



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 29.6.2022
COM(2022) 289 final

**MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND
DEN RAT**

Strategische Vorausschau 2022

Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels im neuen geopolitischen Kontext

I. Einleitung

Die Welt erlebt derzeit grundlegende geopolitische Verschiebungen, welche wiederum die Megatrends verstärken, von denen die EU bereits betroffen ist.¹ Die langfristigen Auswirkungen der militärischen Aggression Russlands gegen die Ukraine, auch in den Bereichen Energie, Nahrungsmittel, Wirtschaft, Sicherheit, Verteidigung und Geopolitik, werden den gerechten grünen und digitalen Wandel in Europa ganz eindeutig erschweren. Diese und weitere künftige Herausforderungen werden die Europäische Union jedoch nicht von ihren langfristigen Zielen abbringen. Mit der richtigen Strategie können sie vielmehr wie ein Katalysator die Verwirklichung dieser Ziele beschleunigen. Letztlich könnte dies die Resilienz und offene strategische Autonomie der EU in verschiedenen Bereichen stärken: angefangen bei Energie, Nahrungsmitteln, Sicherheit und kritischen Versorgungsgütern, einschließlich Rohstoffen, die für den Übergang benötigt werden, bis hin zu Spitzentechnologien.

Vor diesem neuen geopolitischen Hintergrund und auf der Grundlage einer Analyse der künftigen Entwicklungen² **enthält die strategische Vorausschau 2022 eine zukunftsorientierte strategische Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen grünem und digitalem Wandel.** Beide stehen ganz oben auf der politischen Agenda der EU, und ihr Zusammenspiel wird die Zukunft maßgeblich beeinflussen. Auch für die Verwirklichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen wird ihr Erfolg von entscheidender Bedeutung sein. Zwar sind sie unterschiedlicher Art und unterliegen jeweils einer eigenen Dynamik, doch sollte genauer geprüft werden, wie ihre Verzahnung (**Twinning**) gelingen kann und wie sie einander auf diese Weise verstärken können. Ohne die Ziele und Maßnahmen des europäischen Grünen Deals, einer übergreifenden Strategie zur Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Verringerung der Umweltzerstörung bis 2050, wird der grüne Wandel nicht gelingen. Beim digitalen Wandel wurden Nachhaltigkeitsaspekte bis vor Kurzem nur in sehr eingeschränktem Maße berücksichtigt. Wie in den Mitteilungen zum Digitalen Kompass und „Fit für 55“³ dargelegt, bedarf der digitale Wandel einer angemessenen Politikgestaltung und Governance, damit negative Nebenwirkungen verringert und sein volles Potenzial für die ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeit genutzt werden können.

Auf dem Weg bis 2050 wird das Twinning von der Fähigkeit, bestehende und neue Technologien in großem Maßstab einzusetzen, sowie von verschiedenen geopolitischen, sozialen, wirtschaftlichen und rechtlichen Faktoren abhängen. Auf der Grundlage ihrer Analyse werden in dieser Mitteilung zehn zentrale Bereiche aufgezeigt, in denen

¹ In der strategischen Vorausschau 2021 wurden Klimawandel und Umweltzerstörung, digitale Hyperkonnektivität und technologischer Wandel neben dem Druck auf Demokratie und Werte sowie weltpolitischen Verschiebungen und Demografie als die wichtigsten Megatrends ermittelt, die die offene strategische Autonomie der EU in den kommenden Jahrzehnten beeinflussen werden. COM(2021) 750 final.

² Diese Mitteilung baut auf dem „Science for Policy Report“ der Gemeinsamen Forschungsstelle auf: „*Towards a green and digital future. Key requirements for successful twin transitions in the European Union*“ (Hin zu einer grünen und digitalen Zukunft. Zentrale Voraussetzungen für einen erfolgreichen grünen und digitalen Wandel in der Europäischen Union) [<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>]. Die Vorbereitung umfasste Konsultationen mit Sachverständigen und Interessenträgern, eine öffentliche Sondierung sowie Gespräche mit Partnern des Europäischen Systems für strategische und politische Analysen und den Mitgliedstaaten im Rahmen des EU-weiten Vorausschaunetzes.

³ „Fit für 55“: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030, COM(2021) 550 final.

Handlungsbedarf besteht. Für den grünen und den digitalen Wandel ist ein umfassender, zukunftsorientierter und strategischer Ansatz vonnöten. Es gilt, seinen inhärent geopolitischen Charakter anzuerkennen, um Synergien weiter zu stärken und Spannungen abzubauen.

II. Synergien und Spannungen zwischen dem grünen und dem digitalen Wandel

Digitale Technologien könnten eine Schlüsselrolle bei der Verwirklichung der Klimaneutralität, der Verringerung der Umweltverschmutzung und der Wiederherstellung der biologischen Vielfalt spielen. Technologien wie Robotik und das Internet der Dinge könnten durch die Messung und Steuerung von Inputs und mit zunehmender Automatisierung die Ressourceneffizienz verbessern und die Flexibilität von Systemen und Netzen stärken. Eine energieeffiziente und blockchainbasierte Datenverwaltung über den gesamten Lebenszyklus und die ganze Wertschöpfungskette von Produkten und Dienstleistungen hinweg könnte den Fortschritt hin zu einer stärker kreislauforientierten Wirtschaft und zu wettbewerbsfähigerer Nachhaltigkeit fördern.⁴ Auch die Überwachung von, Berichterstattung über und Überprüfung der Treibhausgasemissionen im Hinblick auf die Bepreisung von CO₂-Emissionen könnte durch digitale Technologien unterstützt werden. Digitale Produktpässe ermöglichen eine verstärkte und durchgängige Rückverfolgbarkeit von Material und Komponenten und verbessern die Zugänglichkeit von Daten, was für tragfähige kreislauforientierte Geschäftsmodelle von wesentlicher Bedeutung ist. Digitale Zwillinge⁵ könnten Innovationen und die Gestaltung nachhaltigerer Prozesse, Produkte oder Gebäude erleichtern. Die Quanteninformatik wird Simulationen, die für klassische Computer zu komplex sind, erleichtern. Weltraumgestützte Datentechnologien, die globale Echtzeitinformationen liefern, überwachen die Fortschritte auf dem Weg zur Nachhaltigkeit. Durch eine gemeinsame Datennutzung oder die Verwendung spieltypischer Elemente (Gamifizierung) kann die Beteiligung der Öffentlichkeit an der Steuerung des Wandels und der gemeinsamen Gestaltung von Innovationen erhöht werden.

Der grüne Wandel wird auch den digitalen Sektor verändern. Erneuerbare Energien, grüner Wasserstoff, Kernenergie (einschließlich kleiner modularer Reaktoren) und Kernfusionstechnologie⁶ werden vor dem Hintergrund des wachsenden Energiebedarfs im digitalen Sektor alle eine wichtige Rolle spielen. Die Förderung von Maßnahmen zur Klimaneutralität und Energieeffizienz von Rechenzentren und Cloud-Infrastrukturen bis 2030, unter anderem durch die Deckung ihres Strombedarfs mit Solar- oder Windenergie, wird die

⁴ Die Fähigkeit der Wirtschaft, der industriellen Ökosysteme und der Unternehmen der EU, dank digitaler und sauberer Technologien zu einem nachhaltigen, produktiven, fairen und stabilen makroökonomischen Modell überzugehen, die Europa zu einem Vorreiter beim Wandel und zu einem wettbewerbsfähigen Pionier auf globaler Ebene macht. (COM(2019) 650 final).

⁵ Ein digitaler Zwilling ist eine virtuelle Darstellung eines Objekts oder Systems, die seinen Lebenszyklus umfasst, anhand von Echtzeitdaten aktualisiert wird und Simulationen sowie maschinelles Lernen und Denken zur Unterstützung der Entscheidungsfindung verwendet. Die Entwicklung der EU-Initiative „Destination Earth“ (DestinE) und ihres digitalen Zwillings der Erde ist von entscheidender Bedeutung für die Vorhersage der Auswirkungen des Klimawandels und die Stärkung der Klimaresilienz. Zudem wird ein digitaler Zwilling des Ozeans dazu beitragen, die wirksamsten Wege zur Wiederherstellung von Lebensräumen im Meer und an den Küsten zu finden, eine nachhaltige blaue Wirtschaft zu unterstützen, den Klimawandel einzudämmen und sich an seine Folgen anzupassen.

⁶ 35 Länder arbeiten beim Bau des weltweit größten Kernfusionsreaktors zusammen, um die Machbarkeit der Kernfusion, wie sie auch im Innern von Sternen stattfindet, als großmaßstäbliche und CO₂-freie Energiequelle zu beweisen.

Ökologisierung datengestützter Technologien wie Big-Data-Analyse, Blockchain und das Internet der Dinge unterstützen. Verzögerungen bei der Nutzung von Kapazitäten und Infrastrukturen für die Erzeugung erneuerbarer Energien können jedoch ein Problem darstellen. Mittels besserer Standortplanung und des Einsatzes geeigneter Technologien könnte die Abwärme von Rechenzentren im tertiären Sektor wiederverwendet werden. Ein nachhaltiges Finanzwesen wird dazu beitragen, klimaneutrale Investitionen in den digitalen Sektor zu mobilisieren. Bessere Konzeption sowie mehr kreislauforientierte Geschäftsmodelle und Produktionsmuster können dazu beitragen, Elektronikabfälle zu verringern. Nachfrageseitig sind der Verbrauch und die Verhaltensmuster von Unternehmen und Bürgern wichtig für die Senkung des Energieverbrauchs bei der Nutzung digitaler Technologien.

Wird die Energieeffizienz digitaler Technologien nicht verbessert, wird ihre weit verbreitete Nutzung den Energieverbrauch steigen lassen. Auf die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) entfallen 5–9 % des weltweiten Stromverbrauchs und etwa 3 % der Treibhausgasemissionen.⁷ Da es keinen vereinbarten Rahmen für die Messung der Umweltauswirkungen der Digitalisierung gibt und Rebound-Effekte⁸ möglich sind, kann es bei diesen Schätzungen zu erheblichen Abweichungen kommen. Studien zeigen jedoch, dass der Energieverbrauch der IKT weiter steigen wird⁹, was auf die zunehmende Nutzung und Produktion von Endgeräten sowie die Nachfrage von Netzen, Rechenzentren und Kryptowerten zurückzuführen ist. Der Energieverbrauch wird auch aufgrund der immer stärkeren Nutzung von Online-Plattformen, Suchmaschinen, Konzepten der virtuellen Realität (z. B. das Metaversum¹⁰) sowie Musik- oder Videostreaming-Plattformen steigen. Andererseits könnte der Einsatz der nächsten Generationen von Niedrigenergie-Chips¹¹ und effizienteren Verbindungstechniken (5G und 6G, mit künstlicher Intelligenz betriebene Netze) den gesamten Fußabdruck der IKT verringern.

Weitere Spannungen sind in Bezug auf Elektronikabfälle und den ökologischen Fußabdruck digitaler Technologien zu erwarten. Eine stärkere Abhängigkeit von Elektronik, Telefonen und Computern beschleunigt das weltweite Aufkommen von Elektronikabfällen, das bis 2030 75 Millionen Tonnen erreichen könnte.¹² In der EU werden derzeit nur 17,4 % davon ordnungsgemäß behandelt und dem Recycling zugeführt¹³, während das Aufkommen an Elektronikabfällen jährlich um 2,5 Millionen Tonnen zunimmt.¹⁴ Ohne

⁷ Freitag, C. u. a., (2021), *The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations* (Die wahren Auswirkungen der IKT auf das Klima und den Wandel: Eine Kritik der Schätzungen, Trends und Verordnungen), Patterns 2.

⁸ Verhaltensänderungen in Reaktion auf Effizienzsteigerungen, die potenzielle Einsparungen wieder zunichte machen.

⁹ So könnte laut Andrae, A. (2022), *Net global effect of digital – power and carbon* (Der globale Nettoeffekt der Digitalisierung – Energie und CO₂) der ökologische Fußabdruck des von den IKT genutzten Stroms von 1 988 Terawattstunden im Jahr 2020 auf 3 200 im Jahr 2030 steigen.

¹⁰ Rat der Europäischen Union (2022), *Metaverse – virtual world, real challenges* (Metaversum – virtuelle Welt, echte Herausforderungen).

¹¹ Die EU möchte mit dem Europäischen Chip-Gesetz (COM(2022) 45 final) Lieferengpässe bei Halbleitern beheben und ihre technologische Führungsrolle stärken, u. a. durch die Erhöhung der Produktionskapazität auf 20 % des Weltmarkts bis 2030.

¹² Entsorgte Produkte mit Batterie oder Stecker (Ausbildungs- und Forschungsinstitut der Vereinten Nationen <https://ewastemonitor.info/gem-2020/>).

¹³ WEEE Forum (2021): https://weee-forum.org/ws_news/international-e-waste-day-2021/.

¹⁴ ITU (2020), *The Global E-waste monitor* (Globaler Elektronikabfall-Anzeiger).

geeignete Maßnahmen wird jede Umstellung auf neue Normen oder Technologien einen umfangreichen Austausch der Geräte erfordern. Die 5G- und 6G-Technologien z. B. machen eine Ersetzung der Geräte durch die Nutzer erforderlich, damit ihre Vorteile voll ausgeschöpft werden können, denn die meisten vorhandenen Smartphones, Tablets und Computer sind nur abwärtskompatibel.¹⁵ Fortschritte bei der Digitalisierung werden auch zur Erhöhung des Wasserverbrauchs z. B. bei der Kühlung von Rechenzentren oder der Chip-Herstellung führen. Der Abbau und die Verarbeitung der für den grünen und den digitalen Wandel erforderlichen Rohstoffe wirft ökologische und ethische Bedenken auf. Schließlich werden Klima- und Umweltrisiken die Lebensdauer und das Funktionieren kritischer digitaler Infrastrukturen beeinträchtigen. In den nächsten 30 Jahren könnten die Kosten für Schäden durch extreme Wetterereignisse in der gesamten EU um 60 % steigen.¹⁶

Insgesamt können angemessen gesteuerte digitale Technologien zur Schaffung einer klimaneutralen und ressourceneffizienten Wirtschaft und Gesellschaft beitragen, indem sie den Energie- und Ressourcenverbrauch in wichtigen Wirtschaftszweigen verringern und selbst ressourceneffizienter werden.

III. Für das Twinning entscheidende Technologien

Energie, Verkehr, Industrie, Baugewerbe und Landwirtschaft sind die Branchen mit den meisten Treibhausgasemissionen in der EU.¹⁷ Die Verringerung ihres Fußabdrucks, wie auch im Paket „Fit für 55“ vorgesehen, und die Stärkung ihrer Resilienz sind deshalb für eine erfolgreiche Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels entscheidend. Ohne geeignete Technologien und Strategien könnte es jedoch schwieriger sein, die negativen Umweltauswirkungen dieser Sektoren abzufedern. Dies betrifft insbesondere die globale Ebene, da eine prognostizierte Weltbevölkerung von 9,7 Milliarden Menschen bis 2050 mit einem höheren Durchschnittseinkommen mehr Lebensmittel, Industrieerzeugnisse, Energie, Wohnraum, Mobilität und Wasser benötigen wird.

Bis 2030 werden die meisten CO₂-Einsparungen durch heute verfügbare Technologien erzielt werden. Klimaneutralität und Kreislaufwirtschaft, die Ziele der EU bis 2050, werden jedoch durch neue Technologien, die sich derzeit in der Versuchs-, Demonstrations- oder Prototypphase befinden, verwirklicht.¹⁸ Dazu gehören verschiedene digitale Technologien, die das Twinning in allen Sektoren fördern könnten.

¹⁵ EIT Digital (2022), *Digital Technologies and the Green Economy report* (Bericht über digitale Technologien und grüne Wirtschaft).

¹⁶ EUA (2022), *Economic losses and fatalities from weather- and climate-related events in Europe* (Wirtschaftliche Verluste und Todesfälle aufgrund von Wetter- und Klimaereignissen in Europa).

¹⁷ Im Jahr 2019 betrug der Anteil der einzelnen Branchen an den Treibhausgasemissionen in der EU: Energieversorgung 27 %, inländischer Verkehr (23 %), Industrie (21 %), Wohnen und Handel (12 %), Landwirtschaft (11 %). (*Greenhouse gases - data viewer 2021* (Datenanzeiger zu Treibhausgasen) der Europäischen Umweltagentur).

¹⁸ Internationale Energieagentur (2021).

1. Digitalisierung im Energiebereich

Angesichts der militärischen Aggression Russlands gegen die Ukraine haben die geopolitischen Aspekte der Energiewende an Bedeutung gewonnen. Es ist deutlich geworden, dass die Energiewende beschleunigt werden muss und dass die Kräfte gebündelt werden müssen, um ein resilienteres Energiesystem und eine echte Energieunion zu erreichen.¹⁹ Die EU hat ehrgeizige Vorschläge vorgelegt, um die Auswirkungen der hohen Energiepreise auf die Verbraucher (insbesondere schutzbedürftige und von Energiearmut bedrohte Verbraucher) und die Industrie abzumildern und die Energieversorgungssicherheit der EU zu stärken. Mittelfristig ist ein integriertes EU-System, das weitgehend auf der Erzeugung sauberer Energie, der Diversifizierung der Energieversorgung sowie der Steigerung der Energieeinsparungen und der Energieeffizienz in allen Sektoren beruht, die kostengünstigste Lösung, um die Abhängigkeit der EU von fossilen Brennstoffen zu verringern. Die vollständige Umsetzung des „Fit für 55“-Pakets würde beispielsweise den Gasverbrauch der EU bis 2030 um 30 % senken.²⁰ Dies ist umso wichtiger, da der grüne und der digitale Wandel die Nachfrage nach Strom erhöhen wird.

Digitalisierung kann die Energieversorgungssicherheit der EU stärken. Digitale Technologien können effizientere Ströme von Energieträgern unterstützen und die Märkte besser miteinander verknüpfen. Sie können die Daten liefern, die erforderlich sind, um Angebot und Nachfrage auf einer stärker disaggregierten Ebene und nahezu in Echtzeit aufeinander abzustimmen. Die Vorhersage von Energieerzeugung und -nachfrage kann durch digitale Technologien, neuartige Sensoren, Satellitendaten und Blockchain verbessert werden. So könnten intelligente Netze den Verbrauch an die Witterungsbedingungen anpassen, die sich auf die Erzeugung variabler erneuerbarer Energie auswirken. Dies wird eine wirksame Steuerung und Verteilung von erneuerbarer Energie ermöglichen, den grenzüberschreitenden Austausch erleichtern und Unterbrechungen verhindern. Die Digitalisierung wird Menschen und Unternehmen in die Lage versetzen, ihren Verbrauch auf umweltfreundliche Energiequellen zu verlagern und anzupassen oder sogar mit Energie zu handeln. Energie als Dienstleistung²¹ und datengesteuerte innovative Energiedienstleistungen können die Art und Weise verändern, in der Energielieferanten und Verbraucher interagieren. Darüber hinaus können Mikronetze und selbstorganisierte Netze zu einem Bottom-up-Ansatz für das Energiemanagementsystem werden. Um die Resilienz gegenüber hybriden Bedrohungen zu erhöhen, wird die Digitalisierung der Energiesysteme verstärkte Cybersicherheitskapazitäten und sichere, autonome und allgegenwärtige Kommunikationssysteme wie z. B. eine sichere weltraumgestützte Konnektivität erfordern.

2. Umweltfreundlicherer Verkehr dank digitaler Technologien

Die Transportnachfrage wird aufgrund des Bevölkerungswachstums und eines höheren Lebensstandards weiter zunehmen. Weltweit könnte sich der Personenverkehr zwischen 2015 und 2050 fast verdreifachen. In der EU werden bis 2050 der Personenkraftverkehr voraussichtlich um rund 21 % und der Güterverkehr auf der Straße um 45 % zunehmen,

¹⁹ REPowerEU-Plan, COM(2022) 230 final.

²⁰ COM(2022) 230 final.

²¹ Geschäftsmodell, bei dem Energiedienstleister nicht nur eine Form von Energie anbieten, sondern vielmehr ein „schlüsselfertiges“ Energieprodukt, wie z. B. eine Temperatur in einem Gebäude in einem bestimmten Zielbereich.

ungeachtet der Bemühungen, den Verkehr stärker auf andere Verkehrsträger wie Schiene oder Wasser zu verlagern.²² Die Verstärkung, das wachsende Verbraucherbewusstsein, die sich wandelnden Kosten nachhaltiger Verkehrsoptionen (die heute noch relativ hoch sind) und neue Geschäftsmodelle (auch in Bezug auf das Lieferkettenmanagement) werden sich ebenfalls auf die Branche auswirken. Darüber hinaus könnte die Digitalisierung das Aufkommen hybrider Arbeitsformen weiter beschleunigen, was sich auf die lokale und grenzüberschreitende Mobilität der Arbeitnehmer auswirkt.

In Verbindung mit digitalen Technologien wird eine umfassendere Anwendung von Batterien der nächsten Generation²³ eine wesentliche Nachhaltigkeitswende im Mobilitätsbereich ermöglichen. Dies gilt für verschiedene Verkehrsträger, für den Personen- wie den Güterverkehr, für schwere Nutzfahrzeuge oder die Luftfahrt. Elektroflugzeuge könnten beispielsweise kleine Regionalflughäfen in der gesamten EU verbinden. Die Steuerung der zusätzlichen Stromnachfrage des Verkehrs, sowohl für die direkte Elektrifizierung als auch für die Massenproduktion erneuerbarer und CO₂-armer Kraftstoffe für schwer zu dekarbonisierende Sektoren wie den Luft- und Seeverkehr, muss mit einer Verbesserung der Energieeffizienz von Elektrofahrzeugen einhergehen. Dies erfordert auch ein systemorientiertes Konzept für die Integration von Sensoren, Rechenleistung und fortgeschrittener Software. So kann das Laden etwa durch die Nutzung von Daten zu Fahrzeugen und ihrer Umgebung optimiert werden. Bidirektionales Laden könnte in intelligenten Stromnetzen mehr Flexibilität ermöglichen, indem die Integration erneuerbarer Energien unterstützt und deren Nutzung maximiert wird. Darüber hinaus kann die Digitalisierung in Kombination mit weltraumgestützten Diensten verlässliche Lösungen für vernetzte und automatisierte (auch autonome) Schiffe und Fahrzeuge unterstützen und so zu einer effizienteren Verkehrssteuerung und einem geringeren Kraftstoffverbrauch beitragen. Experimentelle Konzepte wie Prüffelder oder Reallabore, mit denen Mobilitätslösungen in einer realen Umgebung getestet werden können, machen es möglich, die Bedürfnisse der Endnutzer besser zu verstehen. Digitale Zwillinge von Fahrzeugen können vollständige Daten über die Echtzeitleistung, die Einzelheiten der Wartung, die Konfiguration, den Austausch von Teilen oder die Gewährleistung liefern. Intelligente Mobilität erfordert umfangreiche Investitionen in die Entwicklung neuer Technologien und Infrastrukturen und die Verfügbarkeit verschiedener digitaler Technologien wie künstliche Intelligenz, Cloud oder Halbleiter. Um eine kritische Masse zu erreichen und die Abhängigkeit von großen marktbeherrschenden Akteuren zu vermeiden, müssen die Akteure der Branche außerdem Partnerschaften eingehen, Investitionen bündeln und sich auf gemeinsame Standards, Infrastrukturen, Plattformen und Steuerungsrahmen einigen. Von entscheidender Bedeutung werden auch die gesellschaftliche Akzeptanz selbstfahrender Fahrzeuge und ihre Erschwinglichkeit sein.

Digitalisierung und künstliche Intelligenz werden auch die Entwicklung effizienterer multimodaler Mobilitätslösungen fördern, indem alle Verkehrsträger auf einer einzigen, interoperablen Plattform wie „Mobilität als Dienstleistung“ oder „Verkehr als Dienstleistung“ kombiniert werden. Dadurch könnten die Effizienz, die Wahlmöglichkeiten

²² Im Vergleich zu 2015, basierend auf dem MIX-Szenario von Fit-für-55. Europäische Kommission (2021), *Policy scenarios for delivering the European Green Deal* (Strategische Szenarien zur Verwirklichung des europäischen Grünen Deals).

²³ Z. B. Festkörperbatterien, kobaltfreie Lithium-Ionen-Batterien oder Batterien mit DRX-Materialien (ungeordnete Steinsalze mit Lithiumüberschuss, was die Herstellung von Batteriekathoden ohne Nickel oder Kobalt ermöglicht).

für die Verbraucher, die Zugänglichkeit und die Erschwinglichkeit, insbesondere der öffentlichen Verkehrsmittel, erhöht werden. Darüber hinaus werden digitale Plattformen andere Optionen wie die Bündelung und gemeinsame Nutzung fördern. Digitale Technologien sind auch von entscheidender Bedeutung, um die Entstehung vernetzter multimodaler Mobilitätsdienste in Städten sowie in abgelegenen und ländlichen Regionen sicherzustellen, die es Bürgern und Unternehmen ermöglichen, zwischen verschiedenen Optionen sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr zu wählen. Darüber hinaus bieten neue emissionsarme, digitale und auf künstliche Intelligenz gestützte Technologien und Lösungen wie Drohnen das Potenzial für ein breites Spektrum neuer Anwendungen und Dienste, von der Lieferung von Waren bis hin zur medizinischen Versorgung. Dies erfordert den weiteren Ausbau der Interoperabilität zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern, Betreibern und Plattformen sowie eine flächendeckende Netzanbindung. Insbesondere ein besserer und umfassenderer Zugang zu Mobilitätsdaten wird den Behörden dabei helfen, Verkehrsaktivitäten, Infrastrukturen und Dienstleistungen zu überwachen und zu planen und ein kostengünstigeres Angebot und die Nachfrage sowie die Umweltauswirkungen besser aufeinander abzustimmen. Der Zugang zu Daten ist auch entscheidend, um das Verkehrsmanagement zu verbessern und Kunden und Unternehmen eine größere Auswahl an nachhaltigen Mobilitätslösungen zu bieten.

3. Förderung der Klimaneutralität der Industrie durch digitale Technologien

Wenn die EU-Industrie bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität erreichen will, muss sie ihre CO₂-Emissionen bereits bis 2030 gegenüber 2015 um 23 % senken.²⁴ Auf die Industrie entfallen weltweit etwa 37 % des gesamten Endenergieverbrauchs²⁵ und etwa 20 % der Treibhausgasemissionen.²⁶ Vier energieintensive Industriezweige (Stahl, Zement, Chemikalien, Zellstoff und Papier) sind für rund 70 % der gesamten weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Sie sind auch die größten industriellen Energieverbraucher in der EU.

Für die Steuerung von Angebot und Nachfrage großer industrieller Energieverbraucher in einem System mit unterschiedlichen Quellen und Ausgangsstoffen werden digitale Technologien eine wichtige Rolle spielen. Intelligente Zähler, einschließlich Einzelzähler, und Sensoren könnten die Energieeffizienz steigern, indem sie Echtzeitinformationen über den Verbrauch bereitstellen, die in die Energiemanagementinstrumente einfließen. Systeme der übergeordneten Steuerung, Big-Data-Analyse und Datenerfassung²⁷ werden die Effizienz sowohl industrieller Prozesse als auch der Prozessdaten verbessern und intelligentere Entscheidungen ermöglichen. Digitale Zwillinge werden es ermöglichen, die Systemkonzepte zu verbessern, neue Produkte zu testen, vorbeugende Wartung zu überwachen und sicherzustellen, den Produktlebenszyklus zu bewerten und die am besten geeigneten Materialien auszuwählen. Mit datengestützter Optimierung lassen sich bestehende Materialien verbessern, umweltfreundlichere Alternativen entwickeln und deren Lebensdauer verlängern. Überwachung und Verfolgung liefern Informationen über die in Produkten verwendeten Materialien oder Teile, wodurch ihre Kreislauffähigkeit dank besserer Wartung und

²⁴ SWD(2021) 601 final.

²⁵ International Energy Agency (2020).

²⁶ United States Environmental Protection Agency (2021).

²⁷ Computergestützte Erfassung und Verarbeitung von Daten und Durchführung operativer Kontrollen über große Entfernungen.

hochwertigem geschlossenen Recycling gefördert werden könnte. Auch die Integration von Fertigungs-, Digital- und anderen fortgeschrittenen Technologien wie Robotik oder 3D- und 4D-Druck²⁸ wird eine wichtige Rolle spielen. Die Nutzung digitaler Lösungen durch die Industrie erfordert ein höheres Maß an technologischer Bereitschaft und Cybersicherheit, um die Daten industrieller Prozesse und ihre Integrität zu schützen.

4. Ökologisierung von Gebäuden durch Digitalisierung

Demografische Trends und Verstädterung werden die Gebäudenachfrage verändern. Aufgrund der wachsenden Zahl der in Städten lebenden Menschen wird sich der weltweite Gebäudebestand bis 2060 verdoppeln. Der Anteil der Menschen in der EU, die überwiegend in städtischen und intermediären Regionen leben, könnte bis 2050 auf 80 % ansteigen.²⁹ Es wird auch mehr kleine Haushalte geben, die im Allgemeinen mehr Energie pro Person verbrauchen als größere. Durch diese Trends, die mit der Nutzung digitaler Geräte für Telearbeit, Bildung, intelligentes Wohnen oder unabhängiges Leben einhergehen, wird der Energieverbrauch von Gebäuden steigen. In der EU entfallen derzeit 40 % des Energieverbrauchs auf diesen Sektor, während 75 % des Gebäudebestands nicht energieeffizient sind.³⁰

Um Klimaneutralität und nennenswerte Fortschritte im Hinblick auf das Null-Schadstoff-Ziel zu erreichen, müssen alle neuen Gebäude bis 2030 emissionsfrei sein, und ein Fünftel der bestehenden Gebäude muss nachgerüstet werden.³¹ Zur Verwirklichung der Klimaneutralität in diesem Sektor müssten die mit fossilen Brennstoffen betriebenen Heizungsanlagen durch nachhaltige Alternativen wie Wärmepumpen ersetzt, der CO₂-Fußabdruck des Wasserverbrauchs verringert und die Gesamtenergieeffizienz verbessert werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Lösungen für alle verfügbar sind. Dies wird zum Ziel der EU beitragen, bis 2030 35 Millionen nicht energieeffiziente Gebäude zu renovieren.³² Intelligente Gebäude und intelligente Stromzähler könnten dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen und Energiearmut zu bekämpfen. Bis 2030 könnte die Energie- und Wassereffizienz des Sektors durch die Modellierung von Gebäudedaten weiter gesteigert werden, indem langfristige Analysen der Gestaltungsentscheidungen beim Bau und der Nutzung von Gebäuden durchgeführt werden. Die Verfügbarkeit anonymisierter Daten, intelligente Geräte und Daten über das Verbraucherverhalten werden gezielte Investitionen in Renovierungsvorhaben ermöglichen. Um Informationen über Emissionen während des gesamten Lebenszyklus bewerten, melden, speichern und verfolgen zu können, sind digitale Logbücher und Lebenszyklusanalysen erforderlich. So können die Umweltauswirkungen von Materialien verringert und die Verwendung toxischer Stoffe vermieden werden. Digitale Zwillinge könnten die Art und Weise verändern, wie städtische Räume geplant, überwacht und bewirtschaftet werden. Dies könnte zu einer Verringerung der Emissionen in den Städten,

²⁸ 4D-Druckobjekte können im Laufe der Zeit ihre Form oder Zusammensetzung verändern, wenn sie durch Wärme, Licht, Wasser, Magnetfelder oder andere Energieformen einem Impuls ausgesetzt werden, der den Veränderungsprozess aktiviert.

²⁹ Quelle: Eurostat. Die COVID-19-Pandemie führte zu einem wachsenden Interesse an einem Umzug in ländliche Gebiete. Ob es sich um einen kurzlebigen oder längerfristigen Trend handelt, hängt u. a. von der Anbindung der ländlichen Gebiete ab. Siehe dazu: Eine langfristige Vision für die ländlichen Gebiete der EU, (COM(2021) 345 final) und *Scenarios for EU Rural Areas 2040* (Szenarien für ländliche Gebiete in der EU 2040), <https://data.europa.eu/doi/10.2760/29388>.

³⁰ COM(2021) 802 final.

³¹ COM(2021) 558 final; COM(2021) 802 final.

³² COM(2020) 662 final.

einer höheren Ressourceneffizienz und einer höheren Lebensqualität, einer besseren Nutzung des Gebäuderaums und einer größeren Resilienz von Gebäuden gegenüber Gefährdungsereignissen führen.

5. Eine intelligenterere und grünere Landwirtschaft

Klima- und Umweltkrisen, demografische Veränderungen und geopolitische Instabilität gefährden die Resilienz der EU-Landwirtschaft und ihren Weg zur Nachhaltigkeit. Ohne politische Maßnahmen könnten die Emissionen der Landwirtschaft weltweit bis 2050 um 15–20 % steigen. Bis dahin dürften 10 % der derzeit für Kulturpflanzen und Viehzucht geeigneten Fläche der Erde aus Klimagründen für diese Zwecke nicht mehr tauglich sein.³³ Zudem gibt es weitere Bedrohungen für die Biosphäre, das Wasser, den Boden oder die biologische Vielfalt. Angesichts der neuen geopolitischen Rahmenbedingungen muss die EU ihre Abhängigkeit von der Einfuhr von Futtermitteln, Düngemitteln und anderen Betriebsmitteln verringern. Dabei dürfen die Produktivität, die Ernährungssicherheit und die Ökologisierung des Sektors nicht behindert werden. Gleichzeitig muss Ernährungsunsicherheit in Partnerländern mit niedrigem Einkommen bekämpft werden.

Digitale Technologien können bei richtiger Nutzung eine intelligente und umweltfreundlichere Landwirtschaft ermöglichen. Durch den verstärkten Einsatz von digitaler Sensorik vor Ort (zur Anpassung von Bearbeitungsverfahren an spezifische Bedingungen) und weltraumgestützten Diensten der EU könnte der Einsatz von Wasser, Pestiziden, Düngemitteln und Energie verringert werden, was auch der Gesundheit von Mensch und Tier zugutekommt. Digitale Zwillinge werden Daten liefern für die Diversifizierung von Produkten und für die Nutzung der funktionalen Biodiversität zur Neuausrichtung der Schädlingsbekämpfung. Quanteninformatik in Verbindung mit Bioinformatik und Pflanzengenomik kann das für die Verringerung des Pestizid- und Düngemiteleinsatzes erforderliche Verständnis der biologischen und chemischen Prozesse verbessern. Digitale Plattformen, die die lokale Verteilung erleichtern und zur Vermeidung der Lebensmittelverschwendung beitragen, könnten die lokale Produktion ankurbeln und zu kürzeren Verbrauchskreisläufen führen. Rückverfolgbarkeit und Transparenz könnten durch Satellitendaten, Sensoren, Blockchain und Daten aus der gesamten Wertschöpfungskette verbessert werden. Offene digitale Plattformen in der Landwirtschaft, die die Grundlage für eine sichere und vertrauenswürdige gemeinsame Nutzung von Daten und digitalen Diensten wie der Präzisionslandwirtschaft bilden, könnten die faire Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette stärken und effiziente Märkte schaffen. Für eine breitere Nutzung dieser Technologien sind niedrigere Installations- und Wartungskosten und eine bessere Anbindung in Randgebieten und ländlichen Gebieten erforderlich. Darüber hinaus müssen sich digitale Lösungen, die für standardisierte Prozesse entwickelt werden, auch für stärker diversifizierte Bewirtschaftungsmodelle eignen. Vertrauen, ein hohes Maß an Sicherheit und angemessene Kompetenzen werden für die Einführung von Technologien zur Unterstützung des grünen und des digitalen Wandels ausschlaggebend sein.

³³ IPCC (2022). *Impacts, Adaptation and Vulnerability* (Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit), Beitrag der Arbeitsgruppe II zum sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen.

IV. Für das Twinning ausschlaggebende geopolitische, wirtschaftliche, soziale und rechtliche Faktoren

Die derzeitigen geopolitischen Veränderungen zeigen, dass der grüne und der digitale Wandel beschleunigt werden muss, indem die Resilienz der EU und ihre offene strategische Autonomie gestärkt werden. Die Auswirkungen der militärischen Aggression Russlands gegen die Ukraine haben die geopolitischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten bereits verändert. Dazu gehören verschiedene für die Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels relevante Faktoren: der drastische Anstieg der Energie- und Nahrungsmittelpreise mit den damit verbundenen sozialen Folgen, die deshalb möglicherweise erforderliche vorübergehend stärkere Nutzung von Kohle, der weitere Druck auf die öffentlichen Finanzen, der Anstieg der Inflationsraten, verstärkte Cybergefahren, Lieferkettenprobleme sowie der erschwerte Zugang zu kritischen Rohstoffen und Technologien. Das neue Bewusstsein für die Dringlichkeit des Ausstiegs aus fossilen Brennstoffen könnte sich als Wendepunkt für den grünen Wandel erweisen. Die geopolitische Lage wird auch den Wandel der Lieferketten aufgrund der Veränderungen der globalen Arbeits- und Produktionskosten sowie der Auswirkungen der COVID-19-Pandemie beschleunigen. Dies erhöht den Druck, weniger anfällige, stärker diversifizierte und zuverlässigere Lieferketten zu nutzen und die Zusammenarbeit möglicherweise vorrangig auf gleichgesinnte Staaten („Friend-shoring³⁴“) auszurichten. Dadurch könnten in einigen Fällen auch der CO₂-Fußabdruck verringert und die Kreislaufwirtschaft gefördert werden. So haben auch EU-Partner wie Südkorea, die Vereinigten Staaten und Japan etwa Systeme zur Überwachung der Lieferketten und inländischen Kapazitäten eingerichtet bzw. unlängst damit begonnen.

Die Sicherung des Zugangs zu kritischen Rohstoffen wird für den grünen und digitalen Wandel der EU von entscheidender Bedeutung sein. Derzeit ist die Abhängigkeit der EU von Drittländern, darunter China, bei einer Reihe kritischer Rohstoffe sogar noch größer als die Abhängigkeit von Russland in Bezug auf fossile Brennstoffe.³⁵ Die Produktion kritischer Rohstoffe wie Palladium, Tantal oder Neodym in der EU, die für die Herstellung digitaler Geräte verwendet werden, entspricht nur 4 % der globalen Lieferkette.³⁶ In der EU fehlt es auch an einer Bergbau-, Verarbeitungs- und Recyclingindustrie in angemessener Größenordnung. Die Fortschritte beim Aufbau inländischer Reserven, auch solcher mit strategischer Bedeutung für die Wirtschaft, sind bislang unzureichend, zumal die Projekte nach wie vor mit erheblichen Hindernissen konfrontiert sind. Um die Ziele der EU im Bereich saubere Energie erreichen zu können, sind zunehmende Mengen verschiedener Rohstoffe erforderlich. Der Bedarf an Lithium, ein Schlüsselement für die Elektromobilität, wird z. B. um 3 500 % steigen. Chile verfügt derzeit über 40 % der Lithiumvorkommen, in China

³⁴ Bewusste Beschaffung kritischer Materialien, Waren oder Dienstleistungen bei Partnern, die dieselben Werte vertreten.

³⁵ *Strategic dependencies and capacities* (Strategische Abhängigkeiten und Kapazitäten), SWD(2021) 352 final; *EU strategic dependencies and capacities: second stage of in-depth reviews* (Strategische Abhängigkeiten und Kapazitäten der EU: zweite Runde gründlicher Überprüfungen), SWD(2022) 41 final.

³⁶ Allein auf China entfallen 86 % der weltweiten Erzeugung von Neodym. Palladium stammt überwiegend aus Russland (40 %) und Tantal vorwiegend aus der Demokratischen Republik Kongo (33 %). Europäische Kommission (2020). *Critical Raw Materials for strategic technologies and sectors in the EU – a foresight study* (Kritische Rohstoffe für strategische Technologien und Sektoren in der EU – Foresight-Studie).

wiederum befinden sich 45 % der entsprechenden Veredelungsanlagen weltweit.³⁷ Darüber hinaus wird mit einem Anstieg der Verwendung von Kobalt um 330 % und von Aluminium und Kupfer um 30–35 % gerechnet.³⁸ Handel, Zusammenarbeit und Partnerschaften mit einer Vielzahl von rohstoffreichen und gleichgesinnten Ländern sind nach wie vor von besonderer Bedeutung. Der weltweite Anstieg der Nachfrage verschärft allerdings den Wettbewerb um Ressourcen und dürfte die Konzentration der Produktion verstärken, wodurch zusätzliche geopolitische Risiken bei der Beschaffung entstehen. Über den Zugang zu kritischen Rohstoffen hinaus wird die Fähigkeit, Standards in den Bereichen Umwelt und Soziales zu setzen und damit die Nachhaltigkeit von Bergbau, Raffination, Recycling und Energieerzeugung zu gewährleisten, im neuen geopolitischen Kontext von entscheidender Bedeutung sein.³⁹

Bei Bereitstellung ausreichender Investitionen können mehr Kreislaufwirtschaft⁴⁰ und Präzisionsfertigung zur Verringerung dieser strategischen Abhängigkeiten beitragen.

Die Digitalisierung ihrerseits könnte zu einem verbesserten Design, mehr Genauigkeit in der Fertigung und besseren Reparatur-, Aufarbeitungs- bzw. Modernisierungs- und Recyclingverfahren beitragen und damit die Kreislaufwirtschaft weiter beschleunigen. So könnte ab 2040 das Recycling von Sekundärrohstoffen zur wichtigsten Bezugsquelle der EU für die meisten Übergangsmetalle werden, wobei auch weiterhin Bedarf an Primärmetallen bestehen wird.⁴¹ Recycling wird in Zukunft noch wichtiger werden, da beispielsweise die Stahl- und die Aluminiumerzeugung aus Schrott deutlich weniger energieintensiv ist als die Herstellung aus Primärrohstoffen.⁴² Von Bedeutung sind dabei sowohl der Umfang als auch die Qualität des Recyclings. Eine Verunreinigung von Stahl und Aluminium mit Kupfer führt z. B. zu erheblichen Wertverlusten und damit zu einem höheren Energieverbrauch mit mehr Emissionen.

Die geopolitische Bedeutung von Technologie wird weiter zunehmen. Der Zugang zu kritischen Technologien wird in Zukunft ein Wettbewerbsvorteil sein und zum Abbau strategischer Abhängigkeiten führen. Derzeit verfügt die EU bei bestimmten horizontalen

³⁷ Europäische Kommission (2020). *Critical Raw Materials for strategic technologies and sectors in the EU – a foresight study* (Kritische Rohstoffe für strategische Technologien und Sektoren in der EU – Foresight-Studie).

³⁸ *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe’s raw materials challenge* (Metalle für saubere Energie: Lösungswege für Europas Rohstoffproblem), KU Löwen und Eurometaux, 2022.

³⁹ Danino-Perraud R. (2021), *Géoéconomie des chaînes de valeur: les matières premières minérales de la filière batterie* (Geoökonomie der Wertschöpfungsketten: Mineralische Rohstoffe in der Batterieherstellung), Études de l’Ifri, Ifri.

⁴⁰ So könnte die EU z. B. im Jahr 2050 ihren Rohstoffbedarf für die Elektromobilität bei Lithium zu 52 %, bei Nickel zu 49 % und bei Kobalt zu 58 % aus recycelten Altbatterien decken. Rizos, V., Righetti, E., (2022) *Low-carbon technologies and Russian imports: How far can recycling reduce the EU’s raw material dependency?* (CO₂-arme Technologien und Einfuhren aus Russland: Inwieweit kann die EU ihre Rohstoffabhängigkeit durch Recycling verringern?), CEPS Policy Insight.

⁴¹ *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe’s raw materials challenge* (Metalle für saubere Energie: Lösungswege für Europas Rohstoffproblem), KU Löwen und Eurometaux, 2022.

⁴² Durch Recycling kann der Energieverbrauch erheblich gesenkt werden, und zwar um einen theoretischen Faktor von 27 bei Stahl und um einen praktischen Faktor von 30 bei Aluminium. (Komiya, H. (2014), *Beyond the Limits to Growth: New Ideas for Sustainability from Japan* (Jenseits der Grenzen des Wachstums: Neue Ideen für Nachhaltigkeit aus Japan), Science for Sustainable Societies).

Technologien nur über geringe Kapazitäten, was ihre Position schwächt.⁴³ Der Technologiewettbewerb könnte rasch zunehmen und zur Fragmentierung der globalen Innovationsökosysteme führen. Mögliche Folgen wären höhere Kosten und Cybersicherheitsrisiken, insbesondere bei sowohl zivil als auch militärisch nutzbaren Technologien wie der 5G- und 6G-Infrastruktur und bei digitalen Technologien in der Landwirtschaft.⁴⁴ Dieser Aspekt ist umso wichtiger, als die Menge der erhobenen Daten, u. a. zu Verbrauchergewohnheiten und Konsummustern, und die Zahl der vernetzten Geräte massiv steigen wird. Auch Rivalitäten im Hinblick auf Werte und Gesellschaftsmodelle dürften zunehmen. Sichtbar wird dies bereits bei den verschiedenen Ansätzen in Bezug auf das Internet. Hier gibt es Zugangsbeschränkungen zu bestimmten Inhalten (zum Beispiel in China und Russland), wertebasierte Ansätze (so legt die EU etwa besonderen Wert auf Datenschutz und vertrauenswürdige künstliche Intelligenz) oder die Förderung bestimmter Governance-Modelle (zum Beispiel die weitgehend privatisierte Governance in den USA oder die staatliche gesteuerte Cyber-Souveränität Chinas).⁴⁵ Zunehmende Sorge bereiten die Verbindungen zwischen böswilligen Cyberaktivitäten und Desinformation, die eine Bedrohung für die Demokratie darstellen, Spaltungen vertiefen und den Zugang zu verlässlichen Informationen behindern. Diese Sorge ist nicht von der Hand zu weisen angesichts der Tatsache, dass die Fortschritte im Bereich der Demokratie um 30 Jahre zurückgeworfen wurden⁴⁶: das durchschnittliche weltweite Demokratieniveau im Jahr 2021 liegt wieder auf dem Stand von 1989. Überdies könnte sich der derzeitige geopolitische Kontext auf Projekte des grünen und des digitalen Wandels in Partnerländern auswirken, die aufgrund der Folgen der COVID-19-Pandemie bereits mit finanziellen Problemen und Lieferschwierigkeiten konfrontiert sind. Diese Herausforderung wird zunehmend relevanter, da bei der Verwirklichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen erstmals keine Fortschritte, sondern Rückschritte zu verzeichnen sind.⁴⁷

Für die Umsetzung des grünen und des digitalen Wandels ist es von entscheidender Bedeutung, dass die EU ihre Strategie an ein neues Wirtschaftsmodell anpasst. Dafür ist es nötig, von der herkömmlichen Auffassung von wirtschaftlichem Fortschritt zu einem stärker qualitätsorientierten Konzept überzugehen, bei dem Wohlergehen, Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft und regenerative Systeme im Mittelpunkt stehen. Um letztlich Klimaneutralität, nachhaltige Ressourcennutzung, das Null-Schadstoff-Ziel und

⁴³ Die Marktführer in der Quanteninformatik kommen zu 50 % aus den USA und zu 40 % aus China, kein einziges der führenden Unternehmen jedoch aus der EU. Bei 5G fließen die externen Investitionen zu fast 60 % nach China, zu 27 % in die USA und zu 11 % nach Europa. Bei der künstlichen Intelligenz gingen 40 % der Mittel in die USA, 12 % nach Europa und 32 % nach Asien (einschließlich China). Im Biotechnologiebereich investierte die USA im Zeitraum 2008–2020 260 Milliarden US-Dollar, Europa 42 Milliarden US-Dollar und China 19 Milliarden US-Dollar. McKinsey Global Institute (2022). *Securing Europe's future beyond energy* (Sicherung der Zukunft Europas über den Energiebereich hinaus).

⁴⁴ Angyalos, Z., Botos, S. und Szilagy, R. (2021). *The importance of cybersecurity in modern agriculture* (Bedeutung der Cybersicherheit in der modernen Landwirtschaft), Journal of Agricultural Informatics.

⁴⁵ The Economist Intelligence Unit (2022). *Five ways in which the war in Ukraine will change business* (Fünf Arten, wie der Krieg in der Ukraine die Wirtschaft verändern wird).

⁴⁶ Boese, V., et al (2022). *Democracy Report 2022: Autocratization Changing Nature?* (Demokratiebericht 2022, Eine neue Form von Autokratisierung?) Varieties of Democracy Institute, V-DEM.

⁴⁷ Zu den Zielen, bei denen keine Fortschritte oder sogar Rückschritte zu verzeichnen waren, gehören der Abbau von Ungleichheiten, die Verringerung der CO₂-Emissionen und die Bekämpfung des Hungers. UN (2021). Bericht des Generalsekretärs der Vereinten Nationen über die Fortschritte bei der Verwirklichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung.

eine Eindämmung des Biodiversitätsverlusts zu erreichen, müssen tiefgreifende wirtschafts- und sozialpolitische Veränderungen vollzogen werden. Das kann durch Einsatz der richtigen Kombination marktbasierter Instrumente (wie CO₂-Bepreisung) und öffentlicher und privatwirtschaftlicher Investitionen in nachhaltige Projekte umgesetzt werden. Das Wachstum der sozialwirtschaftlichen Unternehmen und sozialwirkungsorientierte Investitionen sind weitere Impulsgeber für diese Veränderungen.

Der grüne und der digitale Wandel kann nur gelingen, wenn er sich fair vollzieht. Inklusivität und Erschwinglichkeit sind Voraussetzungen für seinen Erfolg. Menschen mit niedrigen und mittleren Einkommen spüren die Auswirkungen und Kosten des zweifachen Wandels stärker, so in Bezug auf Arbeitsplatzautomatisierung, Zugang zu digitalen Lösungen und elektronischen Behördendiensten, höhere Energie- und Lebensmittelpreise, Finanzierung der Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden oder Mobilitätsarmut⁴⁸. Zudem gibt es eine Kluft zwischen technologieaffinen Unternehmen und Firmen, die technologisch im Rückstand sind. Regionale Unterschiede in Bezug auf die wirtschaftliche Entwicklung und den sozialen Wohlstand könnten diese Ungleichheiten weiter verschärfen. Spannungen auf den Arbeits- und Kapitalmärkten könnten sie zudem noch langwieriger und kostspieliger machen. Unter diesen Rahmenbedingungen lassen sich Klimaneutralität und ökologische Nachhaltigkeit nur dann verwirklichen, wenn sie durch Maßnahmen zur Unterstützung der von den finanziellen Belastungen besonders betroffenen Menschen und zum Ausgleich der Unterschiede flankiert werden.⁴⁹ Dazu müssen die Ziele der digitalen Dekade der EU und der europäischen Säule sozialer Rechte verwirklicht werden, darüber hinaus sind jedoch möglicherweise noch weitere Maßnahmen nötig. Dies ist um so dringlicher, da diejenigen, die der Wandel vor die größten Probleme stellt, die geringsten Emissionen verursachen. So verursachen die wohlhabendsten 10 % der europäischen Bevölkerung pro Kopf dreimal so viele Emissionen wie alle anderen Europäer und Europäerinnen zusammen.⁵⁰

Der grüne und der digitale Wandel wird zu tiefgreifenden Veränderungen auf dem EU-Arbeitsmarkt und bei den einschlägigen Qualifikationen führen. In den Branchen und Regionen, die stark vom Kohlebergbau, der Förderung fossiler Brennstoffe und den damit verbundenen Verarbeitungs- und Lieferketten abhängig sind, werden Arbeitsplätze verloren gehen. Im Gegenzug werden durch den grünen Wandel neue Arbeitsplätze entstehen, zum Beispiel in den Bereichen saubere Energie, Gebäuderenovierung und Kreislaufwirtschaft.⁵¹ In ähnlicher Weise wird auch der digitale Wandel voraussichtlich neue Beschäftigungschancen und Geschäftsmöglichkeiten schaffen, etwa in den Spitzentechnologien, während andere Arbeitsplätze vollständig oder teilweise automatisiert werden und damit verschwinden. Die fortschreitende Digitalisierung, die durch COVID-19 beschleunigt wurde, wird sich auch auf die Arbeitsbedingungen und Arbeitsmodelle sowie auf den Zugang zum Sozialschutz auswirken. All diese Prozesse werden nicht unbedingt gleichzeitig ablaufen und sich auch nicht in gleicher Weise auf die einzelnen Unternehmen, Branchen und Regionen auswirken, wobei Ungleichgewichte in der Wirtschaft und auf dem Arbeitsmarkt entstehen können. Die neuen Arbeitsplatzinhalte und die Umschichtung von Arbeitsplätzen werden zu neuen Qualifikationsanforderungen führen. Insgesamt sind die Auswirkungen des grünen und des

⁴⁸ Entweder aufgrund der Kosten oder weil es kein Verkehrsangebot gibt.

⁴⁹ Hier müssen auch geschlechtsspezifische Konsum- und Investitionsmuster berücksichtigt werden.

⁵⁰ <https://wir2022.wid.world/chapter-6/>.

⁵¹ Europäische Kommission (2021). *The Future of Jobs is Green* (Die Zukunft der Beschäftigung ist grün).

digitalen Wandels auf den Arbeitsmarkt potenziell komplementär, sie können einander verstärken oder sich neutralisieren, was eingehender untersucht werden sollte.

Die Produktions- und Verbrauchsmuster werden sich weiterentwickeln. Technologien wie Cloud-Computing, das Internet der Dinge oder Big-Data-Analyse werden zunehmend neue Geschäftsmodelle ermöglichen, einschließlich einer stärkeren Dienstleistungsorientierung (Servitization), was bedeutet, dass Dienstleistungen statt Produkte verkauft werden. So können im Zuge der „Fertigung als Dienstleistung“ kleinere Unternehmen effizientere hochmoderne Fertigungsstätten nutzen. Verbrauchsmuster sind, auch im Zuge des demografischen Wandels, künftig von großer Bedeutung, da der Konsum privater Haushalte nicht weniger als 72 % der weltweiten Treibhausgasemissionen verursacht.⁵² Verbraucherentscheidungen, zum Beispiel für die Nutzung eines Elektrofahrzeugs, den Einbau einer Wärmepumpe oder die Modernisierung eines Hauses, könnten die globalen CO₂-Emission kumulativ um rund 55 % senken.⁵³ Auch bestimmte Verhaltensweisen, zum Beispiel die Umstellung der Ernährung, die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel oder Radfahren, werden in Zukunft sowohl für die Umwelt als auch für die Gesundheit der Bevölkerung von entscheidender Bedeutung sein. Die digitalen Technologien werden sich zudem auf die Verbrauchsmuster auswirken. Mit der Zunahme des Online-Handels wird die Technologie den Konsum erleichtern und Verbraucherentscheidungen beeinflussen, die zunehmend auf digitalen Informationen beruhen. Die digitalen Technologien werden auch die Sozialwirtschaft, die Sharing Economy und die Kreislaufwirtschaft stärken und vermehrt dazu führen, dass nicht mehr das Eigentum im Vordergrund steht, sondern die Herstellung von und der Handel mit Gütern, so im Bereich erneuerbare Energien oder Gebrauchsgüter, etwa in der Modebranche. Die persönliche Überwachung der Schadstoffbelastung, die Einspeisung von Umweltdaten und der Zugang zu diesen Umweltdaten über Netze von Mikrosensoren sowie intelligente Geräte werden den Menschen fundierte Entscheidungen ermöglichen.

Normen werden eine wichtige Voraussetzung für die Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels sein. Sie fördern potenziell die Entwicklung von Methoden für die Erprobung, von Managementsystemen oder von Interoperabilitätslösungen, die für den zweifachen Wandel erforderlich sind. In vielen Fällen sind sie Voraussetzung für den Marktzugang und dienen der Umsetzung der Ziele des EU-Rechts und der Unionspolitik, z. B. des harmonisierten Ansatzes der EU für nachhaltige Produkte. Datenstandards werden erheblich dazu beitragen, dass das exponentiell wachsende Volumen von Daten aus unterschiedlichen Quellen und von privaten Daten⁵⁴ effizient und zuverlässig genutzt werden kann. Normungsprozesse sind einerseits von großer Bedeutung für die Umsetzung der strategischen Ziele der Union und werden andererseits von vielen Drittstaaten zunehmend entschlossen genutzt, um ihren Unternehmen bessere Bedingungen für den Zugang zu den Märkten und die Einführung neuer Technologien zu verschaffen. Deshalb wird es auch in Zukunft entscheidend auf die Rolle der EU bei der Gestaltung globaler Standards und auf die Mitwirkung von EU-Unternehmen in den regionalen Normungsgremien ankommen.

⁵² Umweltprogramm der Vereinten Nationen (2020). *Emissions Gap Report* (Bericht über die Emissionslücke) 2020.

⁵³ Internationale Energieagentur (2021). *Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector* (Klimaneutralität bis 2050 – Ein Fahrplan für die Energiewirtschaft der Welt).

⁵⁴ Schätzungen zufolge wird das weltweite Datenvolumen von 33 Zettabyte im Jahr 2018 auf voraussichtlich 175 Zettabyte im Jahr 2025 steigen, was einem Wachstum von 530 % entspricht (COM(2020) 66 final).

Öffentliche und private Investitionen werden auch künftig ein entscheidender Faktor für den grünen und den digitalen Wandel sein, und auch die Kapitalmärkte sollten das Twinning fördern. Der langfristige EU-Haushalt 2021–2027 beläuft sich zusammen mit NextGenerationEU auf insgesamt 2 018 Billionen Euro. Der für Klimaschutz vorgesehene Anteil war noch nie so hoch, sollen doch mindestens 30 % der Mittel des umfassendsten EU-Haushalts aller Zeiten zur Bekämpfung des Klimawandels eingesetzt werden. Darüber hinaus sollen im Zeitraum 2026–2027 10 % der jährlichen Ausgaben im Rahmen des langfristigen Haushalts zur Erhaltung der Biodiversität beitragen. In den 25 bislang im Rahmen der Aufbau- und Resilienzfazilität angenommenen Plänen sind 40 % der Mittel für Umweltziele und 26 % für Digitalisierung vorgesehen, allerdings mit einem eher eingeschränkten Schwerpunkt, nämlich der möglichen Nutzung digitaler Lösungen zur Verwirklichung der Klimaziele. Von Bedeutung werden hier auch besondere Finanzinstrumente wie der Innovationsfonds⁵⁵ oder der Fonds für einen gerechten Übergang sein. Dessen ungeachtet könnte sich der Bedarf an zusätzlichen privaten und öffentlichen Investitionen für den grünen und den digitalen Wandel bis 2030 auf nahezu 650 Milliarden Euro pro Jahr belaufen.⁵⁶ Angesichts der derzeitigen geopolitischen Lage dürften diese Schätzungen eher im unteren Bereich dessen liegen, was tatsächlich nötig ist, was insbesondere für den grünen Wandel gilt.⁵⁷ Erforderlich sind zusätzliche Investitionen, wobei auch die Risiken einer steigenden Staatsverschuldung, einer Neugewichtung der Prioritäten bei den öffentlichen Ausgaben und der ungewissen wirtschaftlichen Aussichten zu berücksichtigen sind. So könnte zum Beispiel ein möglicher Anstieg der Verteidigungsausgaben Auswirkungen auf die für den grünen und den digitalen Wandel vorgesehenen Haushaltsmittel haben. Umso wichtiger sind künftig die Prioritätensetzung bei den öffentlichen Ausgaben, die Verbesserung der Qualität und der Zusammensetzung der öffentlichen Finanzen und Synergien zwischen dem zivilen und dem militärischen Bereich, insbesondere bei Technologien und Weltraumsystemen. Größere Vermögenswerte mit erheblichem Wertverlust (*stranded assets*) und Mechanismen, die an eine bestimmte Technik gebunden sind, müssen durch einen verstärkten Fokus auf zukunftsichere Investitionsentscheidungen vermieden werden, damit zum Beispiel Gebäude und energetische oder industrielle Infrastrukturanlagen nicht schon vor dem Ablauf ihrer Lebensdauer stillgelegt werden müssen, sondern stattdessen umgewidmet oder nachgerüstet werden können. Dies ist auch wichtig, um bestehenden Technologien nicht einen Vorteil gegenüber neu aufkommenden zu verschaffen.

V. Handlungsschwerpunkte

Angesichts der sich rasch entwickelnden geopolitischen Lage ist es um so wichtiger, dass geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Chancen zu stärken und die potenziellen Risiken zu minimieren, die bis 2050 an der Schnittstelle zwischen grünem und digitalem Wandel entstehen werden.

1. In einem sich wandelnden geopolitischen Umfeld muss die EU ihre Resilienz und ihre offene strategische Autonomie in den für den grünen und den digitalen Wandel entscheidenden Bereichen weiter stärken. So sind im Energiesektor vermehrte

⁵⁵ Eines der weltweit größten Finanzierungsprogramme für kommerzielle Demonstrationsprojekte innovativer CO₂-armer Technologien. Im Rahmen des Fonds sollen bis 2030 je nach CO₂-Preis bis zu 38 Milliarden Euro an Unterstützung bereitgestellt werden.

⁵⁶ COM(2021) 662 final.

⁵⁷ COM(2022) 600 final.

Anstrengungen im Bereich grüne Energiequellen erforderlich, um die Abhängigkeit der EU von fossilen Brennstoffen zu überwinden und gleichzeitig die Energiequellen während des Übergangszeitraums zu diversifizieren. Ein wichtiger Faktor ist auch die Entwicklung von Lösungen der Bevorratung und Speicherung für aktuelle und künftige Energieträger wie erneuerbaren Wasserstoff. Der Grundsatz „Energieeffizienz an erster Stelle“ könnte bei konsequenter Anwendung überall in der Gesellschaft und der Wirtschaft den Energieverbrauch erheblich senken. Offenheit und internationale Zusammenarbeit werden wichtige Triebkräfte für die Förderung von Innovation und technologischer Entwicklung sein, wobei Gegenseitigkeit und gleiche Wettbewerbsbedingungen gewährleistet sein müssen. Günstige Rahmenbedingungen für die Entwicklung digitaler B2B- und B2C-Plattformen in der EU und die Erleichterung der strategischen Zusammenarbeit zwischen industriellen Ökosystemen werden ebenfalls dazu beitragen, die Position der EU im Bereich der technologischen Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dies wird auch den Eintritt von Innovatoren aus der EU in neue Märkte in wichtigen Branchen fördern. Vor dem Hintergrund der derzeitigen und künftigen Gefahren (technologischer) strategischer Abhängigkeiten können die EU-Beobachtungsstelle für kritische Technologien und regelmäßige Überprüfungen einen wichtigen Beitrag leisten. Die EU muss in Anknüpfung an die bereits laufenden Modernisierungsprozesse auch ihr Instrumentarium in den Bereichen Handel, Zoll, Wettbewerb⁵⁸ und staatliche Beihilfen kontinuierlich aktualisieren, um auf die Herausforderungen reagieren zu können, die sich aus dem grünen und dem digitalen Wandel und sonstigen Marktentwicklungen insbesondere aufgrund der geopolitischen Lage ergeben. Dies dient dem Schutz der EU vor nicht nachhaltigen Produkten und Verfahren aus Drittländern und könnte zugleich die Auswirkungen unvermeidlicher kurzfristig anfallender Kosten in und außerhalb Europas abfedern. In ähnlicher Weise müssen der Beitrag der Gemeinsamen Agrarpolitik zur Gewährleistung der Ernährungssicherheit sowie andere Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz der Lebensmittelsysteme unter dem Blickwinkel der Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels und der offenen strategischen Autonomie der EU im neuen geopolitischen Kontext stärker als strategische Aspekte betrachtet werden.

2. Die EU muss ihre Anstrengungen verstärken, um den grünen und den digitalen Wandel weltweit voranzutreiben. Dabei sollten ein regelbasierter Multilateralismus und eine wertebasierte internationale Zusammenarbeit im Vordergrund stehen. Die globale Zusammenarbeit, zu der auch eine proaktive Forschungs- und Innovationsagenda mit gleichgesinnten Partnern gehört, wird ein wichtiger Faktor sein, um die Entwicklung von Technologien an den Schnittstellen des grünen und des digitalen Wandels zu beschleunigen und Bedenken in Bezug auf die Digitalisierung zu begegnen. Die Kosten und der Nutzen des zweifachen Wandels sollten den Partnerländern klar vermittelt werden, insbesondere denjenigen, für die er möglicherweise eher negative Auswirkungen haben wird. Zu verstärken sind auch die grüne und digitale Diplomatie und Öffentlichkeitsarbeit, indem die EU ihr Gewicht im Bereich der Regulierung und Standardisierung geltend macht und ihre Werte fördert. Die Erfahrungen, die die EU im Emissionshandel u. a. mit der Deckelung der Emissionsrechte, der Bepreisung von Umweltverschmutzung und der Erzielung von Einnahmen zur Beschleunigung der Dekarbonisierung und zur Unterstützung der schwächsten Bevölkerungsgruppen gemacht hat, könnten andere Länder veranlassen, ähnliche Systeme einzuführen. Insbesondere mit Nachbarländern der EU und afrikanischen Staaten sollten für beide Seiten vorteilhafte strategische Partnerschaften angestrebt werden. Dazu gehört die finanzielle Unterstützung von Projekten im Bereich des grünen und des digitalen Wandels auf

⁵⁸ Siehe Mitteilung „Wettbewerbspolitik – Fit für neue Herausforderungen“, COM(2021) 713 final.

der Grundlage unverzerrter Handelsbeziehungen und Investitionen und im Einklang mit der „Global Gateway“-Initiative der EU. Dies erfordert den Aufbau einer materiellen grünen und digitalen Infrastruktur (sicheres 5G und 6G, saubere Verkehrskorridore, alternative Energiequellen, saubere Stromübertragungsleitungen) und die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen für die Vorhaben. Grüne Anleihen könnten ein wirksames Instrument zur Finanzierung von Infrastrukturprojekten im Bereich des grünen und des digitalen Wandels sein und so sicherstellen, dass alle vom Übergang profitieren.

3. Die EU benötigt ein strategisches Management der Beschaffung kritischer Rohstoffe, um den grünen und den digitalen Wandel erfolgreich zu vollziehen und zugleich ihre Verteidigungskapazitäten zu stärken und ihre wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Der Ausbau der heimischen Kapazitäten und die Diversifizierung der Beschaffungsquellen entlang der Wertschöpfungskette sind entscheidende Faktoren, um die bestehenden strategischen Abhängigkeiten deutlich zu verringern und nicht Gefahr zu laufen, in neue Abhängigkeiten zu geraten. Von besonderer Bedeutung ist das im Bereich der kritischen Rohstoffe, in dem ein langfristiger und systematischer Ansatz erforderlich ist.⁵⁹ Die EU sollte ihre Kapazitäten zur Überwachung der globalen Rohstoffmärkte ausbauen, um Störungen in der Lieferkette zu antizipieren und abzufedern und sich gegebenenfalls mit Instrumenten wie Möglichkeiten der Bevorratung und der gemeinsamen Beschaffung für künftige Störungen zu wappnen. Die Sicherstellung der Rohstoffbeschaffung wird strategische Partnerschaften mit Partnerländern erfordern, die reich an Bodenschätzen sind, insbesondere mit gleichgesinnten Staaten, sowie die Entwicklung von Projekten zur Rohstoffförderung und -aufbereitung in Europa unter Gewährleistung eines hohen Umweltschutzniveaus. Außerdem muss die EU die Entwicklung besonders wertvoller strategischer Projekte in Europa unterstützen und beschleunigen, u. a. durch die Straffung und Beschleunigung der Genehmigungsverfahren unter voller Wahrung des Besitzstandes im Umweltbereich und harmonisierter Vorschriften für die Einbeziehung der Öffentlichkeit. Dies muss ergänzt werden durch Investitionen in Innovation und den Übergang zur Kreislaufwirtschaft, die Entwicklung der Rückgewinnung von Rohstoffen aus städtischen Abfällen und die Schaffung eines Marktes für Sekundärrohstoffe durch Festlegung von Zielen für Sammlung, Recyclingeffizienz und Ausbeute. Langlebigere Produkte und mehr Qualitätsrecycling werden die Abhängigkeit von Primärressourcen ab 2035 verringern. Dabei müssen höchste Nachhaltigkeitsstandards und Innovation gefördert, der ökologische und soziale Fußabdruck der Rohstoffwertschöpfungskette minimiert und die Handels- und Investitionsabkommen und die Finanzkraft der EU als „Team Europa“ mobilisiert werden, um Investitionen entlang der gesamten Rohstoffwertschöpfungskette in der EU und in Drittländern anzuziehen.

4. Die EU muss den sozialen und wirtschaftlichen Zusammenhalt während des gesamten grünen und digitalen Wandels stärken. Die vom Wandel betroffenen Arbeitnehmer, Unternehmen, Branchen und Regionen benötigen maßgeschneiderte Unterstützung und Anpassungsanreize. Wichtige Elemente sind dabei der soziale Dialog, Investitionen zur Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze und der rechtzeitige Aufbau von Partnerschaften zwischen den öffentlichen Arbeitsverwaltungen, den Gewerkschaften, der Wirtschaft und den Bildungseinrichtungen. Dies erfordert auch die Stärkung der Sozialschutzsysteme und des

⁵⁹ In der Mitteilung RePowerEU wird betont, dass die EU dringend, auch durch einen Legislativvorschlag, einen geeigneten Rahmen zur Unterstützung der Anstrengungen der Mitgliedstaaten und der Wirtschaft in diesem Bereich schaffen muss.

Wohlfahrtsstaates, unter anderem durch Instrumente zur Vermeidung bzw. gezielten Verringerung der Belastungen für Gemeinschaften und Familien mit niedrigem und mittlerem Einkommen und zur Armutsbekämpfung, sowie Einrichtungen zur Rettung von Arbeitsplätzen und flankierende Maßnahmen zur Bewältigung der Schocks bei Arbeitsmarktübergängen. Regionale Entwicklungsstrategien und Investitionen, die mit Mitteln der Kohäsionspolitik gefördert werden, sollten den grünen und den digitalen Wandel unterstützen und zugleich das wirtschaftliche, soziale und technologische Gefälle und umweltbezogene Ungerechtigkeiten verringern. Eine nahtlose und sichere Netzanbindung auch in ländlichen und abgelegenen Gebieten in Verbindung mit der Entwicklung einschlägiger Kapazitäten und Kompetenzen ist eine wichtige Voraussetzung, damit alle Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen künftig vom grünen und digitalen Wandel profitieren können.

5. Die Systeme der allgemeinen und beruflichen Bildung müssen an die neue sozioökonomische Realität angepasst werden. Erforderlich sind sowohl Lernkompetenzen zur Anpassung an die sich rasch verändernden Realitäten im Technologiebereich und auf dem Arbeitsmarkt als auch grüne Kompetenzen und ein Klimabewusstsein, um die Wertschöpfung beim grünen Wandel zu unterstützen, sowie ein verantwortungsbewusstes bürgerschaftliches Handeln. Eine für alle gerechte Gestaltung des grünen und des digitalen Wandels erfordert eine deutliche Aufstockung der Sozialausgaben im Zusammenhang mit dem Twinning, zum Beispiel für Bildung und lebenslanges Lernen, eingebettet in einen Rahmen für einen gerechten Übergang. Nötig sind mehr branchenübergreifende Arbeitskräftemobilität und eine gezielte legale Einwanderung. Als wesentlicher Faktor muss auch eine nachhaltige Lebensweise gefördert werden, die mit dem 1,5-Grad-Klimaziel im Einklang steht. Dazu müssen die Bürgerinnen und Bürger sowie die Unternehmen einbezogen, die Erschwinglichkeit der Maßnahmen sichergestellt und entsprechende Strategien konzipiert sowie mit Infrastrukturen ausgestaltet werden.

6. Zur Unterstützung der Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels müssen zusätzliche Investitionen in Technologien und Infrastrukturen gelenkt werden. Die vorhandenen Schwachstellen auf nationaler und EU-Ebene sind durch gezielte Reformen und Investitionen anzugehen, damit die Resilienz der EU gestärkt und der zweifache Wandel erleichtert wird. Dabei sind die diesbezüglichen makroökonomischen und sektorspezifischen Maßnahmen eng aufeinander abzustimmen. Investitionen müssen deshalb stärker auf Langfristigkeit und nachhaltige Vermögenswerte ausgerichtet werden. Die EU muss zusätzliche, langfristige private und öffentliche Investitionen in das Twinning mobilisieren, insbesondere in Forschung und Innovation bei kritischen Technologien und Branchen, in die Übernahme von Technologien und die Schaffung von Synergien zwischen Technologien, in Humankapital und in Infrastrukturen. Dafür sind geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen. Die Vollendung der Bankenunion und der Kapitalmarktunion sind entscheidende Schritte, um die Stabilität der Finanzmärkte zu erhöhen, mögliche künftige Risiken für die Finanzstabilität zu verringern und tiefe und liquide Finanzmärkte zu gewährleisten. Dazu gehört auch die Förderung nachhaltiger Finanzierungsrahmen, damit mehr private Investitionen in nachhaltige Projekte getätigt werden. Die EU-Taxonomie und der ihr zugrunde liegende Grundsatz der „Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen“ sind ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Finanzinstrumente müssen die Kombination privater und öffentlicher Mittel ermöglichen, damit zusätzliche Investitionen getätigt werden. Im Rahmen gemeinsamer Vorhaben mehrerer Länder könnten EU-, nationale und private Finanzressourcen gebündelt werden. Das umweltgerechte öffentliche und private Beschaffungswesen sollte auf nachhaltige digitale

Technologien ausgeweitet werden. Auch sollten Beihilfen für nachhaltige Produktion und nachhaltigen Konsum erwogen werden. Eine wichtige Rolle kommt dem sozialen Unternehmertum und der wirkungsorientierten Investitionstätigkeit privater Akteure zu. Auch die Haushaltspolitik und die Besteuerung müssen an den grünen und den digitalen Wandel angepasst werden, so durch Befreiungen für zusätzliche Investitionen in Projekte zur Unterstützung des zweifachen Wandels⁶⁰ und durch geeignete Preissignale und Anreize für Erzeuger, Nutzer und Verbraucher.

7. Die Steuerung des grünen und des digitalen Wandels erfordert solide und verlässliche Überwachungsrahmen. Die vier Dimensionen wettbewerbsorientierter Nachhaltigkeit – Fairness, ökologische Nachhaltigkeit, wirtschaftliche Stabilität und Produktivität – verlangen eine ehrgeizige und integrierte Politikgestaltung, bei der sowohl Synergien als auch Spannungen berücksichtigt werden. Die notwendige Umstellung auf ein neues Wirtschaftsmodell erfordert einen integrierten Ansatz für die Messung und Überwachung des Wohlergehens jenseits des BIP und die Berücksichtigung der derzeitigen und der künftigen Generationen in und außerhalb der EU. Als Richtschnur für politische Entscheidungen, die das volle Nachhaltigkeitspotenzial des grünen und des digitalen Wandels zum Tragen bringen können, und zur Nutzung eines nachhaltigen Finanzwesens ist ein neuer solider Rahmen auf EU-Ebene zur Messung sowohl der positiven Auswirkungen der Digitalisierung als auch ihres allgemeinen Fußabdrucks in Bezug auf Treibhausgasemissionen und Energie- und Ressourcennutzung einschließlich Mineralien und seltener Erden nötig.⁶¹ Genaue und verlässliche Informationen und amtliche Statistiken können es Bürgern, Unternehmen und Behörden erleichtern, fundierte Entscheidungen zu treffen. Und schließlich kann die EU anhand einer genauen Beobachtung von Daten besser beurteilen, ob zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden müssen.

8. Ein zukunftsfähiger und flexibler EU-Rechtsrahmen, in dessen Zentrum der Binnenmarkt steht, wird nachhaltige Geschäftsmodelle und Verbrauchsmuster fördern. Der Binnenmarkt und seine verschiedenen Dimensionen, zum Beispiel der Markt für Daten oder Energie, müssen ständig weiterentwickelt werden, um den grünen und den digitalen Wandel zu begleiten. Nötig ist ein besserer Rechtsrahmen mit Anreizen für Innovation, um die Kreislaufwirtschaft zu fördern, innovationsfreundliche Märkte zu schaffen, industrielle Ökosysteme zu stärken und die Vielfalt der Marktteilnehmer zu gewährleisten. Verwaltungshürden müssen systematisch beseitigt werden, um Twinning-Projekte und -Infrastrukturen zu fördern. Immaterielle Vermögenswerte spielen eine immer wichtigere Rolle, weshalb ein praxistauglicher Rahmen für geistiges Eigentum geschaffen werden muss. Bei der EU-Politikgestaltung sollte die Nutzung digitaler Lösungen wie digitaler Zwillinge, künstlicher Intelligenz für Prognosen oder Modellierung bei Folgenabschätzungen stärker berücksichtigt werden. Die Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels könnte bei der Bewertung geltender Rechtsvorschriften besser analysiert werden, indem die kombinierten Auswirkungen des zweifachen Wandels untersucht werden.⁶² Die Verbraucher müssen vor

⁶⁰ Der jüngste Vorschlag für einen Freibetrag als Anreiz gegen die Bevorzugung der Fremd- gegenüber der Eigenkapitalfinanzierung und zur Begrenzung der steuerlichen Abzugsfähigkeit von Zinsen im Rahmen der Körperschaftsteuer (COM(2022) 216) wird einen wichtigen Beitrag zur Förderung des grünen und des digitalen Wandels leisten.

⁶¹ Im Rahmen der European Green Digital Coalition gibt es Bestrebungen in diese Richtung.

⁶² Empfehlung aus dem Stellungnahmeentwurf der Plattform „Fit for Future“ „*How to favour interconnectivity between the digital and green transition, including through simplification*“ (Förderung der Wechselwirkungen zwischen dem digitalen und dem grünen Wandel, auch durch Vereinfachung).

irreführenden Praktiken wie Grünfärberei oder geplanter Obsoleszenz geschützt werden. Die Vorteile und Probleme des grünen und des digitalen Wandels müssen mit der Öffentlichkeit diskutiert werden. Die Beteiligung der Bürger an der Entscheidungsfindung könnte durch digitale Technologien oder Living Labs verbessert werden. Stärker zu berücksichtigen sind auch die Möglichkeiten, die Bürgerbeteiligung an der Politikgestaltung durch künstliche Intelligenz zu fördern. Ein Beispiel dafür ist die für die Konferenz zur Zukunft Europas entwickelte digitale Plattform.

9. Die Festlegung von Normen wird ein entscheidender Faktor für den Twinning-Prozess sein und den Pioniervorteil der EU im Bereich der wettbewerbsorientierten Nachhaltigkeit sichern. Ein Produktdesign, das auf dem Grundsatz „Reduzierung von Abfällen, Reparatur, Wiederverwendung und Recycling“ beruht, sollte zur Regel werden. Die derzeitigen Maßnahmen zur Gewährleistung der Nachhaltigkeit materieller Güter in der EU müssen mit für alle Branchen geltenden Standards einhergehen, damit Überkonsum und geplante Obsoleszenz zurückgedrängt werden können. Die jüngsten Vorschläge⁶³ der Kommission, wonach Händler den Verbrauchern Informationen über die Lebensdauer und Reparierbarkeit von Produkten zur Verfügung zu stellen müssen, könnten hier eine solide Grundlage liefern. Die EU benötigt einen stärker strategisch ausgerichteten Ansatz für die internationalen Normungstätigkeiten in den einschlägigen globalen Formaten.⁶⁴ Um die Umsetzung internationaler Normen zu gewährleisten, müssen diese mit Maßnahmen zur Verfolgung und Rückverfolgbarkeit einhergehen. So könnte z. B. die Festlegung einer globalen Norm für Batterien durch einen digitalen Produktpass flankiert werden, mit dem der ethische und ökologische Fußabdruck der einzelnen Batteriekomponenten verfolgt werden kann. Der Einsatz von Normen zur Gewährleistung der Interoperabilität von Twinning-Technologien und -Infrastrukturen wird es auch ermöglichen, die Partner der EU in den Umsetzungsprozess einzubeziehen.

10. Um das Potenzial von Twinning-Technologien zu erschließen, ist ein soliderer Rahmen für Cybersicherheit und Datenaustausch nötig. Die verbesserte Interoperabilität zwischen verschiedenen Dateneigentümern, Daten generierenden Akteuren und Datennutzern in der EU, wozu auch nationale und subnationale Informationssysteme zählen, wird den Datenaustausch zwischen verschiedenen Akteuren (Behörden, Unternehmen, Zivilgesellschaft und Wissenschaft) erleichtern. Ein gestärkter und sichererer Rahmen für den Datenaustausch mit eindeutigen Regelungen für Haftungs- und Eigentumsaspekte bei der Datenübermittlung wird Bürger und Unternehmen schützen und auch dazu beitragen, Vertrauen und Akzeptanz in Twinning-Technologien aufzubauen. Von Bedeutung werden hier gemeinsame Ansätze für Cybersicherheits-Benchmarks für Produkte und Dienstleistungen sein, einschließlich umfassender Regelwerke, technischer Anforderungen, Normen und Verfahren. Darüber hinaus muss die Resilienz kritischer Einrichtungen und Infrastrukturen durch einen alle Gefahren abdeckenden EU-Rahmen gestärkt werden, damit die Mitgliedstaaten sicherstellen können, dass ihre kritischen Einrichtungen Störungen verhindern, ihnen standhalten und sich von ihnen erholen können. Hier wird es auch auf die Erschwinglichkeit der Cybersicherheitstechnologien ankommen.

⁶³ COM(2022) 143 final.

⁶⁴ Siehe „EU-Strategie für Normung“, COM(2022) 31 final.



VERZÄHNUNG DES GRÜNEN UND DES DIGITALEN WANDELS

 <p>Stärkung der Resilienz und der offenen strategischen Autonomie in Sektoren, die für den zweifachen Wandel in einem zunehmend instabilen geopolitischen Umfeld von entscheidender Bedeutung sind.</p>	 <p>Stärkung der grünen und digitalen Diplomatie durch das Gewicht, das die EU im Bereich der Regulierung und Standardisierung hat, Förderung der Werte der EU und Ausbau von Partnerschaften.</p>
 <p>Strategisches Management der Beschaffung kritischer Güter durch Diversifizierung der Bezugsquellen unter Minimierung der Risiken neuer Abhängigkeiten, auch zur Sicherstellung der Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe.</p>	 <p>Gewährleistung des Zusammenhalts durch Stärkung des sozialen Schutzes und des Wohlfahrtsstaats, u. a. durch Ausgleichsmechanismen.</p>
 <p>Unterstützung des Übergangs zu neuen Arbeitsplätzen durch Anpassung der Systeme der allgemeinen und beruflichen Bildung.</p>	 <p>Mobilisierung zusätzlicher strategischer Investitionen, insbesondere in Forschung und Innovation sowie in neue Technologien, um den zweifachen Wandel zu beschleunigen.</p>
 <p>Entwicklung von Überwachungsrahmen zur Messung von Wohlergehen jenseits des BIP und zur Bewertung der positiven Auswirkungen der Digitalisierung und ihres allgemeinen Fußabdrucks.</p>	 <p>Schaffung eines zukunftsfiten und förderlichen Rechtsrahmens, auch durch vermehrten Einsatz künstlicher Intelligenz zur Unterstützung der Politikgestaltung und der Bürgerbeteiligung.</p>
 <p>Festlegung von Normen für die Ökologisierung der Digitalisierung und Nutzung des Pionier Vorteils der EU im Bereich der wettbewerbsorientierten Nachhaltigkeit.</p>	 <p>Förderung entschlossener Maßnahmen im Bereich Cyber- und Datensicherheit im Hinblick auf die sichere Bereitstellung und den Austausch von Daten für den zweifachen Wandel.</p>

VI. Schlussfolgerungen

Ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen dem ökologischen und dem digitalen Wandel ist im Kontext verschiedener künftiger Megatrends und unvorhergesehener Ereignisse von größter Bedeutung für eine erfolgreiche Verknüpfung beider Prozesse. Die in dieser Mitteilung dargelegten Handlungsschwerpunkte (siehe oben) tragen der Notwendigkeit Rechnung, zwischen den beiden Prozessen möglichst große Synergien zu erzielen und Spannungen zu begegnen. Dies erfordert einen dynamischen Ansatz, der es gestattet, Veränderungen zu antizipieren und die politischen Antworten anzupassen, ohne dabei die langfristigen Ziele aus den Augen zu verlieren, die es konsequent weiterzuverfolgen gilt. Auf diese Weise wird die erfolgreiche Verzahnung des grünen und des digitalen Wandels die Entwicklung einer neuen, regenerativen und klimaneutralen Wirtschaft bis 2050 fördern, die die Umweltverschmutzung verringert und die biologische Vielfalt und das Naturkapital wiederherstellt, was durch nachhaltige digitale und andere Technologien ermöglicht werden soll. Dies wird dazu beitragen, die EU als Vorreiter im Bereich wettbewerbsorientierte Nachhaltigkeit zu positionieren und ihre Resilienz und offene strategische Autonomie zu stärken. Der Prozess wird einhergehen mit einem gerechten Übergang, der allen Menschen, Gemeinschaften und Gebieten in Europa und darüber hinaus zugutekommt.

Im Mittelpunkt der nächsten jährlichen strategischen Vorausschau werden die wichtigsten Herausforderungen und Chancen stehen, die in den nächsten Jahrzehnten auf Europa zukommen. So sollen strategische Erkenntnisse gewonnen werden, die für die Stärkung der globalen Rolle der EU von Bedeutung sind.