



Übersetzung aus dem Englischen: „S20 Communiqué: Foresight – Science for Navigating Critical Transitions“. Kein offizielles G20-Dokument.

Foresight: Wissenschaft zur Bewältigung kritischer Übergänge

Zusammenfassung

Die wichtigste Schlussfolgerung der Science20 (S20) Beratungen der Nationalen Akademien der Wissenschaften der G20-Staaten im Jahr 2020 ist, dass die Probleme unseres Planeten und der Menschheit ganzheitlich und unter Berücksichtigung ihrer Komplexität und Vernetzung zu sehen sind. Dies ist das Ergebnis einer systematischen Untersuchung von sich abzeichnenden kritischen globalen Übergängen in den Bereichen Gesundheit, Umwelt und Technologie, die durch das aktuelle Beispiel der COVID-19-Pandemie als global disruptivem Ereignis bekräftigt wurde. Die aktuelle Viruspanemie hat die Verletzlichkeit der Gesundheits-, Wirtschafts-, Sozial- und Bildungssysteme unserer Gesellschaften offengelegt und den Mangel an strategischer Voraussicht deutlich gemacht, der zu schlecht vorbereiteten Reaktionen in vielen Bereichen geführt hat.

Die führenden Industrienationen der Welt, vertreten durch die G20-Staaten, müssen mit strategischer Voraussicht handeln, um die Verwerfungen in den wirtschaftlichen und sozialen Systemen abzufedern, die aufgrund einer nächsten Pandemie oder anderen kritischen Übergängen in der Zukunft zu erwarten sind. Daher empfehlen die Nationalen Akademien der Wissenschaften der G20-Staaten die folgenden Maßnahmen:

1. Weiterentwicklung der bestehenden Pandemievorsorge hin zu einem Konzept der internationalen Zusammenarbeit bei der Überwachung und schnellen Reaktion bei neu auftretenden Krankheiten und im Umgang mit künftigen Pandemien.
2. Förderung modernster Behandlungsmethoden und medizintechnologischer Forschung zur Verbesserung der personalisierten Gesundheitsversorgung mit dem Ziel, die Technologie weiterzuentwickeln und gleichzeitig Kosten zu senken und den Zugang zu erleichtern.
3. Umsetzung politischer Maßnahmen und Interventionen, um den durch den demografischen Wandel verursachten Herausforderungen zu begegnen.
4. Entwicklung integrierter und effizienter geschlossener Kreislaufsystemansätze für die Gewinnung, die Verteilung, den Verbrauch, die Entsorgung und die Wiederverwertung natürlicher Ressourcen.
5. Förderung einer Kreislaufwirtschaft für Materialien und Energie durch die Weiterentwicklung der „3R“ (Reduce, Reuse, Recycle – d.h. Reduzieren, Wiederverwenden, Recyceln) sowie der Nutzung erneuerbarer Energiequellen mit dem Ziel der Netto-Null-Emissionen.
6. Überwindung der wachsenden digitalen Kluft, damit alle Menschen auf der Erde Zugang zu digitalen Technologien und dem Internet haben und diese nutzen können, wobei gleichzeitig der Schutz der Privatsphäre, die Resilienz und die Sicherheit digitaler Netzwerke und Geräte gewährleistet sein muss.
7. Verbesserung der Nachhaltigkeit der digitalen Infrastruktur, einschließlich der Endgeräte, und Ausbau von Technologien für Smart Cities, die zu einer saubereren Umwelt beitragen.
8. Einführung eines multidisziplinären Ansatzes, um auf eine auf den Menschen ausgerichtete, digital gestützte Zukunft hinarbeiten, in der die digitale Infrastruktur ein fester Bestandteil des gesamten Sozial-, Bildungs-, Regierungs-, Wirtschafts- und Kulturwesens ist.
9. Unterstützung von Foresight-Forschung, die auf belastbarer Wissenschaft, wiederholbaren Methoden und offenem Austausch basiert und neueste Fortschritte im Bereich der komplexen Systemanalyse einbezieht.
10. Errichtung einer Plattform, über die internationale Zusammenarbeit ermöglicht und gefördert sowie Vertrauen in die Foresight-Forschung und -Aktivitäten aufgebaut werden kann.

Kritische Übergänge: Abrupte Veränderung des Zustands von Ökosystemen

Im Jahr 2008 erlebte die Welt mit der globalen Finanzkrise einen kritischen Übergang, der dazu führte, dass die G20-Gespräche auf die Ebene der Staats- und Regierungschefinnen und -chefs der G20-Staaten gehoben wurden.ⁱ Zwölf Jahre später stehen wir mit COVID-19 vor einem weiteren kritischen Übergang mit weitreichenden Konsequenzen. Solche Übergänge bedeuten plötzliche Veränderungen des Zustands unserer Ökosystemeⁱⁱ und werden dann kritisch, wenn sie globale oder weitreichende Auswirkungen haben. Die globalen Auswirkungen dieser kritischen Übergänge können negativ und vermeidbar, negativ und unvermeidbar oder auch positiv und erwünscht sein. In den Bereichen Gesundheit, Umwelt und Digitalisierung wurden bereits mehrere kritische Übergänge identifiziert, die jetzt schneller und umfangreicher als je zuvor voranschreiten. Die führenden Industrienationen der Welt, vertreten durch die G20-Staaten, müssen in der Lage sein, die Verwerfungen in den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Systemen abzufedern, die im Zuge kritischer Übergänge zu erwarten sind. Die Wissenschaft muss die Regierungen bei der Identifizierung bevorstehender Risiken und Chancen unterstützen sowie evidenzbasierte Beratung bereitstellen, damit die Politik den „Lösungsraum“ für die Bewältigung dieser Risiken bzw. die Ergreifung der Chancen hat.

COVID-19 ist die jüngste in einer Reihe von Infektionskrankheiten, die in den letzten Jahrzehnten immer häufiger und vielfältiger aufgetreten sind. Während der gleichen Zeit hat sich die Weltbevölkerung verdoppelt, Urbanisierung und Globalisierung sind fortgeschritten, und der Klimawandel hat sich verschärft.ⁱⁱⁱ Wiederholte Ausbrüche und anhaltende Pandemien werden in der Zukunft wahrscheinlich häufiger vorkommen, was eine nachhaltige und datengetriebene Foresight-Forschung umso wichtiger macht. Ganzheitliche Ansätze wie der One-Health-Ansatz^{iv} müssen in diesem Zusammenhang als zusätzliche Maßnahme zur medizinischen Grundversorgung und zur breiten Unterstützung der Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals, SDGs) gesehen werden.^v Ein weiterer kritischer Übergang, der das Gesundheitswesen und die sozio-ökonomischen Verhältnisse betrifft, ist der signifikante demografische Wandel, der sich in vielen Ländern auf Grund von sich verändernden Geburtenraten, der Alterung der Gesellschaft, Migration und Urbanisierung vollzieht. Die Alterung der Gesellschaft bedeutet einen signifikanten demografischen Wandel, der viele Industrienationen betrifft. Die möglichen Auswirkungen sind unter anderem eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Infektionskrankheiten, steigende Ausgaben für die Gesundheitsversorgung, steigende Nachfrage nach Gesundheitsleistungen für alte Menschen, einschließlich im Bereich der psychischen Gesundheit. Die Art und Weise, wie die Gesundheitsversorgung erfolgt, befindet sich ebenfalls im Wandel. Konventionelle Behandlungsansätze haben mehrere Nachteile, die hauptsächlich mit ihrer mangelnden Spezifität und der damit einhergehenden Toxizität zusammenhängen. In der letzten Zeit sind viele Ansätze zur Überwindung dieser Grenzen entwickelt worden wie etwa die Multi-Omics-Technologie, individualisierte Zelltherapie, spezifische Immuntherapie, Gentherapie und Nanomedizin. Allerdings wurde der Fortschritt auf diesen Gebieten durch einen Mangel an Kenntnissen, Einrichtungen, Gesetzen und Finanzierung behindert. Die COVID-19-Pandemie hat den Ausbau der Telemedizin und anderer digitaler Angebote zur Gesundheitsversorgung beschleunigt, gleichzeitig aber auch große Lücken in der digitalen Infrastruktur und der digitalen Kompetenz offenbart – besonders unter den vulnerabelsten Bevölkerungsgruppen. Das Fehlen einheitlicher regulatorischer und gesetzlicher Strukturen sowie von Mechanismen zum Austausch von Daten in Echtzeit unter Beachtung von Datenschutz und -sicherheit hat dies zusätzlich verschärft.

Die durch die COVID-19-Pandemie verursachten Disruptionen scheinen viele durch menschliche Aktivitäten verursachte Umweltauswirkungen vorübergehend verlangsamt zu haben. Dennoch zerstören wir weiter die Umwelt, indem wir den herkömmlichen, linearen Wirtschaftsmodellen auf Grundlage einer Wegwerfmentalität weiter folgen. Das führt dazu, dass wir bei der Nutzung der natürlichen Ressourcen nicht nachhaltig sind und riesige Mengen an Abfall produzieren. Das herkömmliche, lineare Wirtschaftsmodell und die damit einhergehenden Nachteile könnten durch eine auf den Prinzipien „Reduzieren, Wiederverwerten, Reparieren, Wiederherstellen und Recyceln“ beruhende Kreislaufwirtschaft sowie durch die Konzentration auf eine wirtschaftliche Entwicklung, die grüne Arbeitsplätze schafft, abgemildert werden. Bisher stellen allerdings technologische Herausforderungen und ungenügende Anreize für die Förderung und Umsetzung dieser Prinzipien eine Hürde für den schnellen Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft dar. Die Umstellung in Richtung einer Kreislaufwirtschaft könnte sich in bestehende globale Klima- und Umweltschutzbemühungen nahtlos einfügen und neue Chancen schaffen. Dazu gehören ein Rückgang der Umweltbelastung, höhere Versorgungssicherheit mit Rohstoffen und mehr Arbeitsplätze. Damit kann ein weiterer Beitrag zur Erreichung der SDGs geleistet werden.^{vi} Steigende Treibhausgasemissionen beschleunigen den Klimawandel und führen damit zu Schäden an Land- und

Meeresökosystemen, was wiederum eine Bedrohung für die Gesundheit und das Leben der Menschen darstellt. Bemühungen zur Reduzierung von Emissionen und zur Einrichtung einer Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft werden die globale Verpflichtung zu einer verantwortungsbewussten Entwicklung stärken und gleichzeitig die Belastung der Umwelt durch Hyperwachstum und Urbanisierung abmildern. Immer noch gibt es zu wenig Bewusstsein über mögliche Ansätze und Chancen zur Reduzierung von Emissionen und die Einführung einer Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft sowie einen Mangel an wirtschaftlichen und regulatorischen Anreizen für eine Veränderung. Solche Veränderungen sind für die Erreichung der SDGs von zentraler Bedeutung, die sich darauf beziehen, Städte resilienter und nachhaltiger zu machen, den Klimawandel und seine Auswirkungen zu bekämpfen und die Ozeane und Meeresressourcen zu bewahren.

Die COVID-19-Pandemie hat deutlich gemacht, wie groß die Kluft in unserer Gesellschaft ist zwischen denjenigen, die die Kompetenz für und den Zugang zu digitalen Technologien haben – insbesondere zum Internet und den dadurch ermöglichten Diensten – und denjenigen, die nur begrenzten oder keinen Zugang haben. Die derzeitige Pandemie hat umso klarer gezeigt, dass der Zugang zum Internet ein Grundrecht aller Bürgerinnen und Bürger sein muss. Außerdem ist die bestehende Telekommunikationsinfrastruktur anfällig für Ausfälle durch Klimakatastrophen, Cyberangriffe und Pandemien. Obwohl Resilienz so wichtig ist, sind die meisten Länder wirtschaftlich oder politisch nicht in der Lage, in Netzwerkredundanzen zur Verbesserung der Resilienz zu investieren. Diese Schwachpunkte im Bereich der Konnektivität und der Datensicherheit erschüttern das Vertrauen in digitale Technologien. Dieses Misstrauen ist in letzter Zeit durch das Auftreten von „Deep Fakes“, Falschinformationen und „Fake News“ verstärkt worden. Wir beobachten eine sich verändernde gesellschaftliche Landschaft in verschiedenen Bereichen. Die digitale Technologie erzeugt eine Disruption herkömmlicher Branchen und bringt neue hervor. Dies führt auch zu einer Veränderung der Berufswelt, indem Arbeitsplätze abgebaut oder ausgelagert werden, und betrifft besonders benachteiligte Gruppen, darunter auch Frauen. Geopolitische Faktoren, unfreiwillige Migration und der Klimawandel führen zu verstärkter Urbanisierung. Vorhersagen zufolge werden zwei Drittel der Weltbevölkerung im Jahr 2050 in Städten leben, was zu einer starken Belastung der Funktionsfähigkeit und der Ressourcen dieser Städte führen wird. Smart-City-Technologien könnten dies zwar ausgleichen, jedoch sind wir nicht in der Lage, das volle Potenzial dieser Technologien auszuschöpfen, da es an der Interoperabilität zwischen konkurrierenden urheberrechtlich geschützten Technologien fehlt. Die globale digitale Infrastruktur und die damit einhergehenden Milliarden von Endgeräten verbrauchen außerdem riesige Mengen an Energie und tragen erheblich zu den globalen Treibhausgasemissionen bei. Deshalb muss mehr getan werden, um Energieverbrauch und Elektroschrott zu reduzieren.

Foresight: Zusammenhänge herstellen

Die aktuelle Pandemie hat deutlich gezeigt, dass kritische Übergänge weitreichende Auswirkungen auf die gesamte Welt haben können und globale Herausforderungen übergreifend Gesellschaft, Wirtschaft, Politik und Technologie betreffen. Die zunehmende Komplexität und Vernetzung der Systeme macht es für die Entscheidungsträgerinnen und -träger immer schwieriger, die Auswirkungen ihrer Entscheidungen in Zeiten kritischer Übergänge zu überblicken. Der Weg hin zu einer besseren Regierungsführung, besseren Politik und wirksameren Maßnahmen sollte deshalb einem ganzheitlichen Ansatz folgen.

„Foresight ist ein zielgerichteter Prozess, mit dessen Hilfe Wissen über die Zukunft einer bestimmten Einheit oder eines Systems von Akteuren entwickelt wird – mit dem Ziel, Maßnahmen in Form von öffentlicher oder privater Politikgestaltung, Strategieentwicklung und Planung umzusetzen.“^{vii}

Die derzeitige COVID-19-Pandemie zeigt jedoch deutlich, dass Foresight in Bezug auf eine Pandemie eine Herausforderung war und immer noch ist, welche die Annäherung von Gesundheitsversorgung, öffentlichem Gesundheitswesen, sozio-ökonomischen Disziplinen und komplementären Fachgebieten erfordert.^{viii} Bis zum heutigen Tage wurden Zukunftsanalysen hauptsächlich durch politische Analysten in Denkfabriken, großen Konzernen, multilateralen Organisationen und Regierungen durchgeführt. Die Wissenschaft war bisher nur eine ad hoc-Ressource für Foresight-Studien. Tiefgreifende globale Herausforderungen und kritische Übergänge erfordern jedoch eine umsichtige Führung und einen visionären Ansatz, um diese traditionellen Aktivitäten der strategischen Voraussicht mit Hilfe evidenzbasierter Foresight-Forschung neu zu definieren.

Forschung zu Foresight würde der Wissenschaftsgemeinschaft eine zentrale Rolle bei der Entwicklung tiefgreifenderer, präziserer und umfassenderer Foresight-Prozesse zur Förderung einer wirksamen Politikgestaltung übertragen. Es

besteht Bedarf an Foresight-Forschung, die in der Lage ist, Zusammenhänge herzustellen und die Auswirkungen und unbeabsichtigten Folgen möglicher Entscheidungen zu bewerten, und zu visionärem Handeln auf internationaler Ebene führen kann.

Für eine bessere Foresight-Forschung ist internationale Zusammenarbeit erforderlich. Die Pandemie hat weltweit eine zentrale Motivation für die Überwindung des Silodenkens im Gesundheitswesen, in Technik und Wissenschaft, in der Politik und bei Entscheidungsträgerinnen und -trägern sowie Führungspersönlichkeiten ausgelöst. Die großen Unterschiede in Bezug auf Forschungskapazitäten und Finanzierung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern haben gezeigt, dass eine internationale Zusammenarbeit im Bereich der wissenschaftlichen Forschung zu Foresight, Innovation und Finanzierung erforderlich ist. Internationale Zusammenarbeit im Bereich der Foresight-Forschung ist eine logische Konsequenz der zunehmenden Vernetzung der Welt und spiegelt sich in SDG 17 „Die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen“ wider. Fortschritte in der Foresight-Forschung und internationalen Zusammenarbeit in diesem Bereich könnten das Potenzial unserer klügsten Köpfe nutzen, um zukünftiges Leid zu verhindern oder abzumildern und Gesundheit, Stabilität und Wohlstand zu fördern.

Die Nationalen Akademien der Wissenschaften der G20-Staaten empfehlen die folgenden Maßnahmen:

1. Weiterentwicklung der bestehenden Pandemievorsorge hin zu einem Konzept der internationalen Zusammenarbeit bei der Überwachung und schnellen Reaktion auf neu auftretende Krankheiten und im Umgang mit künftigen Pandemien.

Etablierung einer internationalen Forschungsagenda zur Untersuchung der Überlagerung von Pandemieszenarien auf bestehende Gesundheitszustände, Lebensstile, gesundheitliche Auswirkungen von Umweltveränderungen wie dem Klimawandel, und soziale Interaktionen mit Hilfe moderner Forschungsmethoden. Eine derartige Forschung wird auf bestehenden globalen Bemühungen zur Stärkung der Reaktion auf Pandemien oder ähnliche Gesundheitsnotstände aufbauen und diese weiterentwickeln. Die Auswirkungen und Rückmeldungen aus der Sozial- und Verhaltensforschung, der psychischen Gesundheitsversorgung und der Arbeit an „vorderster Front“ mit den Menschen müssen dabei berücksichtigt werden. Um vorausschauend handeln zu können, müssen Daten gesammelt, ausgetauscht und analysiert werden, und die entsprechenden Ergebnisse müssen transparent kommuniziert werden, so dass Peer-Review, ein kontinuierlicher Wissensaustausch, Datenassimilation und fortlaufende Qualitätsverbesserung gesichert sind.

2. Förderung modernster Behandlungsmethoden und medizintechnologischer Forschung zur Verbesserung der personalisierten Gesundheitsversorgung mit dem Ziel, die Technologie weiterzuentwickeln und gleichzeitig Kosten zu senken und den Zugang zu erleichtern.

Weiterentwicklung von Techniken wie der Multi-Omics-Technologie, der individualisierten Zelltherapie, spezifischen Immuntherapie, Gentherapie und Nanomedizin als Ergänzung der herkömmlichen Gesundheitsversorgung. Förderung der vertikalen Integration multidisziplinärer, translationaler, klinischer und ethischer Versorgungsforschung, die das Silodenken aufbricht und die Notwendigkeit der Mobilität von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im Allgemeinen und Medizinerinnen und Medizinern im Besonderen über Ländergrenzen hinweg durch bessere Austauschmöglichkeiten berücksichtigt. Patientinnen und Patienten müssen die Möglichkeit zur aktiven Beteiligung und Mitarbeit an Gesundheitsforschungsprogrammen bekommen. Es muss außerdem die Entwicklung preisgünstiger und hochpräziser digitaler Gesundheitslösungen auf der Agenda stehen, damit Vorhersagemodelle ein tiefes Verständnis von Krankheitsentstehung ermöglichen und dadurch neue Wirkstoffziele identifiziert sowie eine stärker personalisierte Diagnostik und therapeutische Modalitäten entwickelt werden können. Investitionen in Forschungs- und Ausbildungsprogramme müssen das Humankapital verstärken, um die Entwicklung von sowie den Zugang zu innovativen Diagnostika und Therapeutika, einschließlich Impfstoffen, zu fördern.

3. Umsetzung politischer Maßnahmen und Interventionen, um den durch den demografischen Wandel verursachten Herausforderungen zu begegnen.

Berücksichtigung globaler demografischer, ethnischer und sozioökonomischer Unterschiede bei der Analyse von Gesundheitsdaten für eine genauere Interpretation der Daten und bessere Entscheidungen – insbesondere im Hinblick auf vulnerable Bevölkerungsgruppen und Systeme mit wachsenden Ungleichheiten. Ebenso sollte eine vergleichende Analyse epidemiologischer Daten aus unterschiedlichen Ländern anhand eines vereinbarten Systems sowie geeigneten

Stichproben im Rahmen von Bevölkerungsumfragen durchgeführt werden, um einen Mehrwert zu schaffen. Psychische Probleme aufgrund sozialer Isolation und andere Probleme im Zusammenhang mit höherem Krankheitsrisiko, geringer digitaler Kompetenz und unzureichendem Zugang zu Untersuchungen und Behandlungen bei älteren Menschen müssen thematisiert werden.

4. Entwicklung integrierter und effizienter geschlossener Kreislaufsystemansätze für die Gewinnung, die Verteilung, den Verbrauch, die Entsorgung und die Wiederverwertung natürlicher Ressourcen.

Errichtung der entsprechenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Förderung einer breiten Akzeptanz und Anwendung von Kreislaufsystemen sowie der Verwendung recycelter und wiederverwerteter Produkte durch Unternehmen und Verbraucher. Ergreifen von Maßnahmen, um die Entwicklung und Einführung von Kreislaufsystemen zu fördern, insbesondere in Schlüsselbranchen wie Bergbau, produzierendes Gewerbe, Bauwesen, Dienstleistungen, Landwirtschaft und städtischer Wohnungsbau. Dies wird seinerseits Anreize für Forschung, Entwicklung und Verwendung innovativer Technologien zur Abfallreduzierung schaffen. Der Aufbau einer Kreislaufwirtschaft sollte neue Arbeitsplätze schaffen und die Beteiligung der Menschen auf lokaler Ebene an der Reduzierung von Rohstoffen und der Förderung eines verantwortungsvollen Konsums begünstigen. Entwicklung von Bildungsmaterial und -programmen zur Kreislaufwirtschaft für alle Bildungsstufen, um ein entsprechendes Bewusstsein zu schaffen und berufliche Perspektiven in den Bereichen Innovation, Start-ups und generell in der Kreislaufwirtschaft aufzuzeigen. Die Nutzung fortschrittlicher digitaler Technologien wie IoT, KI, Big Data und Blockchain wird die Effizienz, Resilienz und Kreislaufnutzung natürlicher Ressourcen verbessern und Synergien im Energie-, Wasser-, Material- und Lebensmittelkreislauf verstärken. Der Fortschritt in Richtung Zirkularität und Abfallreduzierung muss standardisierte Indikatoren der Kreislaufwirtschaft nutzen, um die Definition von Zielen für den Übergang zur Kreislaufwirtschaft zu unterstützen.

5. Förderung einer Kreislaufwirtschaft für Materialien und Energie durch die Weiterentwicklung der „3Rs“ (Reduce, Reuse, Recycle, d.h. Reduzieren, Wiederverwenden, Recyceln) sowie der Nutzung erneuerbarer Energiequellen mit dem Ziel der Netto-Null-Emissionen.

Förderung erneuerbarer Energien zusammen mit kostengünstigen und nachhaltigen Energiesystemen, einschließlich Energiespeicherung, durch marktbasierter Ansätze und Sensibilisierungskampagnen, die die Abhängigkeit der Gesellschaft von fossilen Brennstoffen verringern. Durchführung technisch-wirtschaftlicher Machbarkeitsstudien und Lebenszyklus-Bewertungen, um den optimalen Mix an alternativen Energietechnologien im Zusammenspiel mit 3R-Technologien in integrierten gesellschaftlichen Systemen zu bestimmen und damit CO₂-Ziele zu erreichen. Bewertung und Förderung der neuen CCUS-Technologie (Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlenstoff – sog. „Carbon Capture Use and Storage“) wie etwa Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung („Bio-Energy Carbon Capture and Storage“, BECCS) sowie die Umwandlung von CO₂ in andere Produkte, einschließlich Tests in einer geeigneten Prüfungsumgebung, werden erforderlich sein, um die Möglichkeiten des Hochskalierens und der praktischen Umsetzung zu klären. Die Förderung der Regeneration und Wiederherstellung der Wald- und Meeresökologie als natürliche Systeme für Kohlenstoffbindung wird gleichzeitig dazu beitragen, die biologische Vielfalt wiederherzustellen.

6. Überwindung der wachsenden digitalen Kluft, damit alle Menschen auf der Erde Zugang zu digitalen Technologien und dem Internet haben und diese nutzen können, wobei gleichzeitig der Schutz der Privatsphäre, die Resilienz und die Sicherheit digitaler Netzwerke und Geräte gewährleistet sein muss.

Entwicklung von Strategien für die Finanzierung der digitalen Infrastruktur und der Entwicklung von Kommunikationstechnologien und -geräten, die für die breite Verwendung in einkommensschwachen Bevölkerungsgruppen und an entlegenen Orten mit einer wenig ausgebauten Infrastruktur geeignet sind. Um die Chancen der digitalen Bildung allen, und insbesondere Frauen, Minderheiten und benachteiligten Bevölkerungsgruppen zu eröffnen, sind inklusive Bildungsprogramme und Maßnahmen zur Steigerung digitaler Kompetenz vonnöten. Nutzung der Wissenschaftscommunity bei der Planung der digitalen Infrastruktur zur Modernisierung bestehender Systeme für eine erhöhte Resilienz und einen größeren Bedarf an Datenverkehr im Netzwerk. Bereitstellung von mehr Ressourcen für die Förderung der Datenwissenschaften zum Nutzen der Gesellschaft sowie Forschung und Entwicklung für robuste und resiliente KI-Algorithmen, stärkere kryptografische Protokolle und erweiterte Vorschriften, um die Bedrohung durch zufällige Ausfälle oder böswillige Cyber-Angriffe abzuwenden.

7. Verbesserung der Nachhaltigkeit der digitalen Infrastruktur, einschließlich der Endgeräte, und Ausbau von Technologien für Smart Cities, die zu einer saubereren Umwelt beitragen.

Beschleunigung von Initiativen für die Verringerung der Umweltauswirkungen digitaler Technologien, einschließlich höherer Energieeffizienz, weniger intensiven Berechnungsmethoden und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen anstatt nicht erneuerbarer Energien. Entwicklung standardisierter Tools und Rahmen für die Maximierung der Effizienz bei der Nutzung digitaler Technologien und die Maximierung ihrer Lebensdauer zur Reduzierung von Elektroschrott. Gestaltung inklusiver Smart Cities und Smart Communities, die die gemeinsame Nutzung von Ressourcen fördern, Interoperabilität ermöglichen und den Ausstoß von Treibhausgasen und anderen Schadstoffen reduzieren. Förderung der Zusammenarbeit und des Wissensaustausches zu Best Practices und Erfahrungen unter politischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern, der Industrie, Vertreterinnen und Vertretern der Gemeinden vor Ort und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Stärkung des öffentlichen Bewusstseins zu den Umweltauswirkungen der Verwendung digitaler Technologien.

8. Einführung eines multidisziplinären Ansatzes, um auf eine auf den Menschen ausgerichtete, digital gestützte Zukunft hinzuwirken, in der die digitale Infrastruktur ein fester Bestandteil des gesamten Sozial-, Bildungs-, Regierungs-, Wirtschafts- und Kulturwesens ist.

Stärkerer Fokus auf multidisziplinärer Bildung und Forschung, einer Verbindung zwischen Wissenschaft und Technik, den Sozial- und Geisteswissenschaften und Ethik sowie eine Verbesserung der Qualität der digitalen Bildung für alle. Anstoßen einer breiten wissenschaftlichen und öffentlichen Debatte über die gesellschaftlichen und gesundheitlichen Auswirkungen digitaler Technologien und Stärkung der öffentlichen Bildung auf Grundlage wissenschaftlicher Fakten. Unterstützung der Entwicklung von Technologien und von Menschen gesteuerten Prozessen zur schnellen Erkennung und Blockierung von „Deep Fakes“, „Fake News“ und Desinformationen sowie die Befähigung der Nutzerinnen und Nutzer, falsche und irreführende Informationen zu erkennen und einzuordnen. Mehr Investitionen in die Erforschung und Entwicklung vertrauenswürdiger und erklärbarer KI in kritischen Bereichen wie Finanzen und Gesundheitsversorgung sowie die Entwicklung von Methoden und Protokollen für die Einbringung ethischen Verhaltens in Roboter und ähnliche autonome Technologien.

9. Unterstützung von Foresight-Forschung, die auf belastbarer Wissenschaft, wiederholbaren Methoden und offenem Austausch basiert und neueste Fortschritte im Bereich der komplexen Systemanalyse einbezieht.

Transformation der Foresight-Forschung angesichts der jüngsten Fortschritte in der Netzwerk- und Komplexitätswissenschaft, in KI, maschinellem Lernen, Big Data-Analytik und Advanced Computing (z.B. Quantum Computing). Gewährleistung, dass die Foresight-Forschung auf belastbaren und wiederholbaren wissenschaftlichen Methoden beruht, die offen zugänglich sind. Eine solche Forschung würde die Schnittstelle, Interaktion und/oder Kombination von wissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Methoden, Technologien, Trends und Treibern sowie die Kontexte, in die diese eingebettet sind, beinhalten. Eine solche Verbesserung würde die Verlässlichkeit der Foresight-Forschung stärken und das Vertrauen in die Verwendung und die Ergebnisse dieser Verfahren fördern.

10. Errichtung einer Plattform, über die internationale Zusammenarbeit ermöglicht und gefördert sowie Vertrauen in die Foresight-Forschung und -Aktivitäten aufgebaut werden kann.

Ermutigung internationaler Organisationen wie der Vereinten Nationen, eine globale Vermittlungsstelle und Wissensplattform sowie einen globalen wissenschaftlichen Beirat einzurichten – zur Stärkung der wissenschaftlichen Foresight-Forschung, Förderung internationaler Zusammenarbeit und des gegenseitigen Austauschs von Foresight-Reports, Daten, Best Practices und Informationen über Foresight-Initiativen auf der ganzen Welt. Dies wird die bisherigen, (meist) regionalen Foresight-Prozesse ergänzen und verstärken, indem es den internationalen Dialog über die Notwendigkeit der Foresight-Forschung und das Verständnis der Komplexität und Vernetzung globaler Systeme voranbringt. Herausforderungen globaler Natur erfordern oft verschiedene Wege in verschiedenen regionalen, nationalen und lokalen Kontexten sowie wirksame Möglichkeiten des Eingriffs, die je nach Zusammenhang unterschiedlich sein können. Eine internationale Zusammenarbeit muss die Akzeptanz und Toleranz gegenüber verschiedenen Kulturen und sozialen Normen fördern. Eine globale Zusammenarbeit bietet viele Möglichkeiten, gemeinsam geeignete Methoden zu entwickeln, die fortschrittliche Entwicklungen in Netzwerk- und

Komplexitätswissenschaft, KI und Big Data nutzen, um die Foresight-Forschung zu fördern. Solche Anstrengungen sollten auch dabei helfen, Protokolle, Technologien und Vorschriften zur Erleichterung des Datenaustauschs sowohl auf lokaler als auch auf grenzüberschreitender Ebene zu entwickeln, um einen offenen Datenzugriff für alle Beteiligten zu ermöglichen. Diese Anstrengungen sollten außerdem dabei helfen, Programmen Priorität einzuräumen, die das Bewusstsein für die Foresight-Forschung in der breiteren Gesellschaft und bei politischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern schärfen. Sie sollten auch dazu beitragen, Strategien zur Kommunikation unterschiedlicher Zukünfte an unterschiedliche Zielgruppen zu entwickeln.

Quellenangaben

ⁱ <https://g20.org/en/about/Pages/whatis.aspx>

ⁱⁱ Scheffer, M. (2009). Critical transitions in nature and society (Vol. 16). Princeton University Press.

ⁱⁱⁱ http://www3.weforum.org/docs/WEF%20HGI_Outbreak_Readiness_Business_Impact.pdf

^{iv} <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/one-health>

^v <https://sdgs.un.org/goals>

^{vi} (Energie-, Wasser-, Material- und Lebensmittel-)Kreislaufwirtschaft bezieht sich direkt auf die SDGs der Vereinten Nationen (2,6,7,9,12,14,15)

^{vii} <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/fta2014-posters-innovation-theory-development-foresight.pdf>