zählt zu dieser Gruppe auch ein Land, dessen Innovationsleistung – von einem relativ hohen Niveau ausgehend – tendenziell rückläufig ist, nämlich Kanada. Schließlich befinden sich mit Norwegen, Österreich und Israel drei Länder im oberen Mittelfeld des Innovationsindikators, bei denen sich die Indexwerte in den vergangenen eineinhalb Jahrzehnten insgesamt nur wenig verändert haben.

Allen sieben Ländern in dieser Gruppe ist gemein, dass die Schaffung von neuem Wissen der Teilprozess mit dem höchsten Indexwert ist. Insofern ist das Innovationssystem dieser Länder nicht sehr ausgeglichen. Denn ein Indikator für einen guten Transfer ist, wenn sowohl bei



CHINA IST DIE EINZIGE GROSSE VOLKSWIRTSCHAFT, DIE EINE SEHR DYNAMISCHE ENTWICKLUNG AUFWEIST. «

der Schaffung als auch bei der Diffusion und der Umsetzung von Wissen mittlere bis hohe Werte erzielt werden. Besonders stark auf die Wissensgenerierung setzen Finnland, Australien, Österreich und Norwegen. Eher schwach ist in allen sieben Ländern die Performance im Bereich der Diffusion von Wissen. Bei der Umsetzung von Wissen in Innovationen zeigen sich größere Unterschiede. Kanada, Israel und Finnland erreichen hier höhere Indexwerte, während Australien und Taiwan stark abfallen. Bei der wirtschaftlichen Nutzung von Innovationen zeichnen sich Israel und Norwegen durch relativ hohe Werte aus.

Im Fall von Kanada zeigt sich eine große Ambivalenz. Kanada hat eine Reihe von technologischen Schwerpunkten, bei denen es gerade in der Wissensproduktion und durchaus auch in der Umsetzung stark ist. Dazu gehört in Teilen die Materialforschung allgemein (beispielsweise Nanotechnologien) ebenso wie die Batterie- und Brennstoffzellenforschung oder einzelne Bereiche von Energietechnologien. Gleichzeitig schafft es Kanada jedoch nicht, in der Breite aus dem Mittelfeld der Innovationsländer herauszutreten.

Die Grenze zu den USA als weltweit größtem nationalen Markt für Hochtechnologien ist für Kanada Fluch und Segen zugleich. Durch die geografische und kulturelle Nähe zu den USA sind Ausrichtung auf und Zugang zum US-amerikanischen Markt gegeben. Allerdings gibt es auch eine Abwanderungstendenz von Technologiekompetenzen – in Form von qualifizierten Beschäftigten, geistigem Eigentum und auch Unternehmen – aus Kanada in die USA, die eine Konstanz des Innovationssystems erschweren. Bekannte Beispiele sind RIM (Blackberry) oder Nortel; in der jüngeren Vergangenheit ist eine Reihe von Unternehmen in der Frühphase ihrer Entwicklung in die USA abgewandert oder von US-amerikanischen Konzernen aufgekauft worden. Insgesamt ist die Innovationsperformance Kanadas zwar stabil, allerdings bei Veränderungen innerhalb des Systems. Es bleibt interessant, die weiteren Entwicklungen zu beobachten. Zuletzt waren die Anteile der FuE-Ausgaben am BIP (FuE-Quote) leicht rückläufig von einem Niveau aus, das mit ca. 1,7 Prozent bereits deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts von 2,7 Prozent lag. Eine Stärke bei der Umsetzung von Innovationen, wie sie Kanada hat, nutzt wenig, wenn es kein Wissen und keine Ideen zur Umsetzung gibt.

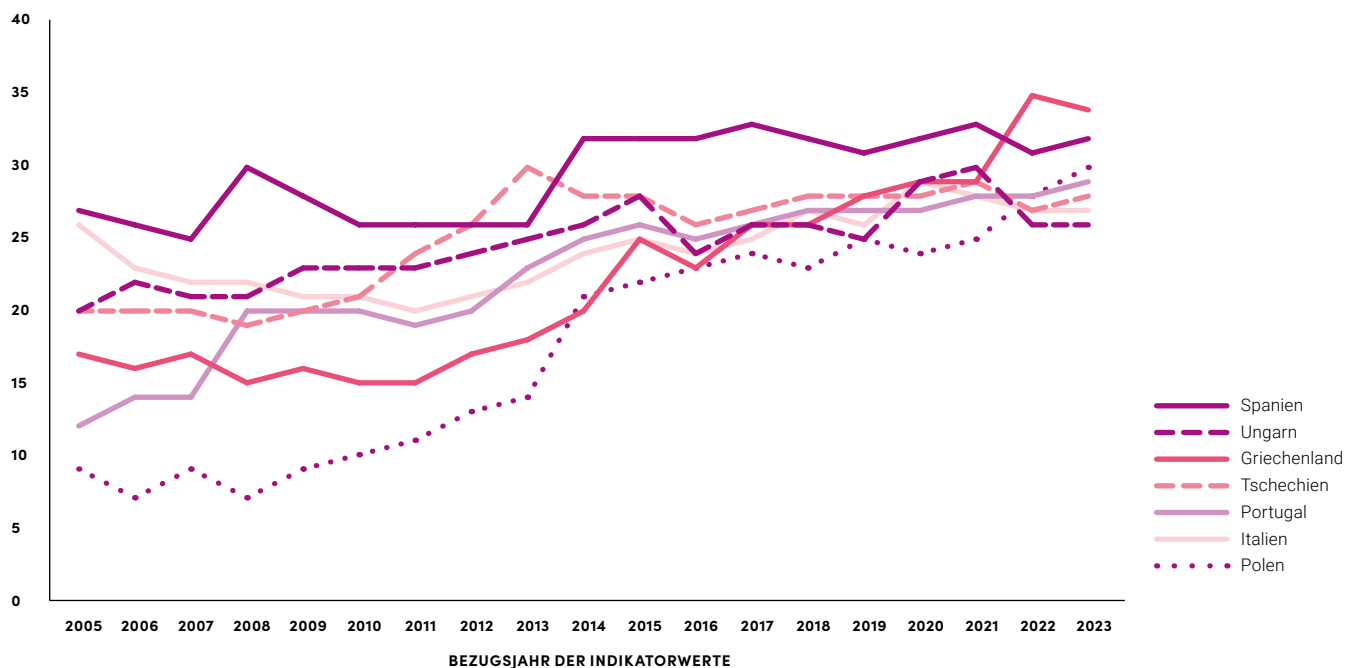
Kanada bietet sich – wie die unterschiedlichen Stärken in den Teilkomponenten des Innovationsindikators zeigen – als Partner für Deutschland in Wissenschaft und Technologie, aber auch als Standort für deutsche Unternehmen in Nordamerika an. Nicht nur das Handelsabkommen (Comprehensive Economic and Trade Agreement, CETA) oder die institutionalisierte wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit (WTZ) zwischen Deutschland und Kanada sind Belege dieser Partnerschaften. Hierfür sind sowohl eine weiterhin bestehende größere kulturelle Nähe zu Europa als auch gemeinsame thematische Interessen und Kompetenzen förderlich.

SÜD- UND MITTELEUROPÄISCHE LÄNDER HOLEN AUF

Der Innovationsindikator bildet die Innovationsfähigkeit von sieben süd- und mitteleuropäischen Ländern ab. Für alle Länder zeigt sich ein deutlicher Aufholprozess und gleichzeitig eine Angleichung der Innovationsfähigkeit. Den stärksten Zuwachs im Zeitraum seit 2005 weist Polen auf, gefolgt von Portugal und Griechenland. Diese Länder konnten ihre Indexwerte von 15 Punkten und weniger in der zweiten Hälfte der 2000er-Jahre mehr als verdoppeln. Interessant ist, dass Griechenland und Polen im Jahr 2022 einen deutlichen Sprung nach oben machen konnten. Offenbar gelang es, nach dem Ende der Coronapandemie Wachstumsimpulse für das Innovationssystem zu setzen und gleichzeitig negative Rückwirkungen der Energiekrise und des Ukraine-Kriegs zu vermeiden. Weniger stark angestiegen ist die Innovationsfähigkeit von Tschechien, Ungarn und Spanien, die allerdings vor diesen Krisen von einem höheren Niveau gestartet waren. Italien weist über den gesamten Zeitraum betrachtet den niedrigsten Zuwachs auf. Allerdings konnte Italien den Abwärtstrend, der sich bis Anfang der 2010er-Jahre zeigte, stoppen und in eine positive Dynamik umkehren. Von 2011 bis 2020 hat sich der Indexwert Italiens um neun Punkte auf 29 Punkte verbessert und ging seither nur leicht zurück.

Die süd- und mitteleuropäischen Länder weisen im Vergleich zu den im Innovationsindikator weiter vorne liegenden Ländern eine deutlich andere Schwerpunktsetzung ihrer Innovationsfähigkeit auf. In den meisten Ländern liegt die Stärke im Bereich der Umsetzung von Wissen in Innovationen. Dabei dürfte es sich oft nicht nur um im Land selbst generiertes Wissen handeln, da die Performance bei der Schaffung von neuem Wissen deutlich schlechter und bei der Diffusion von Wissen in der Regel sehr gering ist. Für dieses Ergebnis könnten Investitionen aus dem Ausland – insbesondere im Bereich der Hochtechnologiesektoren – eine größere Rolle spielen. Diese sorgen für einen hohen Innovationsgrad im Bereich der Produktion und nutzen hierfür Wissen, das oft in anderen Ländern entstanden ist. Die Vernetzung dieses Teils der lokalen Wirtschaft mit den einheimischen Wissensproduzenten ist meist gering, was die niedrigen Werte bei der Diffusion von Wissen erklären kann. Die starke Umsetzungsperformance führt allerdings nicht zu entsprechend hohen wirtschaftlichen Erträgen aus Innovationen. Dies liegt primär daran, dass die über ausländische Investitionen entstandenen Hochtechnologieaktivitäten nur einen kleinen Teil der gesamten Volkswirtschaft repräsentieren. Zum anderen dürfte auch nur ein Teil der Innovationserträge im Land bleiben. Der Aufholprozess in dieser Ländergruppe zeigt aber auch, dass eine Weiterentwicklung in Richtung Innovationsfähigkeit auf Basis einer eigenständigen Wissensproduktion möglich ist. Vor allem die südeuropäischen Länder und Tschechien sind auf diesem Weg bereits weiter vorgeschritten, wie die relativ hohen Werte im Teilprozess Schaffung von Wissen belegen.

INNOVATIONSFÄHIGKEIT: ENTWICKLUNG DER SÜD- UND MITTELEUROPÄISCHEN VOLKSWIRTSCHAFTEN



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

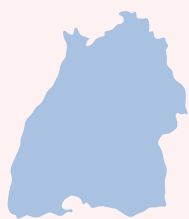
AKTUELL DEUTLICHER AUFWÄRTSTREND BEI SCHWELLENLÄNDERN

Am Ende des Rankings im Innovationsindikator liegen sieben Länder, die allesamt als Schwellenländer charakterisiert werden können, das heißt, in denen es einige global vernetzte und innovationsorientierte Aktivitäten gibt, der größere Teil der Volkswirtschaft sich aber noch im Prozess einer Ausrichtung auf wirtschaftliche Aktivitäten mit hohem Wertschöpfungspotenzial befindet. Diese sieben Länder wiesen lange Zeit keine einheitliche Entwicklung auf und zeigten auch keinen klaren Trend zu einer steigenden Innovationsfähigkeit. Ab etwa 2018 hat sich dies aber geändert. Seither konnten fast alle der erfassten Schwellenländer ihren Indexwert deutlich erhöhen und nähern sich der Gruppe der süd- und mitteleuropäischen Länder an. Am weitesten vorangeschritten ist dieser Prozess in der Türkei und in Mexiko. Mexiko konnte sich vor allem am aktuellen Rand sehr deutlich verbessern, nachdem zuvor einige Jahre mit wenig Fortschritten zu beobachten waren. Indien, Südafrika, Brasilien und Indonesien weisen im Jahr 2022 zum Teil sehr deutliche Zuwächse auf, allerdings von einem extrem niedrigen Ausgangsniveau. Bei allen sechs Ländern liegt der Schwerpunkt der Innovationsfähigkeit im Bereich der Umsetzung von Innovationen. Hierfür dürften neben Investitionen aus dem Ausland auch die Anstrengungen zum Aufbau eigenständiger Technologiesektoren eine Rolle spielen. In Brasilien, der Türkei und Mexiko konnte die Innovationsfähigkeit auch im Bereich der Wissensdiffusion verbessert werden, das heißt bei der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Südafrika

ist innerhalb dieser Gruppe das Land, das am stärksten auf die Erweiterung der eigenen Wissensbasis setzt, und erreicht mit 26 Punkten einen vergleichsweise hohen Wert im Teilprozess der Schaffung neuen Wissens.

Ein Sonderfall in dieser Gruppe ist Russland. Das Land startete unter allen Schwellenländern, die im Innovationsindikator abgebildet sind, vom höchsten Niveau aus. Es konnte sich jedoch während des gesamten Betrachtungszeitraums nicht verbessern. Seit der ersten Hälfte der 2010er-Jahre ist die Innovationsfähigkeit tendenziell zurückgegangen. Im Jahr 2022 ging mit dem Angriffskrieg gegen die Ukraine der Indikatorwert stark zurück. Russland fiel hinter fast alle anderen Länder zurück und liegt seither gleichauf mit dem Schlusslicht im Innovationsindikator, Indonesien. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Auswirkungen, die von der Umstellung der russischen Wirtschaft auf eine Kriegswirtschaft, dem Abzug von ausländischen Investitionen sowie dem fehlenden Zugang zu westlichem Know-how auf die Innovationsfähigkeit Russlands ausgehen, in dieser Ausgabe des Innovationsindikators nur sehr unvollständig abgebildet sind.

INNOVATIONSFÄHIGKEIT VON REGIONEN



Baden-Württemberg



Sachsen



Kalifornien



Massachusetts

Die Größe einer Volkswirtschaft hat großen Einfluss auf ihre wissenschaftliche und technologische Spezialisierung sowie auf die Innovationsorientierung. Kleinere Länder müssen sich letzten Endes spezialisieren, um Ressourcen und Kompetenzen zielgerichtet bündeln und damit effizient einsetzen zu können. Größere Länder haben hingegen die Möglichkeit, ein breites Profil zu pflegen und damit in vielen Bereichen eine kritische Masse zu erreichen. Umgekehrt ist es aber so, dass größere Einheiten auch heterogener sind, das heißt, bestimmte Aktivitäten sind in aller Regel regional konzentriert. Zwar ist Deutschland als Ganzes auf Automobil- oder Maschinenbau spezialisiert und nimmt eine international starke Rolle ein, diese ist aber nicht in allen Bundesländern oder Regionen im Land gleich hoch. Die Stärken in einzelnen Feldern sind häufig durch regionale Hochburgen – oft in Form von Clustern – begründet. Dies gilt dann aber auch in der umgekehrten Betrachtung, dass beispielsweise ein Land wie die USA zwar einige Hotspots beziehungsweise Leuchttürme vorweisen kann, die international bekannt sind und auch einen großen Einfluss auf die gesamte Wirtschafts- und Innovationsleistung der USA haben. Es bestehen aber eben nicht überall solche Hochburgen, sondern es gibt auch zahlreiche Regionen, die sich weitab der internationalen Spitze in Sachen Wissenschaft, Forschung und Innovation befinden. Um die Einordnung dieser Leuchttürme exemplarisch zu untersuchen, wurden jeweils zwei innovationsstarke Regionen aus Deutschland und den USA ausgewählt – Baden-Württemberg und Sachsen sowie Kalifornien und Massachusetts. Für diese Regionen wurden die Einzelindikatoren aus dem Bereich Innovationsfähigkeit erhoben und zu einem Kompositindex verdichtet, der anschließend in das Ranking der 35 im Innovationsindikator untersuchten Volkswirtschaften eingeordnet wurde.

REGIONEN BESSER ALS LÄNDER

Baden-Württemberg und die beiden US-amerikanischen Staaten reihen sich jeweils oberhalb des jeweiligen nationalen Rangplatzes bei der Innovationsfähigkeit ein, Sachsen einen Platz hinter dem bundesdeutschen Wert. Wäre Baden-Württemberg eine eigene Volkswirtschaft, dann wäre sie weltweit auf Platz 4 hinter Dänemark und vor Schweden einzuordnen. Bis in die 2010er-Jahre hinein war das südwestliche Bundesland sogar auf dem dritten Platz

angesiedelt – lediglich die Schweiz und Massachusetts lagen davor. Die Indexwerte für Baden-Württemberg waren in den 2010er-Jahren leicht rückläufig, erst in den Pandemiejahren 2021 bis 2023 konnte der Trend umgekehrt werden.

Baden-Württemberg ist besonders erfolgreich bei geistigen Eigentumsrechten (Patente, Marken), bei den FuE-Aufwendungen der Unternehmen – sowohl internen als auch externen Aufwendungen – und bei der Humankapitalausstattung, wenngleich sich der Fachkräftemangel in den offenen Stellen und den akademisch ausgebildeten Beschäftigten niederschlägt. Dieser Bereich ist es denn auch, der für den rückläufigen Trend des Bundeslandes im internationalen Vergleichsrating wesentlich verantwortlich ist. Eine ungünstige demografische Situation, da eine Vielzahl an hoch qualifizierten Beschäftigten in den nächsten Jahren in den Ruhestand gehen wird, sowie sinkende Indexwerte trotz leicht steigender Anteile tertiär ausgebildeter Beschäftigter stellen Herausforderungen dar, um sowohl beim BIP pro Kopf als auch bei der Wertschöpfung das erreichte Niveau zu halten. Dies belegen unsere hier betrachteten Indikatoren durchaus eindrücklich.

Sachsen, als zweites deutsches Bundesland in der Untersuchung, hat eine positive Entwicklung genommen und konnte seinen Indexwert in den 2010er-Jahren schrittweise steigern. Es musste erst in den Jahren 2021 bis 2023 leichte Rückgänge hinnehmen. Sachsen liegt im aktuellen Ranking der 35 Volkswirtschaften und vier Regionen auf dem 16. Platz. Sachsen hat, dies belegen unsere Zahlen, ein sehr wettbewerbsfähiges Wissenschaftssystem, das auf Basis eines ausgeprägten öffentlichen Engagements in Sachen FuE viele und durchaus oft zitierte Veröffentlichungen, viele Patentanmeldungen aus der öffentlichen Forschung und beachtliche Transferleistungen hervorbringt. Der Unternehmenssektor gehört in der Breite hingegen nicht zur Weltspitze. Er kann zwar auf Indexwerte im mittleren Bereich bei den FuE-Ausgaben verweisen und auf Spitzenwerte beim Anteil der Wertschöpfung in der Hochtechnologie. Bei Patenten, Marken und auch der Produktivität liegen die Werte hingegen in der unteren Hälfte.

Die beiden Regionen in den USA stehen jeweils deutlich über dem nationalen Wert und belegen damit einerseits die große regionale Heterogenität innerhalb der USA und

andererseits auch die Stärken der beiden untersuchten Bundesstaaten, die häufig das Bild der USA im Ausland prägen. Massachusetts, das die Region Boston mit der Universität Harvard, der Boston University und dem MIT ebenso wie eine ganze Reihe von technologieorientierten Unternehmen beherbergt, liegt im weltweiten Vergleich, inklusive der vier betrachteten Regionen, auf dem siebten Platz. In unserer Untersuchung war Massachusetts bis zum Jahr 2017 auf dem zweiten Rang direkt hinter der Schweiz, hat dann aber kurz vor und während der Pandemie deutlich an Indexpunkten verloren und rangiert daher im Jahr 2023 hinter Baden-Württemberg, Schweden und Irland. Massachusetts kann dabei auf ein in allen Teilbereichen äußerst wettbewerbsfähiges Innovationssystem aufbauen, wengleich bei der Humankapitalausstattung des Unternehmenssektors deutliche Herausforderungen erkennbar sind. Bei akademisch Beschäftigten und der demografischen Entwicklung rangieren die Indexwerte am unteren Ende. Sämtliche Indikatoren zu wissenschaftlichen Publikationen und der staatlichen FuE-Förderung in öffentlichen Forschungseinrichtungen liegen im weltweiten Vergleich an der Spitze. Daneben ist auch die Anzahl der Patentanmeldungen pro Kopf sehr hoch. Beim BIP pro Kopf und der Wertschöpfung in der Hochtechnologie liegen die Werte ebenfalls im vorderen Bereich.

PATENTSTARKE UNIVERSITÄTEN

Kalifornien, das mit 39 Millionen Einwohnern bevölkerungsreicher als ganz Skandinavien ist, beheimatet den in absoluten Zahlen patentstärksten Universitätsverbund der USA – die University of California –, unter anderem mit den Mitgliedern Berkeley und UCLA. Daneben finden sich hier die ausgründungsintensivste Forschungsorganisation weltweit, das California Institute of Technology (CalTech), die Universität Stanford und natürlich das Silicon Valley mit der mittlerweile geografisch weit darüber hinausreichenden Software- und Plattformindustrie. Während die USA in diesem erweiterten Ranking den 22. Platz einnehmen, findet sich Kalifornien deutlich weiter vorne auf dem 13. Rang. Allerdings ging es für den Westküstenstaat insbesondere während der 2010er-Jahre bisweilen abwärts: vom vierten Rang im Jahr 2006, knapp hinter Massachusetts und Baden-Württemberg, über den siebten Rang im Jahr 2015 auf den elften Rang in 2020. Im Jahr 2023 blieb es dann beim 13. Platz. Die Indexwerte hatten sich in den knapp zwei Dekaden der Beobachtungsperiode von etwas über 60 auf ca. 55 und zuletzt auf 45 verringert.

Die Stärken liegen weiterhin – wengleich mit leicht sinkenden Indexwerten – bei der Qualität des wissenschaftlichen Outputs, den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft, den Patentanmeldungen und der Wertschöpfung in der Hochtechnologie. Die wesentlichen Gründe für den Rückgang der Indexwerte und ein Abfallen im Ranking finden sich beim BIP pro Kopf, der Wertschöpfung im verarbeitenden Gewerbe und den Co-Publikationen von Wissenschaft und Wirtschaft.

INNOVATIONSFÄHIGKEIT: RANKING DER REGIONEN IM VERGLEICH MIT DEN VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	SCHWEIZ	71
2	SINGAPUR	68
3	DÄNEMARK	68
4	BADEN-WÜRTTEMBERG	59
5	SCHWEDEN	58
6	IRLAND	55
7	MASSACHUSETTS	55
8	FINNLAND	52
9	BELGIEN	48
10	AUSTRALIEN	47
11	NIEDERLANDE	46
12	ÖSTERREICH	45
13	KALIFORNIEN	45
14	SÜDKOREA	44
15	DEUTSCHLAND	43
16	SACHSEN	42
17	GROSSBRITANNIEN	42
18	ISRAEL	39
19	TAIWAN	37
20	NORWEGEN	37
21	KANADA	36
22	USA	35
23	GRIECHENLAND	34
24	SPANIEN	32
25	FRANKREICH	31
26	POLEN	30
27	PORTUGAL	29
28	TSCHECHIEN	28
29	KANADA	28
30	ITALIEN	27
31	UNGARN	26
32	JAPAN	25
33	MEXIKO	21
34	TÜRKEI	20
35	INDIEN	17
36	BRASILIEN	17
37	SÜDAFRIKA	14
38	RUSSLAND	12
39	INDONESIEN	12

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

EMPFEHLUNGEN

INTERNATIONALISIERUNG UNTER VERÄNDERTEN RAHMENBEDINGUNGEN

Die internationale Zusammenarbeit bei Forschung und Innovation ist ein wesentlicher Bestimmungsfaktor der Innovationsfähigkeit von Volkswirtschaften. Der Rückgriff auf das global vorhandene Wissen und die Verwertung dieses Wissens in möglichst vielen Regionen ist eine Voraussetzung, damit Forschung und Innovation in Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit umgesetzt werden können. Mit der Zunahme an internationalen Konflikten und einer stärker auf nationalstaatliche Abgrenzung ausgerichteten Wirtschafts- und Technologiepolitik in verschiedenen Ländern haben sich die Rahmenbedingungen für international offene Innovationsstrategien verschlechtert. Hierauf muss die deutsche Innovationspolitik in zweifacher Weise reagieren: Erstens müssen die Anstrengungen ausgeweitet werden, das deutsche Innovationssystem international offen zu halten und die internationale Vernetzung zu erhalten, zum Beispiel durch die Förderung internationaler Kooperationen. Dafür ist es immer auch notwendig, die Verlässlichkeit der Partnerschaften mitzuberücksichtigen. Zweitens muss sichergestellt werden, dass man in allen kritischen Bereichen der Volkswirtschaft eine eigenständige Technologie-souveränität in Deutschland erhält bzw., wenn notwendig, entwickelt.

SCHWERPUNKTSETZUNG BEI FuE-FINANZIERUNG

Angesichts eines enger gewordenen Spielraums bei der staatlichen FuE-Finanzierung ist es wichtig, die zusätzlichen Mittel, die zum Erreichen des 3,5-Prozent-Ziels bereitgestellt werden, auf jene Bereiche zu fokussieren, die für die langfristige Innovationsfähigkeit Deutschlands und die anstehenden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen von besonders großer Bedeutung sind. In der Wissenschaft bedeutet dies, den Mittelaufwuchs auf innovations- und transformationsrelevante Themen und Aktivitäten zu konzentrieren. In der Wirtschaft sollte neben der für mittelständische Unternehmen wichtigen „Breitenförderung“ (Forschungszulage) der Fokus auf die großen Transformationsthemen Energie, Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Sicherheit und Gesundheit gelegt werden.

FINANZIERUNG INNOVATIVER START-UPS

Für die Dynamik im Innovationssystem sind wachstumsorientierte Start-ups wichtig. Gerade in neu entstehenden Technologiefeldern, wie zum Beispiel der Künstlichen Intelligenz, gehen von ihnen viele Innovationsimpulse aus. Mit der Start-up-Strategie aus dem Jahr 2022 hat die Bundesregierung wichtige und richtige Schritte für Start-ups unternommen, die aufgrund der schwierigen gesamtwirtschaftlichen Situation jedoch erst zum Teil gegriffen haben. Hier ist eine konsequente und langfristige Fortsetzung, gerade in Bezug auf die Bereitstellung von Wagniskapital für die Wachstumsphase, notwendig. Gleichzeitig müssen die bestehenden EU-rechtlichen Hemmnisse bei der Einbeziehung von VC-finanzierten Start-ups in die Forschungsförderung sofort beseitigt werden. Aufgrund ihrer Kapitalstruktur gelten VC-finanzierte Start-ups aus Sicht der EU häufig als überschuldet und werden daher von Förderungen ausgeschlossen.

KMU-SEKTOR AUF HÖHERES INNOVATIONSNIVEAU HEBEN

Die Innovationskraft Deutschlands beruht in hohem Maße auf großen, global tätigen Konzernen. Der KMU-Sektor leistet in Summe nur einen relativ kleinen Beitrag zu Forschung und Innovation. Um die Innovationstätigkeit breiter aufzustellen, ist es notwendig, dass mehr mittelständische Unternehmen ihre Geschäftsmodelle in Richtung Innovation, neue Technologien und globale Vermarktung ausrichten – und damit der Nachwuchs für das deutsche Erfolgsmodell der „Hidden Champions“ sichergestellt wird. Voraussetzung hierfür sind in der Regel eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit und eine klare Internationalisierungsstrategie. Im FuE-Bereich wurde mit der steuerlichen FuE-Förderung (Forschungszulage) ein wichtiges neues Instrument geschaffen, das zunehmend genutzt wird, um mehr KMU zu kontinuierlichen und höheren FuE-Anstrengungen zu führen. Neben der finanziellen Förderung braucht es aber auch innovationsfreundliche Rahmenbedingungen in allen Technologiefeldern und Märkten. Die zwei wichtigsten Themen sind aktuell die Sicherstellung eines ausreichenden Fachkräfteangebots und der Abbau von Bürokratie, die durch ein an vielen Stellen unnötig dichtes und detailliertes Regelwerk erzeugt wird. Diese sind gleichzeitig wichtige Ansatzpunkte, um die Internationalisierung von KMU voranzutreiben. Darüber hinaus gilt es, KMU bei der Bearbeitung (neuer) Auslandsmärkte unter den schwierigeren welt- und handelspolitischen Bedingungen zu unterstützen, zum Beispiel durch umfangreichere Exportkreditgarantien.

QUALITÄTS- STATT QUANTITÄTS- STRATEGIE IN DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT

Das deutsche Wissenschaftssystem gehört in seiner Gänze nicht mehr zu den besten der Welt, sondern ist oberes Mittelmaß. Länder wie Singapur, Dänemark, Belgien, die Schweiz, die USA und auch Großbritannien haben wesentlich leistungsfähigere Wissenschaftssysteme, die auf Basis der einschlägigen wissenschaftlichen Indikatoren (Publikationen, Zitierungen, Wissenschaftspreise, Hochschulrankings etc.) besser bewertet sind. Außerdem zeigen verschiedene Untersuchungen, dass nicht der Durchschnitt des Systems, sondern die Spitzengruppe die Innovationsleistung einer Volkswirtschaft maßgeblich mitbestimmt, denn die radikalen und außergewöhnlichen Innovationen stammen eben meist nicht aus der breiten Masse, sondern entstehen aus wissenschaftlicher Exzellenz.

In Deutschland muss weiterhin in Wissenschaft und (öffentliche) Forschung investiert werden, um die Basis für die zukünftige Innovationsfähigkeit zu schaffen. Das BMBF sollte mehr Mittel erhalten, um die Pakete fortführen zu können und gleichzeitig in spezifischen Themen echte Schwerpunkte zu setzen, die kritische Masse und internationale Wettbewerbsfähigkeit zum Ziel haben.

Besonders wichtig ist es, Spitzenwissenschaft zu fördern und so spezifische Leuchttürme mit international vergleichbarer Exzellenz zu schaffen. Die Exzellenzinitiative ist hierzu viel zu kleinteilig angelegt und wird daher ihrem Namen nicht gerecht. Es gilt, ein Programm aufzulegen und entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, damit einzelne Einrichtungen wirklich zur Weltspitze aufschließen können. Dies bedeutet eine Abkehr vom Gleichheitsgrundsatz in der deutschen Wissenschaftslandschaft und ein gezieltes Herausheben einzelner Einrichtungen aus der Masse. Dabei müssen gute Forschungs- und Lehrbedingungen aber in der Breite der Forschungslandschaft erhalten werden, das heißt, es müssen mehr Ressourcen im System verfügbar werden. Nur so kann sich Deutschland langfristig eine wettbewerbsfähige Wissensbasis sichern.

SINGAPUR ÜBERNIMMT DIE SPITZE

Zukunftstechnologien prägen Wettbewerbsfähigkeit

Nicht alle Technologien und Technologiefelder sind gleich forschungsintensiv und nicht alle bestimmen in gleicher Weise die gegenwärtige und zukünftige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Volkswirtschaften. Innerhalb der Gruppe der forschungsintensiven Technologien gibt es solche, von denen man begründet annehmen kann, dass sie eine große Bedeutung sowohl für den wirtschaftlichen Erfolg als auch für die technologische Souveränität eines Landes haben. Dies gilt vor allem für solche Technologien, die in vielen Anwendungsgebieten eingesetzt werden können (general purpose technologies) beziehungsweise die bei der Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen (Nachhaltigkeit, Gesundheit, Kommunikation, Energie, Mobilität, etc.) entscheidende Beiträge erwarten lassen.

Solche Schlüsseltechnologien weisen meist eine besonders hohe Dynamik auf und tragen maßgeblich zur globalen Verschiebung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit bei. Bisweilen verfolgen einzelne Länder auch explizite Strategien, die auf der Entwicklung und Dynamik bestimmter Schlüsseltechnologien aufsetzen. Dieses sogenannte Leapfrogging beschreibt das gezielte Überspringen einer Technologiestufe, um bei der nächsten Stufe dann an der Spitze zu sein. So zielten die wissenschafts- und innovationspolitischen Strategien Chinas seit Beginn der 2010er-Jahre im Bereich Automobilbau darauf ab, kein Aufholen bei Verbrennungsfahrzeugen zu versuchen, sondern sich direkt auf die Elektromobilität zu konzentrieren und dort dann auch alle wichtigen Teile der Wertschöpfungskette – von Materialien und Fahrzeugen über Batterien und Leistungselektronik bis hin zu Ladeinfrastrukturen – systemisch und systematisch zu denken. In Deutschland gehören unter anderem moderne Produktions- und Logistiksysteme unter der Bezeichnung Industrie 4.0 oder auch Technologien für erneuerbare Energien zu den besonders bedeutsamen Schlüsseltechnologien.

Im Innovationsindikator 2024 werden die wissenschaftlich-technologische Leistungsfähigkeit und die Wettbewerbsfähigkeit der 34 betrachteten Volkswirtschaften³

in sieben ausgewählten Schlüsseltechnologien vergleichend untersucht. Diese sieben Schlüsseltechnologien sind:

- Digitale Hardware (mikro- und nanoelektronische Bauteile, unter anderem Computerchips, und andere integrierte Schaltungen)
- Digitale Vernetzung und softwarebasierte Anwendungen (Entwicklung zukunftsfähiger digitaler Kommunikationsnetzwerke, zum Beispiel Halbleiter und Halbleiterlaser, Quantentechnologien, Künstliche Intelligenz oder Cloud-Computing)
- Neue Produktionstechnologien (moderne Maschinen, Anlagen beziehungsweise deren Komponenten und Produktionsverfahren, zum Beispiel Sensoren, Messvorrichtungen, Steuerungen, Automatisierung)
- Energietechnologien (erneuerbare Energien, Wasserstoff, Energiespeicher, Energieeffizienz)
- Neue Materialien (Leichtbau, Ersatz von Rohstoffen, Materialtechnologie ([zum Beispiel Verbundwerkstoffe], Beschichtungen oder Kunststoffe, Nanomaterialien und deren Herstellungsprozesse)
- Biotechnologie (Enzyme, Peptide, Proteine oder Mikroorganismen und darauf aufbauende Prozesse sowie Bearbeitungs- und Messverfahren)
- Kreislaufwirtschaft (Recyclingtechnologien zur Rückführung von Materialien in den Stoffkreislauf)

Die sieben Schlüsseltechnologien werden jeweils einzeln analysiert, dargestellt und diskutiert. Zusätzlich werden alle sieben Bereiche in einem Kompositindex zusammengefasst, der die Funktion „Zukunftsfelder durch Schlüsseltechnologien entwickeln“ in Innovationssystemen abbildet.

INDIKATOREN ZUR MESSUNG DER SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN

Für alle sieben Schlüsseltechnologien werden die folgenden Indikatoren erhoben und sowohl zu einem Index je Schlüsseltechnologie als auch zu einem Gesamtindex für alle sieben Schlüsseltechnologien zusammengeführt.

- Anteil der wissenschaftlichen Publikationen im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien an allen nationalen Publikationen
- Anteil der wissenschaftlichen Publikationen im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien an den weltweiten Publikationen im Bereich der Schlüsseltechnologien
- Anteil der transnationalen Patentanmeldungen im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien an allen transnationalen Patentanmeldungen eines Landes
- Anteil der transnationalen Patentanmeldungen im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien an allen (weltweit) transnationalen Patentanmeldungen im Bereich der Schlüsseltechnologien
- Handelsbilanzsaldo im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien in Relation zur Bevölkerung eines Landes
- Handelsbilanzsaldo im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien in Relation zu den weltweiten Exporten im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien
- Markenmeldungen am Europäischen Amt für geistige Eigentumsrechte (European Intellectual Property Office, EUIPO) im Bereich der einzelnen Schlüsseltechnologien
- Für die Frühphase eingesetztes Venture-Capital (alle VC-Investitionen, inklusive Series C und D) in den einzelnen Schlüsseltechnologien in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (nur für den integrierten Indikator verwendet, nicht für die Berechnung der Kennzahlen in den einzelnen Schlüsseltechnologien)
- Anteil computerimplementierter Erfindungen (Softwarepatente) an allen Erfindungen im Bereich der jeweiligen Schlüsseltechnologie



FINNLAND ZÄHLT ZU DEN VERLIERERN DER PANDEMIE IM BEREICH DER SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN. «

SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN: GESAMTRANKING DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	2007	2010	2015	2020	2023
1	SCHWEIZ	SCHWEIZ	SCHWEIZ	FINNLAND	SINGAPUR
2	JAPAN	JAPAN	FINNLAND	JAPAN	DÄNEMARK
3	USA	FINNLAND	JAPAN	SCHWEIZ	JAPAN
4	DEUTSCHLAND	DEUTSCHLAND	DEUTSCHLAND	SINGAPUR	SCHWEIZ
5	SINGAPUR	USA	USA	DÄNEMARK	CHINA
6	SCHWEDEN	SINGAPUR	SINGAPUR	CHINA	FINNLAND
7	DÄNEMARK	SCHWEDEN	SCHWEDEN	DEUTSCHLAND	DEUTSCHLAND
8	FINNLAND	DÄNEMARK	DÄNEMARK	SCHWEDEN	SÜDKOREA
9	NIEDERLANDE	NIEDERLANDE	SÜDKOREA	SÜDKOREA	SCHWEDEN
10	IRLAND	IRLAND	IRLAND	USA	USA
11	ÖSTERREICH	ÖSTERREICH	NIEDERLANDE	IRLAND	ÖSTERREICH
12	GROSSBRITANNIEN	GROSSBRITANNIEN	CHINA	NIEDERLANDE	NIEDERLANDE
13	ISRAEL	BELGIEN	ÖSTERREICH	GROSSBRITANNIEN	ITALIEN
14	BELGIEN	CHINA	GROSSBRITANNIEN	ÖSTERREICH	IRLAND
15	FRANKREICH	SÜDKOREA	BELGIEN	ITALIEN	GROSSBRITANNIEN
16	KANADA	FRANKREICH	SPANIEN	BELGIEN	GRIECHENLAND
17	CHINA	NORWEGEN	FRANKREICH	ISRAEL	INDIEN
18	NORWEGEN	ISRAEL	PORTUGAL	SPANIEN	NORWEGEN
19	ITALIEN	PORTUGAL	ISRAEL	NORWEGEN	PORTUGAL
20	SPANIEN	KANADA	KANADA	FRANKREICH	TSCHECHIEN
21	SÜDKOREA	SPANIEN	NORWEGEN	AUSTRALIEN	SPANIEN
22	AUSTRALIEN	AUSTRALIEN	ITALIEN	INDIEN	BELGIEN
23	INDIEN	TSCHECHIEN	UNGARN	TSCHECHIEN	FRANKREICH
24	GRIECHENLAND	ITALIEN	AUSTRALIEN	KANADA	AUSTRALIEN
25	BRASILIEN	GRIECHENLAND	INDIEN	PORTUGAL	UNGARN
26	TSCHECHIEN	BRASILIEN	TSCHECHIEN	POLEN	POLEN
27	POLEN	INDIEN	MEXIKO	UNGARN	KANADA
28	RUSSLAND	RUSSLAND	POLEN	GRIECHENLAND	ISRAEL
29	PORTUGAL	POLEN	BRASILIEN	SÜDAFRIKA	INDONESIEN
30	SÜDAFRIKA	SÜDAFRIKA	RUSSLAND	RUSSLAND	RUSSLAND
31	UNGARN	MEXIKO	SÜDAFRIKA	INDONESIEN	SÜDAFRIKA
32	TÜRKEI	UNGARN	TÜRKEI	BRASILIEN	MEXIKO
33	MEXIKO	TÜRKEI	GRIECHENLAND	MEXIKO	BRASILIEN
34	INDONESIEN	INDONESIEN	INDONESIEN	TÜRKEI	TÜRKEI

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Innovationsindikator 2024

GESAMTRANKING

Das aktuelle Gesamtranking der hier betrachteten Volkswirtschaften über alle Schlüsseltechnologien hinweg wird angeführt von Singapur (46 Punkte) knapp vor Dänemark (46) sowie Japan, Schweiz, China und Finnland mit jeweils 44 Punkten. Deutschland reiht sich mit 42 Punkten knapp dahinter auf Rang sieben ein. Es schließen sich fünf weitere Volkswirtschaften (Südkorea, Schweden, USA, Österreich und die Niederlande) mit 40 bis 33 Punkten an, die noch Anschluss zur Verfolgergruppe haben, während ein sehr breites Mittelfeld mit Italien beginnt, das mit 29 Punkten bereits eine gewisse Lücke aufweist. Die dann folgende Gruppe von Ländern erreicht Indexwerte, die nur etwa halb so hoch sind wie die des führenden Singapurs (46), unter anderem Kanada (23) und Israel (22). Am unteren Ende dieser Verteilung rangieren Russland (17), Südafrika (17), Mexiko (17), Brasilien (16) und schließlich die Türkei (14).

HOHE DYNAMIK

In den vergangenen 15 Jahren hat sich das Ranking der Länder bei Schlüsseltechnologien zum Teil merklich verändert. Dies gilt insbesondere für die Pandemiejahre und die Entwicklung am aktuellen Rand. Deutschland gehört allerdings zu den Ländern, die sowohl hinsichtlich der Platzierung als auch des Indexwertes unverändert abschneiden.

Zu den Verlierern der Pandemie im Bereich der Schlüsseltechnologien zählt Finnland, das aufgrund von Verschlechterungen in einzelnen Feldern bei Publikationen, Marken und softwarebasierten Patenten (computerimplementierte Erfindungen) Indexwerte und auch Platzierungen eingebüßt hat. Es ist vom ersten Platz im Jahr 2020 auf den sechsten Platz im Jahr 2023 im Gesamtranking der Schlüsseltechnologien zurückgefallen. Singapur konnte sich hingegen vom vierten auf den ersten Platz vorarbeiten, in erster Linie durch bessere Werte in fast allen Technologiefeldern sowohl bei Patenten, Markenmeldungen und im Außenhandel. Spitzenwerte im Bereich wissenschaftlicher Publikationen kann Singapur in allen Schlüsseltechnologiefeldern mit Ausnahme der Kreislaufwirtschaft vorweisen.

Die USA waren gegenüber ihrer sehr guten Positionierung in den 2000er- und 2010er-Jahren bereits im Jahr 2020 auf den zehnten Platz zurückgefallen. Im Jahr 2023 konnten sie diese Position behaupten. Die Indexwerte der USA sind zuletzt im Durchschnitt über alle Felder um drei Punkte zurückgegangen, was jedoch keine Auswirkungen auf die Platzierung hatte. Lediglich bei computerimplementierten Erfindungen haben sich andere Länder dynamischer entwickelt, was jedoch durch Zugewinne beim Außenhandel in den Bereichen digitale Hardware, Biotechnologie und Kreislaufwirtschaft ein wenig kompensiert werden konnte. An dieser Stelle ist hervorzuheben, dass die USA in keiner der sieben betrachteten Schlüsseltechnologien unter den ersten drei platzierten Volkswirtschaften zu finden sind. Zwar sind die USA in vielen

Bereichen absolut betrachtet führend, was sich auch in den Indikatoren und den Platzierungen niederschlägt. Sie schneiden auch in den meisten der hier betrachteten Technologien in der oberen Hälfte der Verteilung ab, sind aber in keiner Technologie an der Spitze.

Österreich konnte sich um drei Rangplätze verbessern, während Irland drei Plätze eingebüßt hat, was jeweils auf entsprechende Änderungen auch bei den Indexwerten zurückzuführen ist. Österreich hat bei wissenschaftlichen Publikationen pro Kopf, beim Außenhandel und bei Markenmeldungen leicht, beim Risikokapital in den Digital-Technologien sowie bei Energietechnologien deutlich zugelegt. Einbußen lassen sich im Bereich Patente in Relation zur Zahl der Bevölkerung in einigen Technologiebereichen feststellen.

SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN INSGESAMT: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	SINGAPUR	46
2	DÄNEMARK	46
3	JAPAN	44
4	SCHWEIZ	43
5	CHINA	43
6	FINNLAND	43
7	DEUTSCHLAND	42
8	SÜDKOREA	40
9	SCHWEDEN	38
10	USA	36
11	ÖSTERREICH	34
12	NIEDERLANDE	33
13	ITALIEN	29
14	IRLAND	29
15	GROSSBRITANNIEN	28
16	GRIECHENLAND	27
17	INDIEN	27
18	NORWEGEN	26
19	PORTUGAL	26
20	TSCHECHIEN	25
21	SPANIEN	25
22	BELGIEN	25
23	FRANKREICH	24
24	AUSTRALIEN	24
25	UNGARN	23
26	POLEN	23
27	KANADA	23
28	ISRAEL	22
29	INDONESIEN	20
30	RUSSLAND	17
31	SÜDAFRIKA	17
32	MEXIKO	17
33	BRASILIEN	16
34	TÜRKEI	14

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.
Quelle: Innovationsindikator 2024



DIE USA SIND IN KEINER DER SIEBEN BETRACHTETEN SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN UNTER DEN DREI ERSTEN VOLKSWIRTSCHAFTEN ZU FINDEN. «

DIGITALE HARDWARE: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	JAPAN	57
2	SINGAPUR	52
3	CHINA	50
4	FINNLAND	44
5	SCHWEIZ	43
6	SÜDKOREA	41
7	DEUTSCHLAND	40
8	NORWEGEN	37
9	SCHWEDEN	35
10	ÖSTERREICH	35
11	ITALIEN	35
12	DÄNEMARK	34
13	GROSSBRITANNIEN	32
14	USA	32
15	GRIECHENLAND	31
16	IRLAND	31
17	FRANKREICH	30
18	SÜDAFRIKA	29
19	INDIEN	29
20	BELGIEN	28
21	NIEDERLANDE	27
22	TSCHECHIEN	27
23	KANADA	27
24	INDONESIEN	25
25	POLEN	25
26	TÜRKEI	25
27	PORTUGAL	24
28	ISRAEL	22
29	AUSTRALIEN	22
30	RUSSLAND	20
31	SPANIEN	19
32	BRASILIEN	16
33	MEXIKO	15
34	UNGARN	11

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Innovationsindikator 2024

Irland erreicht beim Außenhandel in den meisten Feldern und bei computerimplementierten Erfindungen niedrigere Indexwerte und hat insbesondere bei Risikokapitalinvestitionen sehr deutlich verloren.

Belgien schneidet 2023 mit dem 22. Rang deutlich schlechter ab als noch 2020 (Rang 16). Gründe hierfür sind jedoch weniger in einer Verschlechterung der eigenen Performance zu suchen als in der Verbesserung einer Reihe von Volkswirtschaften, die auf einem ähnlichen Indexniveau agieren. Dazu gehören Tschechien (Rang 20) oder auch Indien (Rang 17). Tschechien hat beispielsweise beim Risikokapital in digitalen Schlüsseltechnologien zugelegt, ebenso wie bei wissenschaftlichen Publikationen in allen Technologiebereichen. Indien kann beim Außenhandel in zahlreichen Schlüsseltechnologien zulegen, ebenso wie bei den Anteilen an den weltweiten Publikationen.

Am unteren Ende der Verteilung gibt es nur geringfügige Änderungen sowohl hinsichtlich der Platzierungen als auch der Indexwerte. Erwähnenswert ist die leichte Zunahme der Indexwerte in Mexiko um vier Punkte, die jedoch lediglich zu einer Verbesserung um einen Rangplatz führen. Da auch beim Innovationsindex eine Verbesserung festgestellt werden konnte, bleibt es interessant zu beobachten, ob diese Entwicklung anhält und das mittelamerikanische Land nun den seit Längerem gehegten Erwartungen eines Aufschließens zu den sich dynamisch entwickelnden Schwellenländern gerecht werden kann.

DIGITALE HARDWARE

Unter digitaler Hardware werden mikro- und nanoelektronische Bauteile, allen voran Computerchips, aber auch andere integrierte Schaltungen zusammengefasst. Sie

bilden die Basis in zahlreichen Anwendungen von der Konsumelektronik über Fahrzeuge und Maschinen bis hin zur Medizintechnik.

Das Ranking im Bereich digitaler Hardware wird mit deutlichem Vorsprung von Japan mit einem Indexwert von 57 Punkten angeführt – und das bereits seit Beginn des Analysezeitraums im Jahr 2007. Japan ist dabei weniger stark bei wissenschaftlichen Publikationen aufgestellt, kann aber insbesondere bei Patenten und beim Außenhandel punkten. Singapur (52 Punkte) hatte zu Beginn des aktuellen Jahrzehnts aufgeschlossen und belegt nunmehr den zweiten Platz. Ähnliches gilt für China (50 Punkte) auf dem dritten Platz. Singapur ist bei digitaler Hardware besonders stark bei wissenschaftlichen Publikationen, bei Patenten und auch beim Handel. China kann alleine durch seine Größe bei Publikationen und Patenten punkten, ist aber auch beim Außenhandel mit digitaler Hardware sehr gut aufgestellt. Finnland (44 Punkte) hat sich im Jahr 2023 auf den vierten Platz vorgeschoben und auch die Schweiz (43 Punkte) hält Anschluss an die Spitze. Südkorea (41 Punkte) hatte in den Pandemiejahren im Bereich Digitaler Hardware Indexpunkte eingebüßt und ist vom vierten auf den sechsten Rang abgerutscht. Leichte Rückgänge zeigen sich in nahezu allen Indexwerten, was wiederum auf tatsächliche Rückgänge der absoluten Daten zurückzuführen ist und nicht etwa nur auf einen relativen Rückgang durch Verbesserungen anderer Volkswirtschaften. Insgesamt ist die (süd-)ostasiatische Dominanz in diesem Bereich unübersehbar. Länder wie Finnland und die Schweiz, aber auch Deutschland (40 Punkte, Rang sieben), Norwegen (37 Punkte) und Schweden sowie auch Österreich und Italien mit jeweils 35 Punkten und Dänemark mit 34 Punkten halten zumindest Anschluss an das Verfolgerfeld, wenngleich zur Spitzengruppe ein größerer Abstand festzustellen ist. Deutschland kann sich gegenüber dem Jahr 2020 bei fast allen Indikatoren leicht verbessern, fällt aber dennoch einen Rangplatz zurück.

Die Mitte des Feldes wird angeführt von Großbritannien (32 Punkte, Rang 13), gefolgt von den USA (32), Griechenland (31), Irland (31), Frankreich (30) sowie den beiden Entwicklungsländern Südafrika und Indien mit jeweils 29 Punkten auf den Rängen 18 und 19. Südafrika hat damit seinen steigenden Trend auch während der Pandemie fortsetzen können. Indien hat sich bereits seit Längerem auf diesem Niveau befunden.

DIGITALE VERNETZUNG

Der Bereich digitale Vernetzung fasst Technologien zusammen, die für die Entwicklung zukunftsfähiger digitaler Kommunikationsnetzwerke von Bedeutung sind. Dies sind in erster Linie Halbleiter und Halbleiterser, aber auch hoch leistungsfähige Computer bis hin zu Quantenrechnern. Hinzu kommen softwarebasierte Anwendungsbereiche wie Künstliche Intelligenz oder Cloud-Computing.

Das Ranking bei digitaler Vernetzung wird, wie bereits seit Mitte der 2010er-Jahre, von Singapur (54 Punkte) angeführt. Das südostasiatische Land liegt bei den einwohnerbezogenen Indices der wissenschaftlichen Publikationen, der Patente und auch beim Außenhandel an der Spitze. Die Schweiz hat sich im Jahr 2023 an die zweite Stelle im Vergleichsranking geschoben, unmittelbar vor Schweden, während Finnland vom zweiten auf den vierten Rang zurückgefallen ist, wenngleich die drei Volkswirtschaften hinter dem Spitzenreiter mit 48 bis 50 Punkten eng beieinanderliegen. Auf den Rängen fünf bis acht folgen die Niederlande (47), Tschechien (46), Irland (46) und China (46). Hinter dem Verfolgerfeld mit Abstand zum vorplatzierten China reihen sich Südkorea (42), Deutschland (41), Dänemark (41), die USA (40) sowie Großbritannien (39) ein. Deutschland kann beim Handel und bei Markenmeldungen punkten und steht auch bei Patenten im Bereich digitaler Vernetzung vergleichsweise

DIGITALE VERNETZUNG: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	SINGAPUR	54
2	SCHWEIZ	50
3	SCHWEDEN	49
4	FINNLAND	48
5	NIEDERLANDE	47
6	TSCHECHIEN	46
7	IRLAND	46
8	CHINA	46
9	SÜDKOREA	42
10	DEUTSCHLAND	41
11	DÄNEMARK	41
12	USA	40
13	GROSSBRITANNIEN	39
14	JAPAN	36
15	GRIECHENLAND	36
16	ISRAEL	36
17	ÖSTERREICH	35
18	PORTUGAL	32
19	UNGARN	32
20	KANADA	32
21	ITALIEN	31
22	INDIEN	30
23	AUSTRALIEN	30
24	SPANIEN	29
25	NORWEGEN	29
26	BELGIEN	28
27	FRANKREICH	28
28	INDONESIEN	28
29	POLEN	27
30	MEXIKO	23
31	BRASILIEN	22
32	RUSSLAND	21
33	TÜRKEI	17
34	SÜDAFRIKA	15

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Innovationsindikator 2024

gut da. Auch die übrigen Indikatoren in diesem Bereich weisen Deutschland im unteren Mittelfeld aus – und das recht konstant. Gegenüber dem Jahr 2020 sind die Risikokapitalinvestitionen leicht angestiegen, während der Anteil computerimplementierter Erfindungen an allen Patenten 2023 etwas niedrigere Indexwerte erreicht als im Jahr 2020. Die USA können bei digitaler Vernetzung lediglich bei den größenabhängigen Indikatoren Publikationen und Patente punkten. Das Handelsdefizit in diesem Technologiebereich zieht die USA hingegen deutlich nach unten in der Platzierung.

NEUE PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN

Der Begriff Neue Produktionstechnologien (Advanced Manufacturing Technologies) ist eng verwandt mit dem Schlagwort Industrie 4.0. Letzteres definiert allerdings

ein engeres als das hier untersuchte Technologiefeld und fokussiert auf die Vernetzung und Automatisierung von Produktion und Logistik. Im Rahmen des Innovationsindikators wird eine breitere Definition Neuer Produktionstechnologien verwendet. Es handelt sich hierbei um moderne Maschinen, aber auch ganze Anlagen beziehungsweise deren Komponenten, die von Sensoren und Messvorrichtungen über Steuerungen bis hin zur automatisierten Logistik reichen. Enthalten sind aber auch die Produktionsverfahren selbst, wie beispielsweise das Verbinden (zum Beispiel Löten, Schweißen, Kleben) oder auch die Vorbehandlung von Produktionsmitteln.

Im Jahr 2023 hat die Schweiz Deutschland an der Spitze abgelöst und erreicht 57 Indexpunkte bei Neuen Produktionstechnologien. Bei Publikationen, Patenten und im Außenhandel erreicht die Schweiz jeweils die maximale Punktzahl und erzielt gute Werte auch bei Markenmeldungen und dem Anteil computerimplementierter Erfindungen. Dies reicht aus, um zwei Indexpunkte vor Deutschland zu stehen, das bei den weltweiten Anteilen am Außenhandel die Höchstpunktzahl erreicht. Bei Publikationen und auch bei computerimplementierter Erfindungen liegt Deutschland deutlich hinter der Schweiz, erzielt jedoch bei den geistigen Eigentumsrechten (Patente und Marken) hohe Indexwerte.

Japan (53 Punkte) steht über den gesamten Beobachtungszeitraum an dritter Stelle, so auch 2023. Singapur (50), Schweden (47) und Dänemark (46) komplettieren die Top 5 im Bereich der Neuen Produktionstechnologien. Es folgen Finnland (44), China (41), Südkorea (40) und die USA (38) vor den Niederlanden (36), Österreich (33) Italien (32) und Irland, das auf Rang 14 landet. Während sich China im Zeitverlauf kontinuierlich nach vorne gearbeitet hat und im Jahr 2023 den achten Rang einnimmt, ging es für die USA seit Mitte der 2010er-Jahre stetig abwärts bis auf den zehnten Rang. Die USA können zwar bei Publikationen und Patenten ihre Größenvorteile ausspielen und erreichen auch vergleichsweise hohe Werte bei computerimplementierten Erfindungen, stehen jedoch bei allen anderen Indikatoren im Bereich Neue Produktionstechnologien am unteren Ende der Punkteverteilung.

Indien konnte sich seit 2007 vom 24. Platz auf den 16. Platz vorarbeiten. Belgien (24) kann sich bei den Neuen Produktionstechnologien lediglich im unteren Teil des Mittelfelds einreihen, ebenso wie Kanada (23), Polen (23), Tschechien (22) und Frankreich (21). Frankreich fiel seit 2010 immer weiter ab und liegt 2023 auf dem 26. Platz, was mit leichten Rückgängen bei fast allen betrachteten Einzelindikatoren einhergeht. Einzig der Anteil am weltweiten Handel ist seit etwa Mitte der 2010er-Jahre nennenswert angestiegen.

NEUE PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	SCHWEIZ	57
2	DEUTSCHLAND	55
3	JAPAN	53
4	SINGAPUR	50
5	SCHWEDEN	47
6	DÄNEMARK	46
7	FINNLAND	44
8	CHINA	41
9	SÜDKOREA	40
10	USA	38
11	NIEDERLANDE	36
12	ÖSTERREICH	33
13	ITALIEN	32
14	IRLAND	32
15	GROSSBRITANNIEN	29
16	INDIEN	28
17	ISRAEL	27
18	SPANIEN	27
19	AUSTRALIEN	25
20	NORWEGEN	25
21	GRIECHENLAND	25
22	BELGIEN	24
23	KANADA	23
24	POLEN	23
25	TSCHECHIEN	22
26	FRANKREICH	21
27	PORTUGAL	20
28	MEXIKO	19
29	UNGARN	18
30	RUSSLAND	16
31	BRASILIEN	16
32	TÜRKEI	8
33	SÜDAFRIKA	8
34	INDONESIEN	8

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.
Quelle: Innovationsindikator 2024



DEUTSCHLANDS GUTE POSITION BEI DEN ENERGIETECHNOLOGIEN IST UNTER ANDEREM AUF DEN AUSSENHANDEL UND MARKENAN- MELDUNGEN ZURÜCKZUFÜHREN. «

ENERGIETECHNOLOGIEN

Neue Energietechnologien sind die Grundvoraussetzung für eine klimafreundliche Energieversorgung und -nutzung und damit der energetischen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Darüber hinaus bieten neue Energietechnologien die Chance, die Unabhängigkeit von Energieimporten und damit die Wettbewerbsfähigkeit des eigenen Standorts zu steigern. Energietechnologien umfassen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Wind, Sonne, Biomasse, Wasserkraft), die Erzeugung, Nutzung und Verteilung von Wasserstoff als Energieträger, Technologien zur Speicherung von Energie und Technologien zur Einsparung von Energie (Energieeffizienz).

Bei Energietechnologien befindet sich Dänemark (70 Punkte) mit deutlichem Abstand über den gesamten Beobachtungszeitraum an der Spitze. Nach dem zweiten Rang im Jahr 2020 ist Deutschland (54 Punkte) nunmehr von China (57 Punkte) auf den dritten Rang verdrängt worden. China hat sich seit dem Jahr 2007 auch in diesem Technologiefeld kontinuierlich nach oben gearbeitet. Das Land der Mitte hat nicht nur einen großen und steigenden Energiebedarf, sondern auch eine ganze Reihe an Kompetenzen in verschiedenen Teilbereichen wie Wind, Solar und Photovoltaik sowie bei Energiespeichern, die es zur Befriedigung dieses Energiebedarfs benötigt und die sich bei weltweiten Anteilen an Publikationen, Patenten, dem Außenhandel und auch bei computerimplementierten Erfindungen in diesem Bereich in höchsten Indexwerten niederschlagen. Gemessen an der Bevölkerung sind die meisten Kennzahlen noch sehr gering, aber auch hier geht der Trend nach oben. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis China zu Dänemark aufschließt. Deutschlands weiterhin starke Position gründet sich auf einem guten Abschneiden bei nahezu allen Indikatoren und sehr guten Indexwerten beim Außenhandel, den Markenmeldungen und zuletzt auch beim Risikokapital.

ENERGIETECHNOLOGIEN: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	DÄNEMARK	70
2	CHINA	57
3	DEUTSCHLAND	54
4	SÜDKOREA	54
5	SCHWEDEN	48
6	JAPAN	46
7	SINGAPUR	44
8	SCHWEIZ	40
9	ÖSTERREICH	36
10	INDIEN	36
11	ITALIEN	35
12	USA	34
13	FINNLAND	31
14	GROSSBRITANNIEN	31
15	SPANIEN	29
16	BELGIEN	29
17	IRLAND	29
18	PORTUGAL	27
19	NORWEGEN	27
20	FRANKREICH	26
21	UNGARN	26
22	POLEN	25
23	INDONESIEN	25
24	KANADA	24
25	GRIECHENLAND	24
26	NIEDERLANDE	23
27	AUSTRALIEN	23
28	SÜDAFRIKA	22
29	MEXIKO	20
30	TSCHECHIEN	20
31	ISRAEL	18
32	BRASILIEN	17
33	RUSSLAND	16
34	TÜRKEI	14

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Innovationsindikator 2024



JAPAN DOMINIERT DAS RANKING BEI NEUEN MATERIALIEN UNTER ANDEREM AUFGRUND HÖCHSTER PUNKTZAHLN BEI DEN PATENTEN UND DEN AUSSENHANDELSINDIKATOREN. «

NEUE MATERIALIEN: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	JAPAN	60
2	SÜDKOREA	48
3	FINNLAND	48
4	CHINA	45
5	SCHWEIZ	40
6	DEUTSCHLAND	38
7	SINGAPUR	37
8	POLEN	37
9	SCHWEDEN	37
10	ÖSTERREICH	36
11	UNGARN	36
12	GRIECHENLAND	35
13	DÄNEMARK	34
14	ITALIEN	31
15	INDIEN	30
16	USA	29
17	RUSSLAND	28
18	PORTUGAL	28
19	INDONESIEN	28
20	NIEDERLANDE	27
21	IRLAND	27
22	TSCHECHIEN	26
23	BELGIEN	25
24	SPANIEN	25
25	GROSSBRITANNIEN	25
26	FRANKREICH	24
27	AUSTRALIEN	23
28	NORWEGEN	21
29	ISRAEL	19
30	SÜDAFRIKA	18
31	KANADA	18
32	TÜRKEI	17
33	BRASILIEN	16
34	MEXIKO	15

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.
Quelle: Innovationsindikator 2024

Punktgleich mit Deutschland rangiert Südkorea (54) auf dem vierten Rang, mit deutlichem Abstand gefolgt von Schweden (48), Japan (46) und Singapur (44). Die Schweiz erreicht mit 40 Punkten den achten Rang. Zum nachfolgenden Österreich (36) besteht eine Lücke von vier Punkten, ebenso wie zu Indien (36). Dahinter reihen sich Italien (35), die USA (34), Finnland (31), Großbritannien sowie die drei punktgleichen Volkswirtschaften Spanien, Belgien und Irland mit jeweils 29 Punkten ein. Die USA haben im Zeitverlauf kontinuierlich Platzierungen eingebüßt und sind vom sechsten Rang im Jahr 2007 auf den zwölften Rang im Jahr 2023 zurückgefallen. Der IRA (Inflation Reduction Act), der auch im Bereich Energietechnologien massive Investitionen vorsieht, hat sich in den hier betrachteten Indikatoren zu Energietechnologien noch nicht nachhaltig niedergeschlagen.

Die untere Hälfte der Vergleichsgruppe beginnt mit Portugal (27) auf Platz 18 und dem punktgleichen Norwegen. Frankreich (26) kann bei keinem der hier betrachteten Indikatoren nennenswerte Vorteile vorweisen. Die französische Energiepolitik, die stark auf Atomstrom ausgerichtet ist, schlägt sich somit in den hier betrachteten Indikatoren zu neuen Energietechnologien negativ nieder.

NEUE MATERIALIEN

Neue Materialien mit besonderen Eigenschaften sind die Basis für zahlreiche andere Entwicklungen und eröffnen neue Möglichkeiten beispielsweise im Leichtbau. Sie spielen aber auch für den Ersatz von umweltbelastenden Rohstoffen und im Bereich der Materialeffizienz eine bedeutende Rolle. Materialtechnologien wie Beschichtungen ermöglichen außerdem verbesserte Eigenschaften von Produkten. Enthalten in dieser Kategorie sind daher Verbundwerkstoffe, Beschichtungen sowie Kunststoffe mit besonderen Eigenschaften wie beispielsweise Nano-

materialien, aber auch Prozesse zu deren Herstellung und Verarbeitung.

Die Rangliste bei Neuen Materialien wird angeführt von Japan (60 Punkte), das bei Patenten und bei den Außenhandelsindikatoren jeweils die höchste Punktzahl erreicht. Japan liegt mit deutlichem Abstand vor Südkorea (48) und Finnland (48) an der Spitze. An vierter Stelle rangiert China, das einen Vorsprung von fünf Punkten auf die fünftplatzierte Schweiz hat. Auf dem sechsten Rang und mit 38 Punkten folgt Deutschland, das bei Neuen Materialien einmal mehr ein bei allen Indikatoren gut aufgestelltes, aber nirgendwo Spitzenwerte erreichendes System vorweisen kann. Am ehesten werden Werte im oberen Bereich der Punkteskala bei Markenmeldungen erzielt.

Noch oberhalb der Mitte der Verteilung steht Russland (28), das aufgrund von guten Indexwerten beim Außenhandel und sogar wissenschaftlichen Publikationen sowie hohen Anteilen von computerimplementierten Erfindungen seine beste Platzierung innerhalb der Schlüsseltechnologien vorweisen kann. Die Sanktionen gegen Russland zeigen sich in den hier vorliegenden empirischen Schätzungen der Handelsdaten nur sehr eingeschränkt und könnten daher eine Überschätzung des russischen Abschneidens am aktuellen Rand zur Folge haben. Die untere Hälfte des Rankings beginnt mit Portugal, das mit ebenfalls 28 Punkten den 18. Platz einnimmt und sich damit knapp vor das punktgleiche Indonesien einreicht. Australien belegt mit 23 Punkten den 27. Rang und kann sich gemeinsam mit Norwegen (21 Punkte) noch leicht von der Schlussgruppe absetzen, die mit Israel beginnt. Am unteren Ende findet sich eine Reihe von Volkswirtschaften, darunter auch Kanada. Das schlechte Abschneiden von Kanada bei Neuen Materialien mag dabei ein wenig überraschen. In der Breite zeigen die Indikatoren des nordamerikanischen Landes mit Ausnahme des Außenhandels kaum nennenswerte Ausschläge. Besonders niedrig sind die Patentanmeldungen mit Zielrichtung weltweite Märkte.

BIOTECHNOLOGIE

Biotechnologie bezeichnet die wissenschaftlich-technologische Nutzung lebender Organismen beziehungsweise biologischer Prozesse. Die hier verwendete Definition umfasst alle Bereiche der Biotechnologie und ihrer Anwendungen in Gesundheit, Industrie, Umwelt und Lebensmittelproduktion. Neben Enzymen, Peptiden, Proteinen oder Mikroorganismen und darauf aufbauenden Prozessen sind auch Bearbeitungs- und Messverfahren enthalten.

Die Schlüsseltechnologie Biotechnologie wird nunmehr seit einigen Jahren von Dänemark (57 Punkte) angeführt, das bei nahezu allen hier betrachteten bevölkerungsnormierten Indikatoren Spitzenwerte erreicht und lediglich bei Patenten zuletzt einen rückläufigen Trend zu ver-

zeichnen hat. Aufgrund der Größe des Landes kann es bei den weltweiten Anteilen von Publikationen und Patenten zwar kaum punkten, erreicht aber dennoch insgesamt die Spitzenposition. Das gute Abschneiden lässt sich auf ein starkes Wissenschaftssystem zurückführen sowie auf einen etablierten Pharma- und Biotechsektor, der zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen umfasst, aber auch einige global agierende Großunternehmen. Neben den Energietechnologien ist der Pharma- und Biotechnologiesektor das zweite starke Standbein im dänischen Innovationssystem.

Auf den weiteren Plätzen folgen die Schweiz (50 Punkte), Singapur (45) und die USA (40), die mit dem vierten Rang in der Biotechnologie ihre beste Platzierung unter den hier betrachteten Schlüsseltechnologien erreichen. Weltweit die höchsten Anteile an Publikationen und Patenten bil-

BIOTECHNOLOGIE: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	DÄNEMARK	57
2	SCHWEIZ	50
3	SINGAPUR	45
4	USA	40
5	IRLAND	37
6	ÖSTERREICH	35
7	NIEDERLANDE	34
8	CHINA	33
9	PORTUGAL	33
10	FINNLAND	29
11	SÜDKOREA	29
12	UNGARN	29
13	SCHWEDEN	28
14	BELGIEN	28
15	GRIECHENLAND	26
16	AUSTRALIEN	24
17	DEUTSCHLAND	23
18	NORWEGEN	21
19	SPANIEN	21
20	GROSSBRITANNIEN	21
21	TSCHECHIEN	21
22	ISRAEL	21
23	FRANKREICH	20
24	ITALIEN	19
25	KANADA	17
26	POLEN	17
27	INDIEN	15
28	BRASILIEN	14
29	SÜDAFRIKA	14
30	JAPAN	12
31	TÜRKEI	10
32	RUSSLAND	10
33	INDONESIEN	10
34	MEXIKO	8

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Innovationsindikator 2024

den eine der Grundlagen für die sehr gute Platzierung der USA, aber auch die weltweiten Handelsanteile machen sich im Indexwert bemerkbar. Die an der Bevölkerung normierten Indikatoren tragen bisweilen zwar ebenfalls zu einem Indexwert von 40 Punkten bei, zeigen aber auch, dass das Engagement anderer Volkswirtschaften im Bereich der Biotechnologie deutlich ausgeprägter ist. Die Dominanz der USA auf den Weltmärkten für Biotechnologieprodukte (insbesondere Pharmaanwendungen) ist in den Kennzahlen jedoch unverkennbar. Würde diese Dominanz nicht bestehen, dann wären die USA auch in dieser Schlüsseltechnologie lediglich weltweites Mittelmaß.

Auf dem fünften Platz reiht sich Irland (37) ein, das mit hohen Indexwerten bei Publikationen, Markenmeldungen und im Außenhandel auftritt und somit im Bereich Biotechnologie nicht nur ein beliebter Standort von multinationalen Unternehmen ist, sondern auch eigene Kapazitäten und Kompetenzen entwickelt hat. Auf dem sechsten Platz folgt Österreich (35) knapp vor den Niederlanden (34), China (33) und Portugal (33). Portugal erreicht hier seine beste Platzierung unter allen Schlüsseltechnologien, was auf mehrere Einzelindikatoren mit beachtenswerten Ergebnissen zurückzuführen ist, nämlich Publikationen, Außenhandel, Marken und auch Anteile computerimplementierter Erfindungen, was im Wesentlichen die Bioinformatik betrifft. Einschränkend muss hier allerdings erwähnt werden, dass die absolute Anzahl der Patente aus Portugal und damit auch der Bioinformatik eher gering ausfällt.

Mit einem Abstand von vier Indexpunkten liegt Finnland (29) auf dem zehnten Platz im Biotechnologie-Benchmarking, punktgleich mit Südkorea und Ungarn, knapp vor Schweden (28) und Belgien (28). Die weiteren Platzierungen nehmen Griechenland (26), Australien (24) und Deutschland (23) ein. Deutschland ist damit bei der Schlüsseltechnologie Biotechnologie lediglich Mittelmaß. Trotz Stärken im Pharmabereich und einer Reihe von großen sowie auch kleinen und mittleren Unternehmen in diesem Sektor gelingt keine ausgeprägte weltweite Stellung in der Biotechnologie. Das liegt unter anderem am Handelsdefizit bei Biotechnologiewaren, auch bei Publikationen und Patenten bleibt Deutschland vergleichsweise weit zurück. Dabei sind die absoluten Zahlen nicht wirklich rückläufig – von pandemiebedingten Schwankungen abgesehen –, sondern andere Länder haben in diesem Bereich schlichtweg bei vielen Indikatoren eine deutlich dynamischere Entwicklung vorzuweisen.

Norwegen erreicht mit 21 Punkten den 18. Rang und eröffnet damit die untere Hälfte der Verteilung. Frankreich, von dem man aufgrund eines durchaus starken Pharmasektors eventuell ebenfalls mehr erwartet hat, schneidet mit 20 Indexpunkten auf dem 23. Platz ab. Indien kann ebenfalls trotz eines starken Pharmasektors, der allerdings eher auf klassische Pharmaprodukte und einzelne spezielle Technologien außerhalb der Biotechnologie ausgerichtet ist, größtenbedingt mit Ausnahme der Anteile an den weltweiten Publikationen in keinem der betrachteten Indikatoren besonders erwähnenswert abschneiden. Beim Außenhandel scheint die Pandemie Indien stärker



DEUTSCHLAND IST IN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT IN DER LAGE, EIN IN ALLEN DIMENSIONEN WETTBEWERBSFÄHIGES INNOVATIONSSYSTEM ZU BETREIBEN. «

zugesetzt zu haben als vielen anderen Volkswirtschaften, die bei Biotechnologieprodukten aktiv sind, denn die Indexwerte gingen am aktuellen Rand durchaus nennenswert zurück.

Japan (12) schneidet bei der Biotechnologie am schlechtesten unter allen Schlüsseltechnologien ab, was trotz eines starken Chemie- und eines im asiatisch-pazifischen Raum starken Pharmasektors, der sowohl bei klassischen als auch modernen Pharmatechnologien (beispielsweise mRNA) Stärken aufweist, überraschend sein mag. Japan hat offensichtlich bei Biotechnologien keine ausgeprägten Kompetenzen.

KREISLAUFWIRTSCHAFT

Unter Kreislaufwirtschaft werden verschiedene Ansätze zur langfristigen Nutzung von Materialien und Produkten zusammengefasst. In der breiten Definition gehören hierzu Prozesse zur gemeinsamen Nutzung von Produkten (sharing economy), zur Weiterverwendung von Produkten durch Dritte (re-use) oder durch verbesserte Reparaturmöglichkeiten. Außerdem zählen Recyclingprozesse, die bereits bei der Entwicklung und Produktion der Produkte und beispielsweise der Materialauswahl ansetzen, zu diesem Technologiefeld. Im Innovationsindikator fokussieren wir auf eine engere Definition und erfassen im Wesentlichen Recyclingtechnologien zur Rückführung von Materialien in den Stoffkreislauf.

Das Ranking der hier betrachteten Schlüsseltechnologie Kreislaufwirtschaft wird von Deutschland (46 Punkte) angeführt, was sich durch gute Indexwerte bei nahezu allen Indikatoren begründen lässt, das heißt, Deutschland ist im Bereich der Kreislaufwirtschaft in der Lage, ein in allen Dimensionen wettbewerbsfähiges Innovationsökosystem zu betreiben. Patente, Marken und auch der Außenhandel sind weltweit wettbewerbsfähig. Bei wissenschaftlichen Publikationen und auch bei computerimplementierten Erfindungen, das heißt softwarebasierten Steuerungen der Prozesse und Technologien, sind einzelne andere Länder hingegen besser aufgestellt. Die Grundlagenforschung und die stärkere Automatisierung und Optimierung der Prozesse bieten also für Deutschland trotz der Spitzenstellung noch Möglichkeiten zur Verbesserung.

An zweiter Stelle steht Japan (42) vor Dänemark (41) und den Niederlanden (41) sowie den USA (40). Das gute Abschneiden der USA begründet sich einmal mehr durch Größeneffekte, die bei weltweiten Publikationen und Patenten eine absolute Spitzenstellung herbeiführen. Auch beim Außenhandel und bei computerimplementierten Erfindungen schneiden die USA durchaus gut ab und kommen so auf den fünften Rang bei diesem Benchmarking.

Frankreich (21) kann sich auf dem 22. Platz einreihen. Frankreich ist seit der Mitte der 2010er-Jahre deutlich zurückgefallen. Dies ist vor allem durch eine rückläufige Entwicklung beim Außenhandel und bei computerimplementierten Erfindungen begründet. Gleichzeitig konnte Frankreich seine – wenngleich nicht sonderlich ausgeprägte – Position bei wissenschaftlichen Publikationen und Patenten halten.

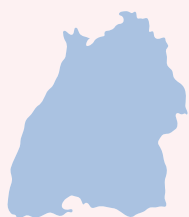
KREISLAUFWIRTSCHAFT: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	DEUTSCHLAND	46
2	JAPAN	42
3	DÄNEMARK	41
4	NIEDERLANDE	41
5	USA	40
6	SINGAPUR	40
7	FINNLAND	39
8	SCHWEIZ	37
9	SCHWEDEN	33
10	ÖSTERREICH	32
11	CHINA	31
12	PORTUGAL	30
13	ITALIEN	30
14	GRIECHENLAND	26
15	SPANIEN	25
16	NORWEGEN	24
17	GROSSBRITANNIEN	23
18	SÜDKOREA	23
19	TSCHECHIEN	23
20	BELGIEN	22
21	AUSTRALIEN	22
22	FRANKREICH	21
23	INDIEN	20
24	KANADA	19
25	UNGARN	18
26	INDONESIEN	18
27	POLEN	18
28	MEXIKO	16
29	IRLAND	13
30	ISRAEL	13
31	SÜDAFRIKA	12
32	TÜRKEI	10
33	BRASILIEN	10
34	RUSSLAND	9

Taiwan wird hier aufgrund fehlender Daten nicht ausgewiesen.

Quelle: Innovationsindikator 2024

ENTWICKLUNG REGIONALER ZUKUNFTSFELDER



Baden-Württemberg

Die derzeitigen Stärken der regionalen Innovationssysteme basieren zumeist auf den zurückliegenden und etablierten Strukturen und Technologien. Ein international gut vernetztes und wettbewerbsfähiges Wissenschaftssystem, hohe FuE-Aufwendungen und die stetige Umsetzung von neuem Wissen in neue Anwendungen sind Ausdruck eines entwickelten Systems.

STETIGE WEITERENTWICKLUNG NÖTIG

Neue technologische Entwicklungen, die Veränderung der Innovationszyklen oder auch Veränderungen in den globalen Wertschöpfungsketten und Außenhandelsbeziehungen stellen auch die regionalen Innovationssysteme vor immer neue Herausforderungen und verlangen eine stetige Weiterentwicklung und ggf. Neuausrichtung. Um die Fähigkeit von Volkswirtschaften und Regionen bei der Entwicklung ihrer technologischen Leistungsfähigkeit und ihrer zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit beurteilen zu können, werden im Innovationsindikator auch solche Kennzahlen erhoben und vergleichend analysiert, die besonders relevante Schlüsseltechnologien erfassen – dies sind Technologien, die entweder für mehrere Wirtschaftssektoren relevant sind und damit einen Querschnittscharakter haben oder für die Adressierung der globalen gesellschaftlichen Herausforderungen von besonderer Bedeutung sind. Die sieben hier betrachteten Schlüsseltechnologien reichen von der Digitalisierung über Energie und Nachhaltigkeit bis hin zu Produktionsverfahren und der Biotechnologie.

Die Einordnung der vier ausgewählten Regionen aus Deutschland und den USA – Baden-Württemberg, Sachsen, Massachusetts und Kalifornien – erfolgt auf Basis der Indikatoren, die auch zur Bewertung der im Innovationsindikator betrachteten Volkswirtschaften herangezogen werden. Es wird an dieser Stelle das Gesamtergebnis des Kompositindikators über alle sieben Schlüsseltechnologien berichtet und diskutiert. Diese Ergebnisse basieren auf den Einzelindikatoren, die für jede der sieben Technologien separat ermittelt wurden.

Dabei zeigt sich, dass – über alle Schlüsseltechnologien hinweg – die Werte der Regionen unterhalb der jewei-

gen nationalen Werte liegen, was im Wesentlichen daran liegt, dass die Regionen ein stärker spezialisiertes Profil pflegen – ähnlich wie kleine Länder dies auch tun –, als das Deutschland oder die USA als Ganzes tun können. In anderen Worten, die Regionen sind immer nur in einzelnen der betrachteten Schlüsseltechnologien spezialisiert, während die gesamte Volkswirtschaft durchaus in mehreren Feldern eine Spezialisierung aufweisen kann.

Baden-Württemberg liegt im aktuellen Ranking der Schlüsseltechnologien der 38 hier betrachteten Volkswirtschaften und Regionen auf dem achten Platz und damit knapp hinter dem gesamtdeutschen Wert. Im Zeitverlauf ist es von seiner Bestplatzierung – einem vierten Platz in den Jahren 2012 bis 2015 – auf den achten Rang zurückgefallen, war aber während der Beobachtungsperiode stets unter den Top 10. Zwar kann Baden-Württemberg in den Feldern moderne Produktionstechnologien, Energie sowie Kreislaufwirtschaft jeweils den zweiten Platz weltweit erreichen, liegt bei Digitaltechnologien jedoch etwas zurück. Insbesondere bei neuen Materialien und mehr noch bei Biotechnologie ist der Abstand zur Spitze sehr deutlich.

Sachsen gehört in Sachen Schlüsseltechnologien zum vorderen Mittelfeld weltweit und liegt auf dem elften Platz. Über die Zeit ist diese Platzierung recht stabil. Der schlechteste Platz war ein 16. Rang im Jahr 2013 und der beste Platz der aktuelle elfte Rang, der auch in früheren Jahren (2015, 2017) erreicht wurde. Die Schwerpunkte bei den untersuchten Schlüsseltechnologien liegen in Sachsen bei digitaler Hardware, Energietechnologien und Neuen Werkstoffen. Die schlechtesten Platzierungen bei den einzelnen Schlüsseltechnologien erreicht der Freistaat bei digitaler Vernetzung (20. Platz) und bei Biotechnologie (18. Platz).

Massachusetts fällt auch bei Schlüsseltechnologien – wie bei der Innovationsfähigkeit – im Zeitverlauf zurück und belegt im Jahr 2023 den 15. von 38 Plätzen. Seit etwa der zweiten Hälfte der 2010er-Jahre bewegt sich der Neuenglandstaat zwischen dem 16. und dem 13. Rang. In den zehn Jahren zuvor lag er zwischen dem achten und dem zwölften Platz und damit weiter vorne im Ranking. Die Biotechnologie gehört zu den ausgeprägten Stärken



Sachsen



Kalifornien



Massachusetts

von Massachusetts und auch in der Kreislaufwirtschaft und bei modernen Produktionstechnologien werden niedrige zweistellige Platzierungen erreicht. Im Bereich der digitalen Technologien und auch den Energietechnologien schneidet der US-amerikanische Bundesstaat hingegen mit Platzierungen jenseits des 20. Platzes im internationalen Vergleich schlecht ab, was am Ende dann auch die Gesamtplatzierung im Mittelfeld begründet.

KALIFORNIEN SCHWÄCHELT

Kalifornien bleibt in der Gesamtbetrachtung aller hier berücksichtigten Schlüsseltechnologien weit hinter der US-amerikanischen Platzierung (Rang zwölf) zurück und landet auf dem 26. Platz knapp hinter Tschechien, Spanien und Belgien, aber noch vor Frankreich und Australien. Der Trend für den Westküstenstaat zeigt im Zeitverlauf deutlich nach unten. Von einem 14. Platz im Jahr 2007 sackte Kalifornien bis zur Mitte der 2010er-Jahre auf ca. den 20. Platz ab, konnte sich dann stabilisieren und hat erst im aktuellen Jahr nochmals deutlich Plätze verloren, trotz eines nur leicht sinkenden Indexwertes, was sich durch die Dynamik der anderen in der Nähe platzierten Volkswirtschaften erklären lässt. Eine ausgeprägte Stärke lässt sich dabei nur in der Biotechnologie ausmachen, wie auch für die USA insgesamt. Bei digitalen Technologien ist Kalifornien hingegen im internationalen Vergleich nicht weit vorne angesiedelt. Zwar kann es bei Patenten in digitalen Vernetzungstechnologien die höchste Punktzahl erreichen und auch bei computerimplementierten Erfindungen (Softwarepatenten) sind die Indexwerte über nahezu alle Technologiefelder durchaus ausgeprägt, sie können aber die Schwächen bei wissenschaftlichen Publikationen und vor allem beim Handelsbilanzsaldo nicht kompensieren. Es gilt allerdings kritisch anzumerken, dass Lizenzentnahmen oder Wertschöpfung auf der Ebene der Schlüsseltechnologien nicht erhoben werden können und Kalifornien gerade hier durch die Softwareindustrie und auch die Filmindustrie nennenswerte Einnahmen und damit Beiträge zum BIP pro Kopf generiert. Auch liegen keine Daten zum Risikokapital auf der Ebene der einzelnen Schlüsseltechnologien vor und finden daher keinen Eingang in die Analysen.

SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN: RANKING DER REGIONEN IM VERGLEICH MIT DEN VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	SINGAPUR	46
2	DÄNEMARK	46
3	JAPAN	44
4	SCHWEIZ	43
5	CHINA	43
6	FINNLAND	43
7	DEUTSCHLAND	42
8	BADEN-WÜRTTEMBERG	42
9	SÜDKOREA	40
10	SCHWEDEN	38
11	SACHSEN	37
12	USA	36
13	ÖSTERREICH	34
14	NIEDERLANDE	33
15	MASSACHUSETTS	32
16	ITALIEN	29
17	IRLAND	29
18	GROSSBRITANNIEN	28
19	GRIECHENLAND	27
20	INDIEN	27
21	NORWEGEN	26
22	PORTUGAL	26
23	TSCHECHIEN	25
24	SPANIEN	25
25	BELGIEN	25
26	KALIFORNIEN	25
27	FRANKREICH	24
28	AUSTRALIEN	24
29	UNGARN	23
30	POLEN	23
31	KANADA	23
32	ISRAEL	22
33	INDONESIEN	20
34	RUSSLAND	17
35	SÜDAFRIKA	17
36	MEXIKO	17
37	BRASILIEN	16
38	TÜRKEI	14

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

EMPFEHLUNGEN



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND DIGITALE PLATTFORMEN ALS ENABLER NUTZEN

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) haben seit Langem als Querschnittstechnologien eine große Bedeutung in zahlreichen Branchen und Sektoren. Mit Künstlicher Intelligenz (KI) und auch plattformbasierten Geschäftsmodellen sind darauf aufbauende, neue Technologien und Anwendungen entstanden, denen ebenfalls eine weitreichende, disruptive und erfolgversprechende Bedeutung beigemessen wird. Deutschland steht bei IKT-Technologien eventuell besser da als sein Ruf und schneidet bei digitaler Hardware und digitaler Vernetzung im internationalen Vergleich unter den Top 10 ab. Die Grundlagen sind also vorhanden.

Bei KI ist es weniger entscheidend, die großen Sprachmodelle selbst bereitzustellen, solange verschiedene und spezifische Modelle unterschiedlicher Anbieter vorhanden sind. Heimische Anbieter sollten eher die Technologie beherrschen, erfolgreich darauf aufbauende innovative Lösungen entwickeln und am Markt platzieren können. Dabei ist es wichtig, einerseits die zielgerichtete Anwendung der KI in den jeweiligen eigenen Kontexten und Kompetenzen voranzutreiben. Andererseits kann KI in domänenspezifischen Kontexten durch eigenes Wissen erweitert, so eine Differenzierung der KI-Anwendung sichergestellt und dabei die eigene Wettbewerbsfähigkeit erhöht werden. Allerdings sind gerade auch hierbei

Datenverfügbarkeit und -bereitstellung wesentliche Hürden. Im wissenschaftlichen Bereich ist mit der Gründung des NFDI (Nationale Forschungsdateninfrastruktur) ein wichtiger Schritt gegangen worden. Die Industrie hat in Kooperation miteinander und mit der Wissenschaft die Entwicklung verschiedener, spezifischer Datenräume bzw. Datenökosysteme ins Visier genommen. Projekte wie Gaia-X, Catena-X, Manufacturing-X und auch Transfer-X sind gute Ansatzpunkte, die allerdings noch zu einem umfassenden Erfolg geführt werden müssen.

Bei digitalen Plattformen bestehen zwei wesentliche Herausforderungen. Einerseits ist die Interoperabilität von entscheidender Bedeutung, was unmittelbar zu der Schlussfolgerung führt, dass eine Fragmentierung in separate Lösungen vermieden werden muss. Andererseits müssen digitale Geschäftsmodelle entwickelt und umgesetzt werden. Dabei ist es entscheidend, nicht nur bestehende Geschäftsmodelle zu digitalisieren, sondern gänzlich neue Geschäftsmodelle auf digitaler Basis zu entwickeln.

TRENNUNG ZWISCHEN ZIVILER UND MILITÄRISCHER FORSCHUNG ÜBERDENKEN

Durch den russischen Überfall auf die Ukraine und die Zeitenwende im Bereich der Verteidigungspolitik rückt ein Thema an einen zentraleren Punkt auf der innovationspolitischen Agenda: der Dual Use von neuen Technologien für militärische und zivile Zwecke.

Es bestehen eine Reihe von Synergie- und Effizienzpotenzialen in Bezug auf die absehbar verstärkten Forschungsausgaben im Bereich Verteidigung. Die zunehmenden Aktivitäten in der Verteidigungsforschung sollten systematisch darauf geprüft werden, ob und inwieweit sie auch breiteren gesellschaftlichen und ökonomischen Nutzen über Spill-overs in Richtung ziviler Nutzung haben. Solchen Synergien stehen in Deutschland einige institutionelle und strukturelle Bedingungen entgegen. Während zum Beispiel in den USA DARPA die Verbindung systematisch verfolgt, hat in Deutschland SPRIN-D nicht diese Aufgabe. Außerdem ist in Deutschland die Durchlässigkeit der Verteidigungsforschung und der zivilen Forschung lediglich durch einzelne Institute innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und des DLR institutionell verankert. Zudem hat die Anwendung der Zivilklausel in vielen Hochschulen einschränkende Wirkung. Gerade in Dual-Use-Bereichen mit Blick auf zivile Sicherheit wie der IT-Sicherheit oder dem Schutz kritischer Infrastrukturen werden hier wesentliche Potenziale nicht freigesetzt.

Um die möglichen Synergien zwischen Verteidigungs- und ziviler Forschung zu heben, bedarf es in Deutschland eines breiten wissenschaftspolitischen Diskurses über die institutionellen Rahmenbedingungen und in Teilen eines Kulturwandels. Ein solcher Diskurs umfasst die Anwendung der Zivilklauseln in zahlreichen deutschen Hochschulen sowie die in weiten Teilen bestehende systemische und organisatorische Trennung von ziviler und Verteidigungsforschung. Eine verbesserte organisatorische Durchlässigkeit, die es sowohl der Forschungsförderung als auch den Forschungsakteuren erlaubt, zivile wie auch Verteidigungsforschung durchzuführen, würde Dual-Use-Spill-overs und breitere Synergien zwischen ziviler und militärischer Forschung ermöglichen.

EUROPÄISCHEN SCHULTERSCHLUSS SUCHE

Deutschland ist für die umfassende Beforschung, Umsetzung und Diffusion der meisten Schlüsseltechnologien zu klein, um alleine eine ausreichende kritische Masse zu erzeugen. Kritische Masse bei der Forschung spielt unter anderem deswegen eine entscheidende Rolle, weil die Komplexität der gegenwärtigen Fragestellungen in vielen Bereichen enorm zugenommen hat und weil die Geschwindigkeit, mit der Ergebnisse erzielt werden, ein wesentlich entscheidenderes Kriterium des Erfolgs geworden ist. Neue Erkenntnisse erfordern große Investitionsbereitschaft und zu deren Umsetzung leistungsfähige Transferstrukturen. Leitmärkte sind mittlerweile vor allem größenabhängig, um schnell und zielgerichtet skalieren zu können.

Andere Länder – insbesondere USA und China – sind in vielen Fällen in der Lage und vor allem willens, massive Investitionen in Wissenschaft und Forschung zu tätigen. Deutschland kann daher nur erfolgreich sein, wenn innerhalb Europas der Schulterschluss gesucht wird und sowohl der Europäische Forschungsraum (ERA) als auch die Kooperation mit den Besten in Europa gesucht und unterstützt werden. Gleichzeitig sollte Deutschland bei Wissenschaft und Forschung eine stärkere Führungsrolle in Europa beanspruchen und so, gemeinsam mit anderen europäischen Partnern, die Forschungsagenda definieren. ERA bietet hierfür den geeigneten Rahmen. Daneben bilden europäische Wissenschafts- und Forschungsoperationen eine wesentliche Grundlage der technologischen Souveränität Deutschlands.

NORDEUROPA BESONDERS STARK

Wirtschaftstransformation für Mensch und Umwelt

Seit dem Innovationsindikator 2023 wird der Aspekt „Nachhaltig wirtschaften“ explizit in einem eigenständigen Kapitel indikatorisch abgebildet. Nachhaltigkeit ist dabei nicht nur eine Aufgabe von besonderer Bedeutung für die Wirtschaft, sondern muss von der gesamten Gesellschaft getragen werden. Sie hat das Ziel, die wirtschaftlichen und sozialen Bedürfnisse der aktuellen Generation zu decken, ohne die Chancen künftiger Generationen zu schmälern. Auf volkswirtschaftlicher Ebene ist Nachhaltigkeit wichtig, denn langfristiger wirtschaftlicher Erfolg und gesellschaftlicher Wohlstand sind nur durch die Einhaltung der planetaren Grenzen möglich. Zivilgesellschaft, Wissenschaft, Staat und Wirtschaft müssen zusammenarbeiten, um nachhaltige Innovationssysteme zu schaffen. Nachhaltigkeit im Sinne des Innovationsindikators zielt somit auf die sozialökologische Transformation des Wirtschaftssystems unter der zeitgleichen Berücksichtigung der ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit ab.

Zum Ausdruck kommt die duale Rolle der Wirtschaft dadurch, dass sie sowohl Verursacher von Umweltbelastungen ist als auch über ihre Fähigkeit, Umweltinnovationen hervorzubringen, dazu beitragen kann, negative Umweltauswirkungen durch neuere Fertigungs- und Produktionsmethoden zu reduzieren. Dieses wiederum kann einen erheblichen ökonomischen Mehrwert erzielen, der sich auch in gesteigertem Wohlstand niederschlägt.

Besonders bedeutend sind hier die Chancen, die sich aus einem Umstieg auf die Circular Economy (Kreislaufwirtschaft) ergeben. Die Circular Economy ist entscheidend für eine nachhaltige Entwicklung, da sie den Fokus auf Ressourcenschonung legt. Anders als die lineare Wirtschaft, die Rohstoffe abbaut, verarbeitet und schließlich entsorgt, zielt die Circular Economy darauf ab, Produkte so zu gestalten, dass sie ressourcenschonend produziert, lange genutzt und am Ende ihres Lebenszyklus recycelt werden können.

Der letztjährige Innovationsindikator hat in seinen Empfehlungen zum nachhaltigen Wirtschaften dabei insbesondere die Bedeutung der Politik hervorgehoben. Ihr kommt die Aufgabe zu, durch Gesetze und Förderprogramme die Entwicklung einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft zu unterstützen. Beispiele sind die Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz durch Subventionen und Anreize. Regulierungen und Steuern können umweltschädliches Verhalten effektiv steuern. Als ein besonders vielversprechender Ansatz kann die öffentliche Beschaffung gelten, da sie eine enorme ökonomische Hebelwirkung hat und sie auch außerhalb von Innovationsprojekten beihilferechtskonform so ausgestaltet werden kann, dass sie weitgehend wettbewerbsneutral bleibt.

Neben der Wirtschaft und der Wissenschaft spielt das Kaufverhalten eine zentrale Rolle. Ein umweltbewusstes Konsumverhalten reduziert die Umweltbelastung und schafft Anreize für Unternehmen, nachhaltige Produkte und Dienstleistungen anzubieten. Der Konsum beeinflusst auch die Nachhaltigkeit des Verkehrssystems, das für etwa 20 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Um Veränderungen in Konsum- und Mobilitätsmustern zu erreichen, ist eine breite Sensibilisierung der Gesellschaft für Nachhaltigkeit erforderlich.

Der Innovationsindikator spiegelt diese verschiedenen Aspekte im Indikator „Nachhaltig wirtschaften“ wider, der aus elf Einzelindikatoren besteht. Diese erfassen nicht nur Umwelttechnologien und deren Anwendung, sondern auch wesentliche Bereiche des Umweltinnovationssystems in Bezug auf Wirtschaft, Wissenschaft, Staat und Zivilgesellschaft. Ziel ist es, die Ausrichtung der Volkswirtschaften auf Nachhaltigkeitsinnovationen zu bewerten. Dabei werden die gleichen Länder wie bei den Themen Innovation und Schlüsseltechnologien betrachtet und alle Indikatoren sind normiert, um Verzerrungen durch Größenunterschiede zu vermeiden.

ZENTRALE ERGEBNISSE

Wie im Vorjahr wird das Ranking des Indikators „Nachhaltig wirtschaften“ von Dänemark angeführt, das 66 Punkte erreicht (minus zwei Punkte gegenüber dem Innovationsindikator 2023). Auf Platz zwei folgt Finnland mit 60 Punkten, das seinen Abstand auf Dänemark gegenüber dem Vorjahr deutlich verringern konnte. Punktgleich mit 48 Zählern erreichen Deutschland und Südkorea den dritten und vierten Platz. Auf den Plätzen fünf und sechs folgen Großbritannien (46 Punkte) und die Niederlande (45 Punkte). Österreich (44), Schweden (44), Japan (43) und Frankreich (43) folgen auf den Rängen sieben bis zehn.

Das Ranking „Nachhaltig wirtschaften“ wird durch europäische Volkswirtschaften dominiert. Mit starken Positionierungen von Finnland und Dänemark liegen er-

neut zwei nordeuropäische Nationen weit vorne. Für die im Indikator „Innovationsfähigkeit“ führenden Nationen Schweiz und Singapur bleiben beim Thema Nachhaltigkeit mit 34 Punkten (Schweiz, Platz 15) beziehungsweise 21 Punkten (Singapur, Platz 24) nur Plätze weitab der Spitzengruppe.

Das breitere Mittelfeld umfasst Portugal, Belgien und Italien sowie weitere europäische Länder wie Tschechien (34), Ungarn (29) und Spanien (29). Außerdem finden sich hier auch Länder wie Australien (26), China (25) und Kanada (25).

EINZELINDIKATOREN ZUR MESSUNG DER NACHHALTIGKEIT UND IHRE QUELLEN

- FuE in erneuerbaren Energien und Energieeffizienz als Anteil am BIP (IEA)
- Grüne Frühphasen-Investitionen (EU und OECD)
- Staatliche FuE-Förderung Umwelt und Energie (OECD)
- Einstellung zu Umweltthemen, Präferenz Umwelt versus Wirtschaft (World Value Survey)
- Umweltrelevante wissenschaftliche Publikationen pro Kopf der Bevölkerung (Scopus)
- Exporte nachhaltiger Güter als Anteil am BIP (Comtrade)
- Umweltinnovationen in Unternehmen (OECD)
- Environmental Policy Stringency Index (OECD)
- Umweltrelevante Patente pro Einwohner (PATSTAT)
- ISO-14001-Zertifizierungen (ISO-Survey)
- Umweltsteuern (OECD)

Nach wie vor schlecht ist das Abschneiden der USA, die 17 Punkte erreichen. Gegenüber den Vorjahren ist dies ein unverändertes Abschneiden, sodass sich festhalten lässt, dass der stark auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Inflation Reduction Act bisher keine messbaren Effekte auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene hatte. Ähnlich schlecht positioniert wie die USA sind ansonsten überwiegend Schwellenländer wie Mexiko (19 Punkte) und Südafrika (15). Hinzukommen mit Irland und Israel zwei weitere etablierte Industrieländer, die ebenfalls nur auf 14 beziehungsweise zwölf Punkte kommen. Das Schlusslicht bleibt Russland mit null Punkten.

Um einen detaillierten Blick auf die einzelnen Volkswirtschaften zu werfen, werden die zeitlichen Verläufe sowie die Positionen der Länder bezüglich der einzelnen Indikatoren genauer beleuchtet. Ähnlich wie im Kapitel „Innova-

tionsfähigkeit“ werden vergleichbare Gruppen (führende Länder, große Volkswirtschaften, Mittel- und Südeuropa, Schwellenländer) gebildet und einzeln diskutiert.

DÄNEMARK MIT STABILER FÜHRUNG

Die punktemäßigen Ergebnisse für die meisten im Indikator „Nachhaltig wirtschaften“ führenden Volkswirtschaften sind über die Zeit mit geringen Schwankungen relativ stabil. So hat Dänemark bereits im Jahr 2005 einen Wert von 66 Punkten erreicht. Dies entspricht in etwa dem aktuellen Wert. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass Dänemark vor allem zwischen 2010 und 2015 auch Werte jenseits der 70 Punkte erreicht hatte. Diesen sehr deutlichen Vorsprung hat es zum jetzigen Zeitpunkt teilweise wieder eingebüßt. Größere Änderungen sind in der Spitzengruppe der führenden Länder rar gesät und umfassen, wenn überhaupt, nur bestimmte Zeitperioden. Die einzige Ausnahme ist Deutschland, das zwischen 2010 und 2023 seinen Wert von 37 auf 48 Zähler steigern konnte. Seit 2020 scheint aber auch hier, der Trend eher zu stagnieren.

Ein Blick auf die Ausprägungen bei den Einzelindikatoren zeigt dabei deutliche Stärken- und Schwächen-Profile auf. Das führende Dänemark punktet vor allen Dingen durch eine relative hohe Zahl umweltbezogener wissenschaftlicher Publikationen, Umweltinnovationen der Unternehmen und umweltrelevante Patente, in denen es jeweils mit 100 Punkten den Höchstwert erreicht. Ausgeprägte Schwächen bestehen bei der ISO-Zertifizierung, wo es auf null Punkte kommt. Diese Schwäche teilt Dänemark mit den meisten anderen Ländern in der Führungsgruppe mit der Ausnahme von Deutschland, das auf immerhin 50 Punkte kommt. Deutschland erreicht beim Export nachhaltiger Güter mit 99 Punkten einen sehr guten Wert, bleibt aber ansonsten hinter absoluten Spitzenplätzen zurück. Solide Werte werden aber bei der staatlichen Förderung für umweltrelevante FuE (79 Punkte) sowie bei grünen Frühphasen-Investitionen (74) erreicht. Das insgesamt gute Abschneiden Deutschlands erklärt sich damit, dass es sich keine besonders ausgeprägten Schwächen leistet. So liegen nahezu alle Indikatoren im Mittelfeld. Das unterstreicht, dass das deutsche System in seiner Breite auf Nachhaltigkeitsthemen ausgerichtet ist, aber weiterhin Entwicklungspotenziale vorhanden sind. Kritisch ist auch anzumerken, dass bei zentralen Erfolgsindikatoren der Wirtschaft, wie zum Beispiel Umweltinnovationen (45), FuE in erneuerbaren Energien (34) und Patenten (35), die Werte eher unterhalb des Durchschnitts liegen. Veränderungen gegenüber dem Vorjahr sind nicht zu verzeichnen.

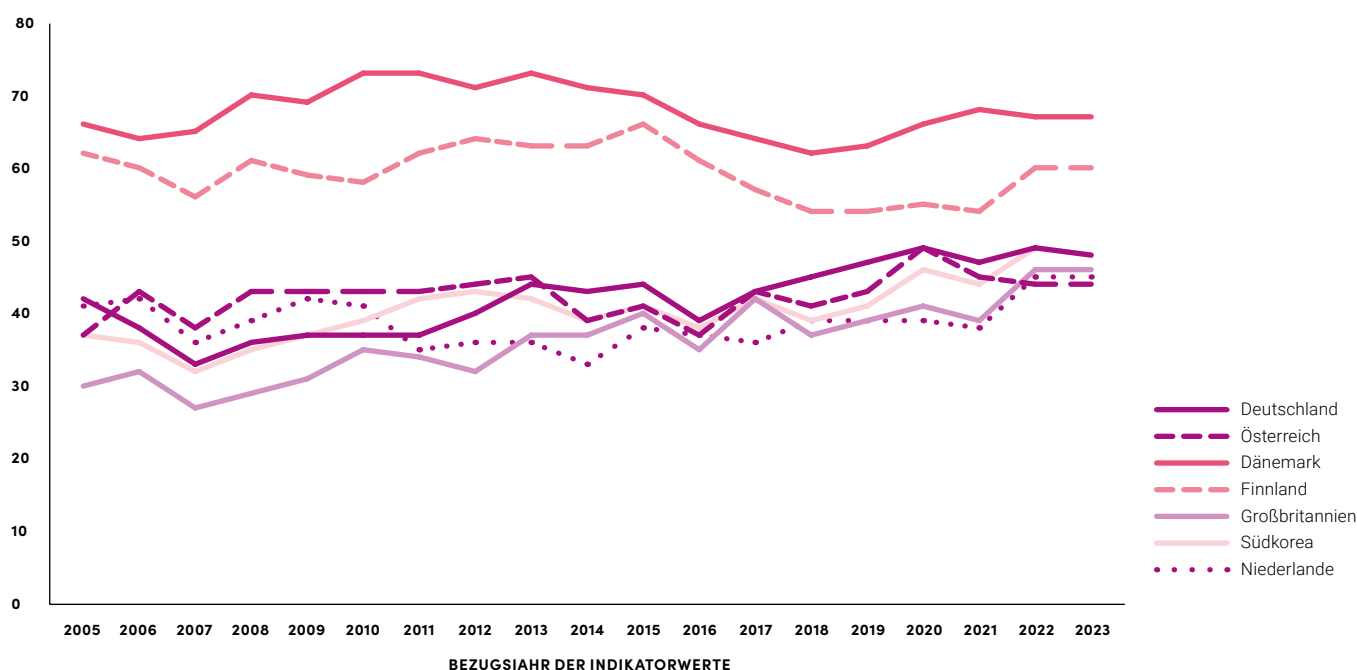
Südkorea, das im letzten Jahr noch nicht in der Gruppe der führenden Nationen war, hat ein ähnliches Profil wie Deutschland ohne sehr ausgeprägte Stärken und Schwächen. Es erzielt aber anders als Deutschland vor allen Dingen mit guten Positionierungen im Bereich der Wirtschaft, wie zum Beispiel umweltrelevante Patente (79 Punkte), vergleichsweise hohe Werte. Auch

NACHHALTIGKEIT: RANKING UND INDEXWERTE DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	VOLKSWIRTSCHAFT	INDEXWERT
1	DÄNEMARK	67
2	FINNLAND	60
3	DEUTSCHLAND	48
4	SÜDKOREA	48
5	GROSSBRITANNIEN	46
6	NIEDERLANDE	45
7	ÖSTERREICH	44
8	SCHWEDEN	44
9	JAPAN	43
10	FRANKREICH	43
11	NORWEGEN	41
12	PORTUGAL	39
13	BELGIEN	36
14	ITALIEN	36
15	SCHWEIZ	34
16	TSCHECHIEN	34
17	UNGARN	29
18	SPANIEN	29
19	AUSTRALIEN	26
20	CHINA	25
21	KANADA	25
22	POLEN	23
23	GRIECHENLAND	22
24	SINGAPUR	21
25	TAIWAN	21
26	MEXIKO	19
27	USA	17
28	SÜDAFRIKA	15
29	IRLAND	14
30	ISRAEL	12
31	TÜRKEI	12
32	INDIEN	12
33	BRASILIEN	11
34	INDONESIEN	2
35	RUSSLAND	0

Quelle: Innovationsindikator 2024

NACHHALTIGKEIT: ENTWICKLUNG VON VOLKSWIRTSCHAFTEN MIT HOHEM INDEXWERT



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

bei Umweltsteuern (64) und staatlicher Förderung von Umwelt und Energie (77) positioniert es sich stark. Den deutlichen Schritt nach vorne im internationalen Ranking begründen insbesondere die Indikatorwerte beim Anteil der FuE-Ausgaben in energetischen Schlüsselfeldern sowie bei umweltrelevanten Patenten. Die Niederlande, die ebenfalls neu in dieser Gruppe sind, haben ihre Stärken beim Konsumverhalten (100) sowie den Umweltsteuern. Bei den Umweltinnovationen kommen die Niederlande hingegen nur auf bescheidene 21 Punkte.

Großbritannien, das ähnlich wie die Niederlande starke Werte beim umweltfreundlichen Kaufverhalten (79) hat, erzielt eine gute Positionierung bei den ISO-14001-Zertifizierungen. Sehr schlecht schneidet es bei den umweltrelevanten Patenten ab, wo es nur sieben Zähler erreicht. Auch bei den Umweltinnovationen ist es mit 32 Punkten nicht gut aufgestellt. Im Bereich grüner Erfindertätigkeit sowie Innovationen hat Großbritannien also Schwächen.

GROSSE VOLKSWIRTSCHAFTEN

Innerhalb der Gruppe der großen Volkswirtschaften hatten zuletzt insbesondere Großbritannien und Südkorea ihre Plätze im Ranking verbessert. Gleiches traf auf China sowie Frankreich zu, die jedoch beide am aktuellen Rand wieder an Boden verloren haben. China kam zu Beginn der Erfassungsperiode nur auf 14 Punkte. Im Jahr 2022 erreichte es bereits 31 Punkte, wobei seit 2010 die punktemäßigen Zugewinne eher gering waren. Im aktuellen Berichtsjahr kam China nur noch auf 25 Zähler. Die chinesische Regierung hatte bereits seit Mitte der 2000er-Jahre in der Phase der aufstrebenden wirtschaft-

lichen Entwicklung auf nachhaltige Energieversorgung und Umweltinnovationen gesetzt, ein Trend, der sich in jüngeren Perioden noch verstärkte.

Kritiker sahen darin aber in vielen Bereichen lediglich ein Greenwashing der Forschungs-, Innovations- und Wirtschaftspolitik, vor allem, weil die klassische Energieversorgung weiter aufrechterhalten wurde, das heißt hauptsächlich Kohleverstromung. Gleichzeitig hat die chinesische Regierung nicht nur auf erneuerbare Energien gesetzt, sondern auch massiv in die Atomenergie investiert. Begründet wurde der weiterhin bestehende Energiemix insbesondere damit, dass der schnell ansteigende



DAS DEUTSCHE SYSTEM IST IN DER BREITE AUF NACHHALTIGKEIT AUSGERICHTET UND LEISTET SICH KEINE AUSGEPRÄGTEN SCHWÄCHEN. «



FRANKREICHS AUSGEPRÄGTE STÄRKEN LIEGEN BEI DEN UMWELTBEOZUGENEN REGULIERUNGEN. «

NACHHALTIGKEIT: GESAMTRANKING DER VOLKSWIRTSCHAFTEN

RANG	2005	2010	2015	2020	2023
1	DÄNEMARK	DÄNEMARK	DÄNEMARK	DÄNEMARK	DÄNEMARK
2	FINNLAND	FINNLAND	FINNLAND	FINNLAND	FINNLAND
3	JAPAN	NORWEGEN	ITALIEN	NORWEGEN	DEUTSCHLAND
4	UNGARN	SCHWEDEN	SCHWEDEN	DEUTSCHLAND	SÜDKOREA
5	SCHWEDEN	ÖSTERREICH	NORWEGEN	ÖSTERREICH	GROSSBRITANNIEN
6	SCHWEIZ	NIEDERLANDE	JAPAN	ITALIEN	NIEDERLANDE
7	DEUTSCHLAND	UNGARN	DEUTSCHLAND	FRANKREICH	ÖSTERREICH
8	NIEDERLANDE	KANADA	FRANKREICH	SCHWEDEN	SCHWEDEN
9	BELGIEN	TSCHECHIEN	SCHWEIZ	SÜDKOREA	JAPAN
10	NORWEGEN	SCHWEIZ	SÜDKOREA	GROSSBRITANNIEN	FRANKREICH
11	ÖSTERREICH	SÜDKOREA	ÖSTERREICH	JAPAN	NORWEGEN
12	SÜDKOREA	JAPAN	GROSSBRITANNIEN	SCHWEIZ	PORTUGAL
13	TSCHECHIEN	DEUTSCHLAND	NIEDERLANDE	TSCHECHIEN	BELGIEN
14	AUSTRALIEN	ITALIEN	TAIWAN	NIEDERLANDE	ITALIEN
15	FRANKREICH	AUSTRALIEN	AUSTRALIEN	TAIWAN	SCHWEIZ
16	KANADA	GROSSBRITANNIEN	KANADA	KANADA	TSCHECHIEN
17	ITALIEN	FRANKREICH	BELGIEN	BELGIEN	UNGARN
18	GROSSBRITANNIEN	SPANIEN	PORTUGAL	PORTUGAL	SPANIEN
19	MEXIKO	TAIWAN	TSCHECHIEN	AUSTRALIEN	AUSTRALIEN
20	SPANIEN	CHINA	POLEN	CHINA	CHINA
21	PORTUGAL	BELGIEN	CHINA	UNGARN	KANADA
22	GRIECHENLAND	MEXIKO	UNGARN	GRIECHENLAND	POLEN
23	SINGAPUR	PORTUGAL	SPANIEN	SPANIEN	GRIECHENLAND
24	POLEN	POLEN	GRIECHENLAND	SINGAPUR	SINGAPUR
25	SÜDAFRIKA	SINGAPUR	MEXIKO	MEXIKO	TAIWAN
26	IRLAND	TÜRKEI	SINGAPUR	POLEN	MEXIKO
27	ISRAEL	GRIECHENLAND	TÜRKEI	INDIEN	USA
28	TÜRKEI	IRLAND	SÜDAFRIKA	USA	SÜDAFRIKA
29	USA	ISRAEL	BRASILIEN	TÜRKEI	IRLAND
30	CHINA	USA	INDIEN	BRASILIEN	ISRAEL
31	TAIWAN	BRASILIEN	IRLAND	INDONESIEN	TÜRKEI
32	RUSSLAND	SÜDAFRIKA	USA	SÜDAFRIKA	INDIEN
33	INDIEN	RUSSLAND	ISRAEL	ISRAEL	BRASILIEN
34	BRASILIEN	INDIEN	INDONESIEN	IRLAND	INDONESIEN
35	INDONESIEN	INDONESIEN	RUSSLAND	RUSSLAND	RUSSLAND

Quelle: Innovationsindikator 2024

Energiebedarf in China andernfalls nicht gedeckt werden könne. Während der Corona-Pandemie, so scheint es, sind die Anstrengungen der chinesischen Regierung zum Ausbau nachhaltiger Energietechnologien in Relation zur gesamten wirtschaftlichen Entwicklung in dieser Phase und im Vergleich zu den Anstrengungen anderer Länder zurückgefallen. Eine abschließende Bewertung dieser Phase ist erst mit etwas Abstand zu erreichen.

Chinas Stärken lagen im Indikator „Nachhaltig wirtschaften“ wie zuvor bei den ISO-Zertifizierungen (100 Punkte). Bei den anderen Einzelindikatoren liegt China aber deutlich zurück. Dies betrifft auch den Staat, der weder bei den Umweltsteuern (null Punkte) noch in Bezug auf umweltbezogene Regulierung (27 Punkte) besonders aktiv war, obwohl öffentlich-politische Willenserklärungen etwas anderes suggerieren.

In der Tendenz an Boden verloren hat insbesondere Japan. Zu Beginn der Beobachtungsperiode lag es noch bei 50 Punkten und zum Teil darüber. 2023 erreichte Japan nur noch 43 Zähler. Stärken lagen dabei vor allen Dingen bei den ISO-Zertifizierungen (100) sowie der staatlichen Förderung von Umwelt und Energie (75 Punkte). Schwach aufgestellt ist Japan bei umweltrelevanten wissenschaftlichen Publikationen (null) sowie beim Export nachhaltiger Güter (sieben).

Nach wie vor schwach aufgestellt sind innerhalb der großen Volkswirtschaften die USA, die zuletzt 17 Punkte erreichten, womit die USA im Vergleich zum Vorjahresbericht auf ein sehr ähnliches Ergebnis kommen. Pro-

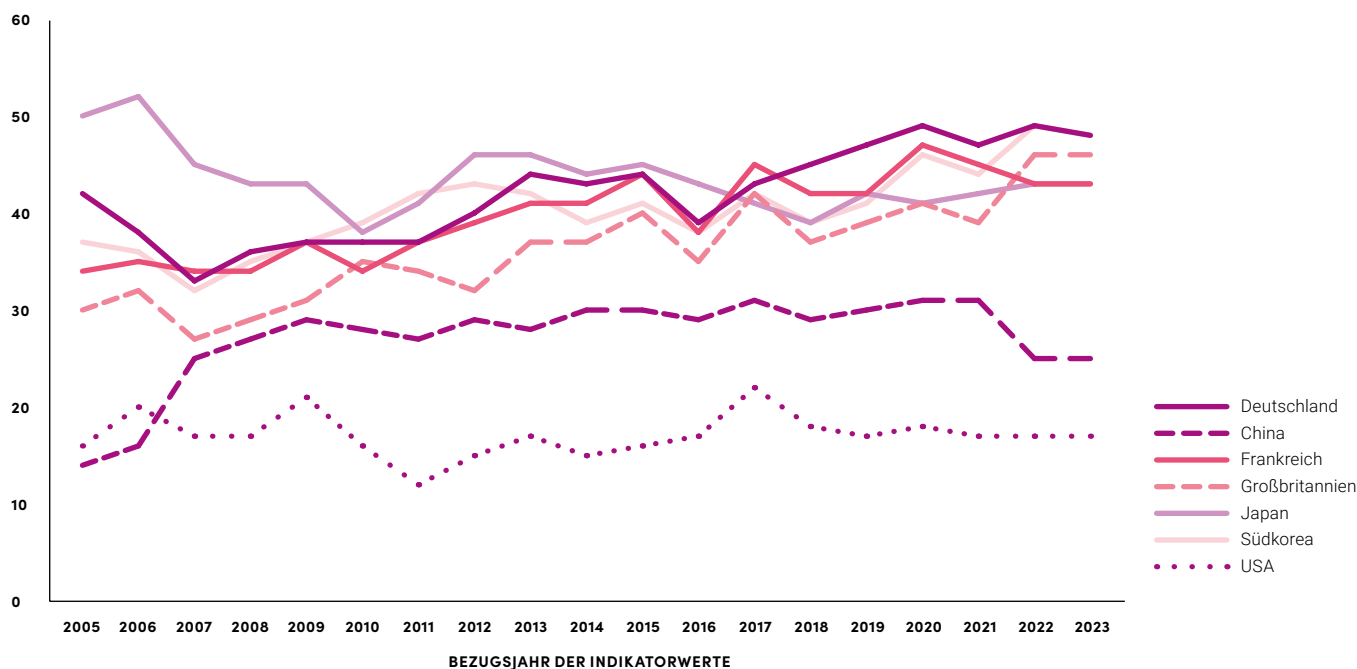
blematisch bleibt, dass sie bei nahezu allen Indikatoren unterdurchschnittlich abschneiden. Null Punkte haben die USA beim Export nachhaltiger Güter sowie bei den Umweltsteuern. Diese Ergebnisse zeigen mit Blick auf den geringen Exporterfolg deutlich, dass mit einer geringen Ausrichtung auf das Thema Nachhaltigkeit auch ökonomische Kosten verbunden sind. Akzeptable Werte werden bei der FuE in erneuerbaren Energien sowie der Förderung von Umwelt und Energie erreicht, auch wenn die USA hier mit 37 und 38 Zählern stets unterhalb des Durchschnitts liegen.

Frankreichs ausgeprägte Stärken liegen in erster Linie bei den umweltbezogenen Regulierungen, wo es auf den Bestwert von 100 Punkten kommt. Mit zwei und 14 Punkten schlecht aufgestellt ist es bei den umweltbezogenen Patenten und Publikationen. Japan und Südkorea teilen in weiten Teilen ihre Stärken. So zeichnen sich beide Nationen durch eine ausgeprägte Förderung von FuE im Bereich Umwelt und Energie aus. Dementsprechend können auch beide Länder bezüglich der FuE-Ausgaben für erneuerbare Energien sowie Energieeffizienz punkten. Schwächen haben beide Länder bei den Exporten von nachhaltigen Gütern.

POSITIVER TREND IN SÜD- UND MITTELEUROPA

In der Gruppe der Volkswirtschaften aus Süd- und Mitteleuropa konnte Italien den positiven Trend der Vorjahre nicht fortsetzen. Während es 2020 noch auf 47 Punkte kam, war es bis 2023 auf 36 Punkte abgesackt. Stark

NACHHALTIGKEIT: ENTWICKLUNG GROSSER VOLKSWIRTSCHAFTEN



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

zurückgefallen ist ebenfalls Ungarn, das mit ursprünglich 48 Zählern sehr weit vorne lag. 2022 wurden nur noch 29 Punkte erreicht. Deutliche Rückgänge hat Ungarn bei den FuE-Aufwendungen in energetischen Schlüssel-feldern und beim Umweltindex zu verzeichnen. Demgegenüber konnte Portugal im Zeitraum von 2005 bis 2023 um 13 auf zuletzt 39 Punkte zulegen. Die meisten anderen Länder in Süd- und Mitteleuropa haben ihre Punktzahl nur wenig verändert. So auch Spanien, das zuletzt 29 Zähler erreicht (plus zwei gegenüber 2005).

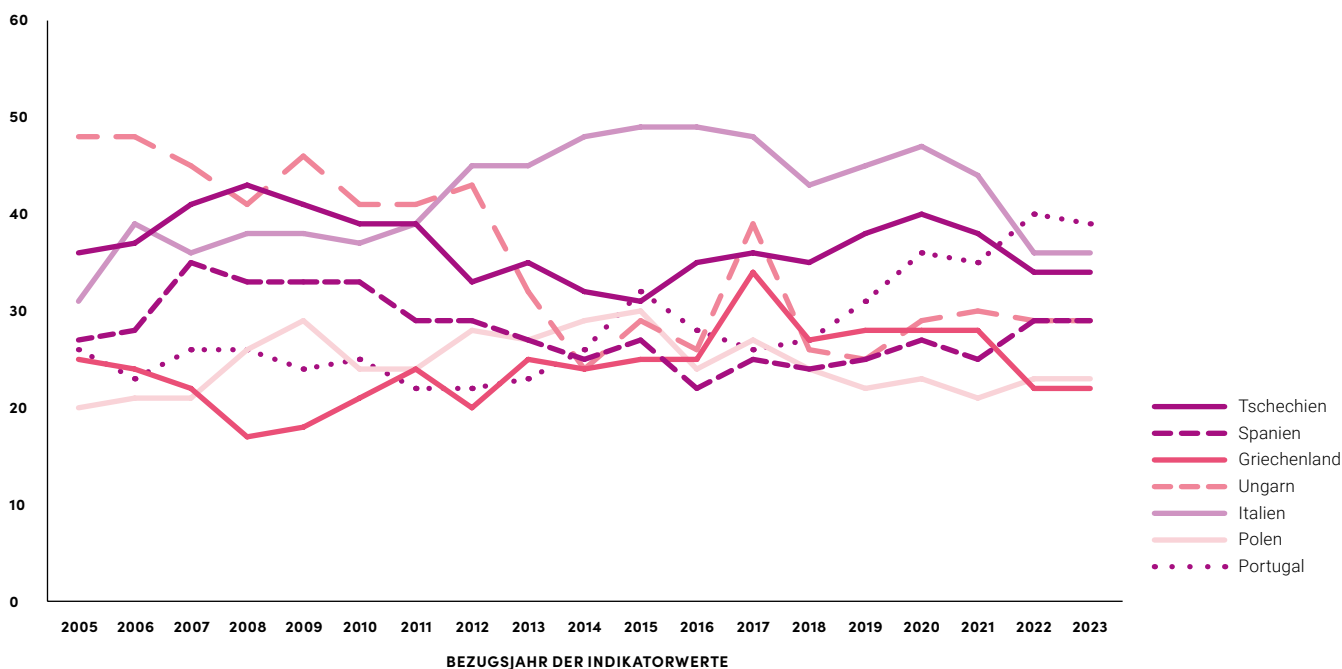
Beachtenswert ist, dass sich alle Volkswirtschaften in Süd- und Mitteleuropa eine Stärke und eine Schwäche teilen. So liegen alle betrachteten Länder, mit Ausnahme von Spanien (35), bei den Umweltsteuern in Relation zum gesamten Steueraufkommen recht weit vorne. Griechenland erreicht hier sogar 100 Zähler. Alle anderen Länder überschreiten 50 Punkte. Bei den Umweltpatenten hingegen erreicht kein Land die zehn Punkte, was sich zumindest teilweise durch die allgemein unterdurchschnittlichen Patentierungsaktivitäten in dieser Ländergruppe erklären lässt. Ansonsten zeigen sich einige interessante Aspekte: Das sonst eher als wenig gründerfreundlich geltende Italien erreicht bei den grünen Frühphasen-Investitionen immerhin 53 Punkte. Das starke Absacken gegenüber 2021 lässt sich ferner auf eine massive Verschlechterung bei den ISO-14001-Zertifizierungen zurückführen. Hier erreichte Italien 84 Punkte, kommt nun aber nur noch auf 13. Nahezu alle Länder in dieser Vergleichsgruppe zeichnen sich durch eine recht hohe staatliche Unterstützung für FuE im Bereich Umwelt und Energie aus. Ungarn führt die Gruppe hier nun sogar mit

dem Bestwert von 100 Punkten (2021: 81) an. Ausreißer nach unten ist Polen, das traditionell stark auf fossile Rohstoffe (Kohle) setzt. Immerhin konnte es seinen Wert gegenüber 2021 leicht von null auf elf Zähler erhöhen. Bei Portugal zeigt diese staatliche Förderung auch Wirkung, denn bei den FuE-Aktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien erreicht Portugal 67 Punkte, was einem Plus von einem Zähler gegenüber dem Vorjahresbericht entspricht. Tschechien liegt hier mit unveränderten 40 Zählern an zweiter Stelle. Wie im Vorjahr erzielen hier Spanien (zwölf Punkte) und Griechenland (null Punkte) schlechte Ergebnisse. Ökonomische Erfolge im Sinne eines positiven Handelsbilanzsaldos mit nachhaltigen Gütern können vor allen Dingen Tschechien (100 Punkte) und Ungarn (86 Punkte) vorweisen, das heißt, sie exportieren deutlich mehr dieser Güter als sie importieren. Portugal hat Stärken im Bereich der Wissensgenerierung. Bei Umweltpublikationen erreicht es 67 Punkte. Insgesamt ergibt sich für Portugal ein Bild der Spezialisierung im Bereich der Nachhaltigkeit, die vor allen Dingen durch staatliche Unterstützung nachhaltiger Wirtschaftsaktivitäten zustande kommt. Bei Unternehmen besteht hier aber wie bei den meisten anderen Ländern in der Vergleichsgruppe weiterhin noch Ausbaupotenzial.

SCHWELLENLÄNDER

In der Gruppe der Schwellenländer gibt es sowohl Gewinner als auch Verlierer. So hat Russland seit 2005 deutlich eingebüßt. Kam es zum Anfang der Beobachtungsperiode noch auf bis zu 15 Punkte, war es zuletzt auf rechnerische null Punkte abgefallen. Dabei erreicht es bei

NACHHALTIGKEIT: ENTWICKLUNG VON VOLKSWIRTSCHAFTEN IN SÜD- UND MITTELEUROPA



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

NACHHALTIGKEIT: ENTWICKLUNG VON VOLKSWIRTSCHAFTEN IN SCHWELLENLÄNDERN



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI

fast allen Indikatoren, so auch bei der Entwicklung von Umweltinnovationen in Unternehmen als Anteil an allen Innovationen (zwei Punkte), nur den jeweiligen Minimalwert. Verluste verzeichnete ebenfalls Mexiko (19 Punkte 2023 gegenüber 28 Punkten 2005) und Südafrika (15 Punkte 2023 gegenüber 19 Punkten 2005). An Boden verloren hatte auch die Türkei, die zuletzt zwölf Punkte erreicht hat (minus fünf gegenüber 2005). Hinzugewinnen konnten Indien und Brasilien. Während Indien 2005 nur sieben Punkte erreichte, sind es im aktuellen Ranking immerhin zwölf Punkte. Brasilien steigerte seinen Wert von sieben auf elf Punkte.

Alle Schwellenländer zeichnen sich durch sehr niedrige Werte im Bereich umweltrelevanter Publikationen und Patente aus. Dies spiegelt auch eine allgemeine Schwäche dieser Nationen wider, Patente und Publikationen hervorzubringen. Außerdem zeigen alle Länder Schwächen im Bereich der Umweltregulierung. Den höchsten Wert erzielt hier noch die Türkei mit 16 Punkten gefolgt von Indien mit 14 Punkten. Brasilien, Indonesien, Mexiko, Russland und Südafrika kommen nur auf null Punkte. Ebenso sind die Exporte von nachhaltigen Gütern in den meisten Ländern gering. Hier liegen Mexiko und die Türkei mit 19 Punkten noch auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Südafrika erreicht sieben Zähler. Alle anderen Länder kommen auf null Punkte. Die Daten bezüglich der FuE-Förderung sowie der FuE-Aktivitäten im umweltrelevanten Bereich sind in dieser Vergleichsgruppe lückenhaft. Interessant ist aber, dass Mexiko bei der staatlichen FuE-Förderung im Bereich Umwelt und Energie sogar 100 Punkte erzielt, da solch eine ausgeprägte staatliche Aktivität für Schwellenländern ungewöhnlich ist. Ebenso

ermuntern ist, dass mit Südafrika und Brasilien immerhin zwei der Schwellenländer in Bezug auf die Umweltinnovationen in Unternehmen mit 27 beziehungsweise 28 Punkten zwar keine Spitzenwerte, aber doch solide Ergebnisse erzielen. Damit liegen diese beiden Länder bezüglich dieses Indikators sogar deutlich vor vielen der süd- und mitteleuropäischen Länder. Hinzu kommt, dass sowohl die Türkei als auch Südafrika bei den Umweltsteuern mit Werten von 63 und 73 Zählern hohe Ergebnisse erzielen.



DIE SCHWELLENLÄNDER ZEIGEN SCHWÄCHEN DARIN, PATENTE UND PUBLIKATIONEN HERVORZUBRINGEN. «

EMPFEHLUNGEN



TRANSPARENZ UND STRATEGIEFÄHIGKEIT DER INNOVATIONS- UND TECHNOLOGIEPOLITIK STÄRKEN

Innovations- und Technologiepolitik hat über die stärkere Missionsorientierung deutlich an Direktionalität gewonnen. Typisch ist dabei eine Multidimensionalität von Zielsetzungen, sodass neben wettbewerbspolitischen und ökonomischen Zielen auch nachhaltigkeitsorientierte Ziele eine große Rolle spielen. Insofern verbindet sich mit nachhaltigkeitsorientierter Technologie- und Innovationspolitik auch die Hoffnung einer „doppelten Rendite“ durch die Schaffung neuer Märkte bei einer gleichzeitigen Verbesserung im Bereich des nachhaltigen Wirtschaftens. Allerdings erfordert dies, dass wirtschaftliche und umweltbezogene Ziele sorgfältig gegeneinander abgewogen und in Einklang gebracht werden. Dies macht ein sehr hohes Maß an Strategiefähigkeit und Planung nötig. Auch stehen stärker gestaltende Politikansätze häufig vor der Herausforderung, dass politische Entscheidungen durch Partikularinteressen vereinnahmt werden. Dies gilt es zu verhindern. Zur Schaffung eines ausreichenden Maßes an Strategiefähigkeit muss die Organisation der Innovations- und Technologiepolitik fundamental neu gedacht werden. Ein wichtiger Ansatzpunkt ist insbesondere die

Schaffung klarer und transparenter Zuständigkeiten in der Administration, um die Koordination von Politiken auch über Ressortgrenzen hinweg zu gewährleisten.

Derzeitig sind die Prozesse in der deutschen Innovations- und Technologiepolitik aber durch eine Zersplitterung der Verantwortlichkeiten gekennzeichnet. Dabei sind nicht nur eine oft unklare Ressortabgrenzung, sondern auch die Schaffung von neuen Organisationen und Agenturen mit oft eng abgegrenzten Tätigkeitsbereichen ein Problem. Dies macht politische Prozesse weniger transparent und erhöht dadurch die Gefahr einer politischen Vereinnahmung. Ferner führt dies häufig zu einer fehlenden strategischen Priorisierung und somit zu unterkritischer Ressourcenausstattung in den einzelnen Politikfeldern. Eine stärkere Konzentration der Ressourcen und Verantwortlichkeiten in der Innovations- und Technologiepolitik ist daher ein wichtiger Ansatzpunkt.

STABILE UND VERLÄSSLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE GESELLSCHAFTLICHEN AKTEURE SCHAFFEN

Gesellschaftliche Transformationsprozesse haben oft disruptive Elemente. Allerdings zeichnen sie sich wegen ihres systemischen Charakters auch durch lange Umsetzungszeiträume aus. Gleichzeitig erfordern sie konzentrierte und hohe Investitionen der beteiligten Akteure, zum Beispiel der Wirtschaft, in die Erforschung und Implementierung neuer umweltfreundlicher Technologien. Eine wichtige Aufgabe der deutschen Innovationspolitik ist es, durch die Schaffung langfristiger, verlässlicher und vor allem stringenter Rahmenbedingungen zur Planungssicherheit beizutragen.

Die gilt besonders für Innovationen zum Klima- und Umweltschutz. Hier ist ein Zusammenwirken von Innovations-, Energie- und Umweltpolitik gefordert. In der Klimaproblematik kommt dem europäischen Emissionshandel und den verbindlichen Emissionszielen eine wichtige Funktion zu. Um Innovationswirkungen zu erzielen, sind die festgelegten Ziele und Emissionspfade verlässlich fortzuführen. Zum anderen kann Innovationswirkung von neuen Instrumenten wie den Ausschreibungen zum Europäischen Innovationsfonds (zum Beispiel zu energieintensiven Industrieprozessen) oder den in Deutschland bereits eingeführten Klimaschutzverträgen erwartet werden. Beide Instrumente verstetigen die Wirkung des Emissionshandels. In anderen Umweltpolitikbereichen ist es erforderlich, entsprechende Rahmenbedingungen erst noch zu schaffen bzw. anzupassen, so zum Beispiel bei der Novellierung der Abwasserabgabe und der Ausrichtung der Gewässerschutzpolitik auf neue Herausforderungen. Gleichzeitig müssen sektorale Koordinationsprobleme gelöst werden, wie sie typischerweise beim Aufbau von kostspieligen Infrastrukturen auftreten, die erst die Voraussetzung für eine breite Diffusion neuer technologischer Lösungen schaffen, aber ihrerseits eine klare Vorstellung erfordern, welche Technologien sich wie schnell durchsetzen werden. Typische Beispiele hierfür sind der Aufbau von Ladeinfrastrukturen oder von Wasserstoffnetzen. Hier muss die Politik dazu beitragen, durch die Etablierung von Verständigungs- und Abstimmungsprozessen und unterstützende Maßnahmen diese Koordinationsprobleme zu lösen.

DIE SCHAFFUNG ZIRKULÄRER GESCHÄFTSMODELLE FÖRDERN

Die Innovationsförderung in der EU ist traditionell stark auf die Entwicklung neuer Technologien ausgerichtet. Unbestritten spielen neue, disruptive Technologien eine bedeutende Rolle bei der Bewältigung nachhaltigkeitsbezogener Herausforderungen. Allerdings verdeckt dieser Fokus die Tatsache, dass eine sozialökonomische Transformation der Wirtschaft häufig primär von der Entwicklung neuer zirkulärer Geschäftsmodelle abhängt. Diese Modelle können zwar auf neuen Technologien basieren, erfordern jedoch ebenso die Umgestaltung ganzer Wertschöpfungsketten. Ein besonders wichtiges Beispiel ist das Recycling von Rohstoffen, wie zum Beispiel seltenen Erden für die Batterieproduktion. Hierdurch können nicht nur Nachhaltigkeitsgewinne erzielt, sondern auch die Abhängigkeit von Rohstofflieferanten reduziert werden, was letztlich die Technologiesouveränität der heimischen Wirtschaft stärkt.

Die Forschung hat gezeigt, dass selbst die Nutzung vorhandener Technologien zur Erreichung eines höheren Niveaus an Nachhaltigkeit nicht einfach ist, da bestehende Geschäftsmodelle transformative Änderungen mindestens in der kurzen Frist oft ökonomisch unattraktiv erscheinen lassen. Um eine nachhaltigkeitsorientierte Transformation der Wirtschaft zu beschleunigen, sollten Förderprogramme breiter gefasst werden, um auch die Entstehung neuer zirkulärer Geschäftsmodelle zu fördern. Hierzu müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden.

DAS KONZEPT HINTER DER STUDIE

Methodik des Innovationsindikators

Seit dem vergangenen Jahr nimmt der Innovationsindikator stärker eine funktionale Perspektive ein, um die Veränderung von Innovationsprozessen und die Dynamik in den Systemen besser erfassen zu können. Außerdem werden so Faktoren und Technologien, die für die zukünftige Innovationsfähigkeit relevant sind, besser berücksichtigt. Mit der funktionalen Perspektive wird der Blick stärker auf die zu erfüllenden Funktionen und das Zusammenwirken von Akteursgruppen innerhalb der Innovationssysteme der Länder gerichtet. Durch diese Änderung sollen zum einen neuere wissenschaftliche Erkenntnisse im Bereich der Innovationssystemtheorie berücksichtigt werden. Zum anderen ermöglicht die funktionale Perspektive eine engere Verzahnung mit aktuellen Themen und Diskussionen der Innovationspolitik. Ein Vergleich der Leistungsfähigkeit der Länder in Hinsicht auf diese Funktionen ist damit der Gegenstand der durchgeführten Analysen.

Kompositindikatoren wie der Innovationsindikator basieren auf Zusammenfassungen von Einzelindikatoren, die für die Aggregation auf eine einheitliche Skala gebracht werden müssen. Im Innovationsindikator werden drei Funktionen von Innovationssystemen über drei getrennt voneinander berechnete Kompositindikatoren erfasst. Alle drei Funktionen werden als eigenständige Zielfunktionen empirisch erfasst und analysiert:

- Innovationen hervorbringen
- Zukunftsfelder durch Schlüsseltechnologien entwickeln
- Nachhaltig wirtschaften

Bei der Berechnung von Kompositindikatoren sind drei wesentliche Stufen zu durchlaufen, nämlich die Auswahl der Indikatoren (Selektion), die Normalisierung der Werte und die Aggregation der Einzelwerte zu einem Index.⁴

AUSWAHL DER INDIKATOREN (SELEKTION)

Die Liste der verwendeten Einzelindikatoren für die Berechnung der Indexwerte der drei Funktionen sind in den jeweiligen Kapiteln zu finden. Die Einzelindikatoren wurden in einem dreistufigen Auswahlprozess festgelegt. Zunächst wurde eine Liste von Indikatoren erstellt, die in der konzeptionellen wissenschaftlichen Literatur zur Innovationsforschung sowie in der empirischen Innovationsindikatorik häufig herangezogen werden. Danach wurden die Indikatoren den Stufen im Innovationsprozess, von Inputs über Throughputs bis Outputs, zugeordnet und auf eine gleichmäßige Repräsentation der Stufen geachtet. Schließlich wurde eine statistische Analyse der Einzelindikatoren vorgenommen, um Einzelindikatoren mit einer hohen Aussagekraft und geringer Redundanz zu anderen Indikatoren zu identifizieren. Hierfür wurde auf Korrelations- und Faktorenanalysen zurückgegriffen. Indikatoren mit sehr geringer Abdeckung sowie großer Überlappung in der erklärten Varianz wurden aus dem Auswahlset entfernt, um im statistischen Sinn ein möglichst sparsames Modell zu erreichen.

NORMALISIERUNG

Die Normalisierung ist notwendig, um die Einzelindikatoren von ihren ursprünglichen Messeinheiten unabhängig zu machen und sie anschließend miteinander verrechnen zu können. Hierfür wird ein Indikatorwert eines Landes in Relation zum Indikatorwert einer Vergleichsgruppe gesetzt. Als Vergleichsgruppe dienen folgende Länder: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Japan, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechien, USA. Dabei wurden jene Länder ausgewählt, zu denen für fast alle Einzelindikatoren Messwerte für möglichst alle betrachteten Jahre vorliegen. Die Länder der Benchmark-Gruppe sollen stabile Werte beziehungsweise stabile Trends aufweisen, um eine Stabilität des Benchmarks über die Zeit sicherzustellen. Würde der Benchmark sich in jedem Jahr massiv ändern, dann würden sich auch die Werte der einzel-

nen Länder ändern, eventuell sogar ohne eine faktische Änderung der Originalwerte des betrachteten Landes. Aufschließende Länder oder auch Schwellenländer sind daher in der Benchmark-Gruppe nicht vertreten.

Für jeden der ausgewählten Einzelindikatoren bilden diese 19 Länder den Benchmark. Deren Indexwerte definieren jeweils die Reskalierungsspanne von null (minimaler Wert) und 100 (maximaler Wert).

Die Werte aller anderen Länder werden daran ausgerichtet, wobei Länder, die schlechter abschneiden als das schlechteste beziehungsweise besser als das beste Land in der Benchmark-Gruppe jeweils auf den minimalen (null) beziehungsweise maximalen Wert (100) gesetzt werden. Anders formuliert: Die Werte der Einzelindikatoren werden für Extremwerte außerhalb der Vergleichsgruppe der 19 Länder jeweils auf null oder auf 100 gekappt.

AGGREGATION

Die Aggregation der Einzelindikatoren ist für das jeweilige Ergebnis der Indizes von entscheidender Bedeutung. Im Innovationsindikator werden alle ausgewählten Einzelindikatoren mit demselben Gewicht berücksichtigt, das heißt, es gibt keine zusätzliche Gewichtung der einzelnen Indikatoren bei der Verrechnung. Innerhalb der drei Zielfunktionen werden also die jeweiligen Gesamtindikatoren als gleichgewichtete Mittelwerte aus den jeweiligen Einzelindikatoren berechnet. Der Grund für die Gleichgewichtung ist einerseits die einfachere Kommunizierbarkeit beziehungsweise Nachvollziehbarkeit. Andererseits stellt sowohl der theoretisch-konzeptionelle Rahmen als auch die empirisch geleitete Selektion der Einzelindikatoren sicher, dass nur für die jeweilige Funktion relevante Indikatoren berücksichtigt werden und dass gleichzeitig auch keine redundanten Indikatoren im Set vorhanden sind, sodass auch keine indirekte Gewichtung durch die Mehrfachabbildung einer Dimension mittels mehrerer Indikatoren, die das Gleiche messen, stattfindet.

LÄNDERAUSWAHL

Im Rahmen des Innovationsindikators wird eine Auswahl von 35 Ländern vergleichend analysiert. Die einbezogenen Länder umfassen dabei einerseits die etablierten Industrienationen, die eine hohe Innovationsorientierung aufweisen und im Allgemeinen auch einen intensiven Austausch von wissens- und technologieintensiven Gütern und Dienstleistungen auf den Weltmärkten betreiben. Andererseits sind auch aufstrebende Länder und „Schwellenländer“ in der Gruppe der untersuchten Volkswirtschaften enthalten. Diese umfassen zum einen die sogenannte BRICS-Gruppe (Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika), die nicht nur wegen ihrer derzeitigen oder erwarteten Dynamik, sondern auch wegen ihrer wirtschaftlichen Größe interessant für den internationalen Vergleich im Innovationsindikator sind. Zum anderen sind auch solche Länder enthalten, die entweder wissenschafts- oder

innovationspolitisch nennenswerte Entwicklungsansprüche formuliert haben (beispielsweise mitteleuropäische Länder) beziehungsweise die durch ihre Bevölkerungszahl nennenswerte absolute Zahlen erwarten lassen (beispielsweise Indonesien, Türkei, Mexiko).

HOCHRECHNUNG DER JAHRESWERTE AM AKTUELLEN RAND

Nicht für alle Indikatoren liegen statistische Daten bis zum aktuellen Berichtsjahr 2023 vor. Dies hat unterschiedliche Gründe. Bei Patenten gibt es beispielsweise eine 18-monatige Veröffentlichungsfrist. Manche Daten werden nicht jährlich erhoben und andere Statistiken brauchen schlichtweg länger für die Aufbereitung und die Bereitstellung als ein halbes Kalenderjahr, das heißt, Mitte eines Jahres sind die Daten des Vorjahres noch nicht verfügbar. Um dennoch ein möglichst aktuelles Bild der drei im Innovationsindikator betrachteten funktionalen Dimensionen abgeben zu können, wurden in diesem Jahr einzelne Rohdaten bis zum Jahr 2023 hochgerechnet beziehungsweise fortgeschrieben. Dabei kamen die folgenden Regeln zum Einsatz. Im Fall von Patentdaten wurden die Daten für 2022 anhand der in den Datenbanken verfügbaren Daten der ersten fünf Monate des Jahres 2022 pro Land und Feld/Technologie geschätzt und mit dem Anteil der Patentanmeldungen der ersten fünf Monate des Jahres 2021 an allen Patentanmeldungen des Jahres 2021 ins Verhältnis gesetzt. Die so errechneten Patentzahlen wurden dann für das Jahr 2023 fortgeschrieben. Datenreihen, die im Jahr 2021 oder früher enden, wurden mithilfe von zeitreihenanalytischen Verfahren um ein Jahr nach vorne geschätzt. Anschließend wurden die Daten bis zum Jahr 2023 fortgeschrieben. Für eine Reihe von Indikatoren lagen Daten bis zum Jahr 2023 vor und konnten direkt verwendet werden. Alle Indikatoren wurden entsprechend der oben genannten Verfahren normalisiert und aggregiert, sodass gegenüber dem im Frühjahr des Jahres 2023 erschienenen Innovationsindikator 2023, der Daten bis zum Jahr 2021 abgedeckt hatte, nun zusätzlich Analysen für die Jahre 2022 und 2023 bereitgestellt werden konnten. Während der Corona-Pandemie waren die Daten in den Statistiken in einigen Ländern außergewöhnlichen und bisweilen deutlichen Änderungen unterworfen. Dies ist der Grund, weshalb wir die zeitreihenanalytischen Verfahren lediglich für die Schätzung eines Jahres (2022) verwendet haben, denn bei starken Änderungen im Zeitverlauf steigt die Unsicherheit für längere Schätzreihen stark an. Dies wollten wir vermeiden. Dennoch sind einige der Indikatoren auf Basis von Schätzungen beziehungsweise Hochrechnungen zustande gekommen und können von den tatsächlichen Werten für das jeweilige Jahr, die künftig veröffentlicht werden, abweichen. Wir sind jedoch zuversichtlich, mit der gewählten Methode und unter den gegebenen Umständen, die bestmögliche Schätzung durchgeführt zu haben.

Weitere Details zur Methodik finden Sie im englischsprachigen Methodendokument.

innovationsindikator.de/methodik

ENDNOTEN

- 1 Vgl. Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S. & Rickne, A. (2008): Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429.
- 2 Die Referenzgruppe umfasst alle im Innovationsindikator abgebildeten Länder, für die zu möglichst vielen Einzelindikatoren Messwerte für möglichst viele Jahre vorliegen. Dies sind Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Japan, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechien, USA.
- 3 Da für Taiwan eine Reihe von Daten nicht vorliegen (insbesondere Außenhandelsdaten), werden statt der 35 Länder lediglich 34 Länder im Rahmen der Analysen der Schlüsseltechnologien untersucht.
- 4 Siehe beispielsweise Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S.; Hoffmann, A. & Giovanni, E. (2005): *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, OECD Statistics Working Paper STD/DOC(2005)3, Paris: OECD.

PROJEKTPARTNER



Der BDI ist die Spitzenorganisation der deutschen Industrie und der industrienahe Dienstleister. 39 Branchenverbände, 15 Landesvertretungen und mehr als 100.000 Unternehmen mit rund acht Millionen Beschäftigten machen den Verband zur Stimme der deutschen Industrie. Der BDI setzt sich für eine moderne, nachhaltige und erfolgreiche Industrie in Deutschland, Europa und der Welt ein.

[bdi.eu](https://www.bdi.eu)



Roland Berger ist eine weltweit führende Strategieberatung mit einem breiten Leistungsangebot für alle relevanten Branchen und Unternehmensfunktionen. Roland Berger wurde 1967 gegründet und hat den Hauptsitz in München. Die Strategieberatung ist vor allem für ihre Expertise in den Bereichen Transformation, industriübergreifende Innovation und Performance-Steigerung bekannt und hat sich zum Ziel gesetzt, Nachhaltigkeit in all ihren Projekten zu verankern. Im Jahr 2023 verzeichnete Roland Berger einen Umsatz von über einer Milliarde Euro.

[rolandberger.com](https://www.rolandberger.com)



Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI forscht in sieben Kompetenzzentren mit insgesamt 28 Geschäftsfeldern für die Praxis und versteht sich als unabhängiger Vordenker für Gesellschaft, Politik und Wirtschaft. Unsere Kompetenz im Bereich der Innovationsforschung stützt sich auf die Synergie aus technischem, wirtschaftlichem und sozialwissenschaftlichem Wissen unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Bei unserer Arbeit wenden wir nicht nur ein breites Spektrum fortgeschrittener wissenschaftlicher Theorien, Modelle, Methoden und sozialwissenschaftlicher Messinstrumente an, sondern entwickeln diese auch unter Nutzung der empirischen Erkenntnisse aus den durchgeführten Forschungsprojekten kontinuierlich weiter.

[isi.fraunhofer.de](https://www.isi.fraunhofer.de)



Das ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung in Mannheim ist ein gemeinnütziges wirtschaftswissenschaftliches Forschungsinstitut. Es ist Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft. Es wurde 1990 auf Initiative der baden-württembergischen Landesregierung, der Wirtschaft des Landes und der Universität Mannheim gegründet und nahm im April 1991 die Arbeit auf. Seitdem hat sich das ZEW als eines der führenden deutschen Wirtschaftsforschungsinstitute mit hoher europäischer Reputation etabliert.

[zew.de](https://www.zew.de)

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Bundesverband der
Deutschen Industrie e.V. (BDI)
Breite Straße 29
10178 Berlin

Roland Berger Holding GmbH & Co. KgaA
Sederanger 1
80538 München

AUTORINNEN UND AUTOREN

Rainer Frietsch, Christian Rammer, Torben Schubert,
Cecilia Garcia Chavez, Sonia Gruber, Valeria Maruseva,
Rainer Walz

VERANTWORTLICH

Iris Plöger (BDI, Mitglied der Hauptgeschäftsführung),
Stefan Schaible (Roland Berger, Global Managing Partner)

REDAKTION

Dr. Rainer Frietsch (Fraunhofer ISI), Prof. Dr. Torben Schubert
(Fraunhofer ISI), Dr. Christian Rammer (ZEW), Dr. Carsten Wehmeyer (BDI),
Laura Biehn (Roland Berger), Dr. David Born (Roland Berger)

GRAFIK UND LAYOUT

SeitenPlan GmbH, Dortmund

STAND

September 2024

COPYRIGHT

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI), Roland Berger



**INNOVATIONEN
MÜSSEN WIR ALLE
WOLLEN. DAS KANN
NICHT NUR DIE
AUFGABE EINIGER
WENIGER SEIN. «**