



Rat der
Europäischen Union

Brüssel, den 23. Februar 2024
(OR. en)

6968/24

TELECOM 85
COMPET 223
MI 215

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender:	Frau Martine DEPREZ, Direktorin, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission
Eingangsdatum:	22. Februar 2024
Empfänger:	Frau Thérèse BLANCHET, Generalsekretärin des Rates der Europäischen Union
Nr. Komm.dok.:	COM(2024) 81 final
Betr.:	WEISSBUCH Wie kann der Bedarf an digitaler Infrastruktur in Europa gedeckt werden?

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument COM(2024) 81 final.

Anl.: COM(2024) 81 final



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den 21.2.2024
COM(2024) 81 final

WEISSBUCH

Wie kann der Bedarf an digitaler Infrastruktur in Europa gedeckt werden?

„Wie kann der Bedarf an digitaler Infrastruktur in Europa gedeckt werden?“

1. EINLEITUNG.....	3
2. ENTWICKLUNGSTRENDS UND HERAUSFORDERUNGEN IM SEKTOR DER DIGITALEN INFRASTRUKTUREN.....	5
2.1 Herausforderungen für die Konnektivitätsinfrastrukturen in Europa.....	5
2.2 Technologische Herausforderungen.....	7
2.3 Herausforderungen bei der Erreichung einer genügenden Größe der EU-Konnektivitätsdienste.....	11
2.3.1 Investitionsbedarf.....	11
2.3.2 Finanzielle Lage des Sektors der elektronischen Kommunikation in der EU	12
2.3.3 Fehlen eines Binnenmarkts	14
2.3.4 Konvergenz und gleiche Wettbewerbsbedingungen.....	17
2.3.5 Herausforderungen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit	18
2.4 Erforderliche Sicherheit in der Lieferkette und im Betrieb der Netze	19
2.4.1 Das Problem der vertrauenswürdigen Lieferanten.....	19
2.4.2 Sicherheitsnormen für eine durchgehende Konnektivität.....	20
2.4.3 Sichere und resiliente Seekabelinfrastrukturen.....	21
3. BEWÄLTIGUNG DES ÜBERGANGS ZU DEN DIGITALEN NETZEN DER ZUKUNFT – POLITISCHE FRAGEN UND MÖGLICHE LÖSUNGEN	22
3.1 Säule I: Schaffung des „3C-Netzes“ – „Connected Collaborative Computing“	22
3.1.1 Aufbau von Kapazitäten durch offene Innovations- und Technologieressourcen	23
3.1.2 Weiteres Vorgehen.....	25
3.1.3 Zusammenfassung möglicher Szenarios	27
3.2 Säule II: Vollendung des digitalen Binnenmarkts.....	28
3.2.1 Ziele	28
3.2.2 Anwendungsbereich.....	29
3.2.3 Genehmigung	30
3.2.4 Bewältigung von Hindernissen für zentralisierte Kernnetze	31
3.2.5 Funkfrequenzen.....	32
3.2.6 Abschaltung der Kupferkabelnetze	35
3.2.7 Zugangsregelungen in einer vollständigen Glasfaserumgebung	37
3.2.8 Universaldienst und Erschwinglichkeit digitaler Infrastrukturen	39
3.2.9 Nachhaltigkeit	40
3.2.10 Zusammenfassung möglicher Szenarios	41
3.3 Säule III: Sichere und resiliente digitale Infrastrukturen für Europa	42
3.3.1 Eine sichere Kommunikation unter Verwendung von Quanten- und Post-Quantentechnik	42

3.3.2	Sicherheit und Resilienz von Seekabelinfrastrukturen	44
3.3.3	Zusammenfassung möglicher Szenarios	46
4.	FAZIT	46

1. EINLEITUNG

Hochmoderne digitale Netzinfrastrukturen bilden die Grundlage für eine florierende digitale Wirtschaft und Gesellschaft. Sichere und nachhaltige digitale Infrastrukturen sind einer der vier Kernpunkte des EU-Politikprogramms 2030 für die digitale Dekade, das eine der Hauptprioritäten der derzeitigen Kommission darstellt. Sie stehen auch im Mittelpunkt des Interesses der Bürgerinnen und Bürger, die im Rahmen der Konferenz zur Zukunft Europas mehrere Vorschläge zum Thema Digitales unterbreitet haben. Wenn keine fortgeschrittenen digitalen Netzinfrastrukturen zur Verfügung stehen, wird unser Lebensalltag nicht durch Anwendungen erleichtert und werden den Verbrauchern die Vorteile moderner Technik vorenthalten. Nur mit höchstleistungsfähigen Infrastrukturen werden Ärzte beispielsweise in der Lage sein, Patienten aus der Ferne schnell und sicher zu versorgen, und werden Drohnen helfen können, die Ernten zu verbessern und den Wasser- und Pestizidverbrauch zu verringern, während vernetzte Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren eine Echtzeitüberwachung der Bedingungen ermöglichen, unter denen frische Lebensmittel gelagert und zu den Verbrauchern transportiert werden.

Es gibt überall in der Wirtschaft viele Beispiele dafür, wie sehr Unternehmen fortgeschrittene Konnektivitäts- und Recheninfrastrukturen benötigen, um ihre Daten näher an ihren Betriebsabläufen und näher bei ihren Kunden verarbeiten zu können, um so innovative Anwendungen und Dienste selbst zu nutzen oder anzubieten. Dies ist besonders wichtig für Anwendungen, die eine Echtzeit-Datenverarbeitung erfordern, wie es z. B. bei Geräten des Internets der Dinge (IoT), autonomen Fahrzeuge und intelligenten Netzen der Fall ist, oder auch für die Verringerung der Latenz bei Anwendungen im Zusammenhang mit der vorausschauenden Wartung, Echtzeitüberwachung und Automatisierung, die einen effizienteren und kostengünstigeren Betrieb ermöglichen. Fortgeschrittene digitale Netzinfrastrukturen und -dienste werden zu einem Schlüsselfaktor für transformative digitale Technologien und Dienste wie künstliche Intelligenz (KI), virtuelle Welten und das Web 4.0 sowie für die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen, vor denen wir auf Gebieten wie Energie, Verkehr oder Gesundheitsversorgung stehen, wie auch für die Unterstützung von Innovationen in der Kreativwirtschaft.

In allen Sektoren der europäischen Wirtschaft hängt unsere künftige Wettbewerbsfähigkeit von diesen fortgeschrittenen digitalen Netzwerkinfrastrukturen und -diensten ab, denn sie bilden die Grundlage für ein globales BIP-Wachstum zwischen 1 und 2 Billionen EUR¹ wie auch für den digitalen und ökologischen Wandel unserer Gesellschaft und unserer Wirtschaft. Es gibt viele Quellen, die den engen Zusammenhang zwischen dem verstärkten Ausbau breitbandiger Fest- und Mobilfunknetze und der wirtschaftlichen Entwicklung belegen². Der Konnektivitätsbedarf ist ein wichtiger Faktor für die Ankurbelung der Wirtschaft. Höhere Geschwindigkeiten und

¹ *Connected World: An evolution in connectivity beyond the 5G evolution*, McKinsey 2020, abrufbar unter <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/connected-world-an-evolution-in-connectivity-beyond-the-5g-revolution>.

² Vgl. *Analyzing the Economic Impacts of Telecommunications – Exploring the Relationship Between Broadband and Economic Growth*, Hintergrundpapier zum Weltentwicklungsbericht 2016; *Digital Dividends*, Michael Mingos, 2015; *Europe's internet ecosystem: socio-economic benefits of a fairer balance between tech giants and telecom operators*, Axon Partners Group, Mai 2022; Kongaut, Chatchai; Bohlin, Erik (2014): *Impact of broadband speed on economic outputs: An empirical study of OECD countries*, 25. Europäische Regionalkonferenz der International Telecommunications Society (ITS): *Disruptive Innovation in the ICT Industries: Challenges for European Policy and Business*, Brüssel, Belgien, 22.–25. Juni 2014, International Telecommunications Society (ITS), Calgary.

neue Generationen von Mobilfunknetzen wirken sich positiv auf das BIP aus³. Ebenso geht aus Studien hervor, dass eine resiliente Backbone-Infrastruktur, die auf sicheren Seekabeln beruht, zur Steigerung des BIP beitragen kann⁴. Angesichts der aktuellen demografischen Entwicklungen muss sich die europäische Wettbewerbsfähigkeit auf produktivitätssteigernde Technologien stützen, und digitale Infrastrukturen und Dienste sind dafür von entscheidender Bedeutung.

Gleichzeitig befinden sich digitale Netze in einem großen Umbau, der von einer Konvergenz der Konnektivitätsinfrastrukturen mit Cloud- und Edge-Computing-Kapazitäten geprägt ist. Um die Vorteile dieses Wandels nutzbar zu machen, muss der Sektor der elektronischen Kommunikation vom herkömmlichen Verbraucher-Internetmarkt auf digitale Dienstleistungen in wichtigen Wirtschaftszweigen wie dem industriellen Internet der Dinge (IIoT) ausgeweitet werden. Überdies steht auch der Geräte- und Ausrüstungssektor vor großen technologischen Veränderungen, die mit dem Trend hin zu Software- und Cloud-gestützten Netzen und offenen Architekturen zusammenhängen. Die Konvergenz der elektronischen Kommunikation und der IT-Ökosysteme bietet Chancen für kostengünstigere und innovative Dienste, birgt aber auch neue Risiken in Bezug auf Engpässe und Abhängigkeiten im Bereich der Cloud-Infrastrukturen und -Dienste sowie der führenden Chip-Plattformen⁵. Zur Gewährleistung der wirtschaftlichen Sicherheit ist es daher von allergrößter Bedeutung, dass Innovationen in diesem Bereich in der Union weiter vorangetrieben und von der europäischen Industrie angeführt werden. Um das zu erreichen, muss die Union im gegenwärtigen geopolitischen Kontext ihre derzeitige Stärke auf dem Netzausrüstungsmarkt nutzen, denn zwei der drei weltweit größten Anbieter stammen aus Europa.

Aus gesellschaftlicher Sicht ist die Verfügbarkeit einer hochwertigen, zuverlässigen und sicheren Netzanbindung für alle und überall in der Union, auch in ländlichen und abgelegenen Gebieten, unverzichtbar⁶. Die dafür erforderlichen Investitionen sind gewaltig⁷. Ein moderner Rechtsrahmen, der Anreize für den Übergang von herkömmlichen Kupferleitungsnetzen zu Glasfasernetzen, den Aufbau von 5G-Netzen und anderen Drahtlosnetzen und von Cloud-Infrastrukturen sowie die Expansion der Netzbetreiber im Binnenmarkt schafft und der neue Technologien wie die Quantenkommunikation berücksichtigt, ist von entscheidender Bedeutung, wenn es darum geht, Europa mit der hochentwickelten und gesicherten Kommunikations- und Recheninfrastruktur auszustatten, die es benötigt. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die EU ihre Digitalziele für 2030 verfehlt und in Wettbewerbsfähigkeit und

³ Insbesondere steigen die Auswirkungen auf die Mobilfunk-Basiskonnektivität um etwa 15 %, wenn die Verbindungen auf 3G aufgerüstet werden. Bei einer Aufrüstung der Verbindungen von 2G auf 4G steigen die Auswirkungen sogar um etwa 25 %, siehe: *Mobile technology: two decades driving economic growth* (gsmaintelligence.com).

⁴ <https://copenhageneconomics.com/publication/the-economic-impact-of-the-forthcoming-equiano-subsea-cable-in-portugal/>

⁵ *Cybersecurity of Open Radio Access Networks*, Bericht der NIS-Kooperationsgruppe, Mai 2022.

⁶ Anerkannt wurde diese Einschätzung auch im Politikprogramm 2030 für die digitale Dekade – Beschluss (EU) 2022/2481 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 über die Aufstellung des Politikprogramms 2030 für die digitale Dekade (ABl. L 323 vom 19.12.2022, S. 4). Laut Artikel 4 Absatz 2 Buchstabe a des Beschlusses sollen bis zum Jahr 2030 alle Endnutzer an festen Standorten über eine Gigabit-Netzanbindung bis zum Netzabschlusspunkt verfügen und alle besiedelten Gebiete – im Einklang mit dem Grundsatz der Technologieneutralität – mit drahtlosen Hochgeschwindigkeitsnetzen der nächsten Generation mit mindestens 5G entsprechender Leistung versorgt werden.

⁷ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/investment-and-funding-needs-digital-decade-connectivity-targets>

Wirtschaftswachstum und bei den damit verbundenen Vorteilen für die Nutzer hinter anderen führenden Regionen zurückbleibt.

Schließlich haben die jüngsten geopolitischen Entwicklungen deutlich gemacht, wie wichtig die Sicherheit und Resilienz der Infrastrukturen sowohl gegenüber vom Menschen verursachten als auch natürlichen Gefahren ist, und dass sich terrestrische, satellitengestützte und unterseeische Konnektivitätslösungen ergänzen müssen, damit die ununterbrochene Verfügbarkeit von Diensten unter allen Umständen gewährleistet bleibt. In einer sich rasch verändernden Sicherheitslage ist ein unionsweites strategisches Konzept für die Sicherheit und Resilienz kritischer digitaler Infrastrukturen für die wirtschaftliche Sicherheit der EU von größter Bedeutung. Dieses Konzept beruht auf dem bestehenden soliden Rechtsrahmen, und zwar insbesondere auf der NIS-2-Richtlinie⁸, der Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen⁹ und der Empfehlung des Rates für eine unionsweite koordinierte Vorgehensweise zur Stärkung der Resilienz kritischer Infrastruktur^{10,11}.

Vor diesem Hintergrund werden in diesem Weißbuch Herausforderungen aufgezeigt und mögliche Szenarios für politische Maßnahmen erörtert, wie etwa ein möglicher künftiger Rechtsakt über digitale Netze, die darauf abzielen, Anreize für den Aufbau der digitalen Netze der Zukunft zu schaffen, den Übergang zu neuen Technologien und Geschäftsmodellen zu meistern, den künftigen Konnektivitätsbedarf aller Endnutzer zu decken, die Wettbewerbsfähigkeit unserer Wirtschaft zu untermauern, sichere und resiliente Infrastrukturen zu schaffen und die wirtschaftliche Sicherheit der Union zu gewährleisten, wie dies in den gemeinsamen Handlungsverpflichtungen der EU-Mitgliedstaaten im Politikprogramm für die digitale Dekade¹² zum Ausdruck gebracht wurde.

2. ENTWICKLUNGSTRENDS UND HERAUSFORDERUNGEN IM SEKTOR DER DIGITALEN INFRASTRUKTUREN

2.1 Herausforderungen für die Konnektivitätsinfrastrukturen in Europa

Die Konnektivitätsinfrastrukturen der Union sind noch nicht dazu bereit, die aktuellen und künftigen Herausforderungen der datengetriebenen Gesellschaft und Wirtschaft und die künftigen Bedürfnisse aller Endnutzer zu bewältigen.

Auf der Angebotsseite wird im Bericht über den Stand der digitalen Dekade 2023¹³ insbesondere auf eine begrenzte Glasfaserversorgung (56 % aller Haushalte, 41 % der Haushalte in ländlichen Gebieten)¹⁴ und auf Verzögerungen beim Aufbau eigenständiger 5G-

⁸ Richtlinie (EU) 2022/2555 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 910/2014 und der Richtlinie (EU) 2018/1972 sowie zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2016/1148 (NIS-2-Richtlinie) (ABl. L 333 vom 27.12.2022, S. 80).

⁹ Richtlinie (EU) 2022/2557 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 über die Resilienz kritischer Einrichtungen und zur Aufhebung der Richtlinie 2008/114/EG des Rates (ABl. L 333 vom 27.12.2022, S. 164).

¹⁰ Empfehlung des Rates vom 8. Dezember 2022 für eine unionsweite koordinierte Vorgehensweise zur Stärkung der Resilienz kritischer Infrastruktur, 2023/C 20/01 (ABl. C 20 vom 20.1.2023, S. 1).

¹¹ In diesem Konzept sollten auch die Herausforderungen und Chancen für die Erweiterungspolitik der EU berücksichtigt werden.

¹² Beschluss (EU) 2022/2481 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 über die Aufstellung des Politikprogramms 2030 für die digitale Dekade (ABl. L 323 vom 19.12.2022, S. 4).

¹³ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2023-report-state-digital-decade>

¹⁴ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/broadband-coverage-europe-2022>

Netze in der EU hingewiesen. Die aktuellen Trends in Bezug auf die im Politikprogramm 2030 für die digitale Dekade dargelegten Zielpfade für digitale Infrastrukturen¹⁵ geben Anlass zur Sorge. Was die Glasfaserversorgung angeht, erscheint es eher unwahrscheinlich, dass bis 2028 mehr als 80 % erreicht werden, was die Erreichung des 100 %-Ziels für 2030 in Frage stellt. Im Vergleich zu 56 % Glasfaserversorgung in der EU im Jahr 2022 standen die traditionell auf Kabel angewiesenen USA bei 48,8 %, wogegen Japan und Südkorea jeweils 99,7 %¹⁶ erreichten, was auf klare Strategien zugunsten des Glasfaserausbaus zurückzuführen ist.

Was den 5G-Ausbau betrifft, liegt die 5G-Grundversorgung der Bevölkerung in der EU derzeit bei 81 % (aber nur 51 % der Bevölkerung in ländlichen Gebieten), wobei dieser Wert aber nicht die tatsächliche Bereitstellung von 5G-Spitzenleistung widerspiegelt. In den meisten Fällen, in denen 5G eingeführt wird, erfolgt dies nicht „eigenständig“, d. h. mit einem eigenen, von früheren Generationen getrennten Kernnetz. Die Aussichten auf den Aufbau eigenständiger 5G-Netze, die eine hohe Zuverlässigkeit und eine niedrige Latenzzeit gewährleisten, was wichtige Voraussetzungen für industrielle Anwendungen sind, sind derzeit nicht gut. Der Ausbaustand solcher Netze ist auf deutlich weniger als 20 % der besiedelten Gebiete in der EU zu schätzen. Auch wenn bei frühen Erprobungen Fortschritte gemacht wurden, haben die Betreiber diese Architektur bislang nur in wenigen Mitgliedstaaten und nur in einigen städtischen Gebieten¹⁷ eingeführt. Eine derart geringe Einführung könnte unter anderem mit der Anfangsphase der Bereitstellung des 3,6-GHz-Bands zusammenhängen. Die 5G-Abdeckung mit diesem Mittelwellenband, das für höhere Geschwindigkeiten und Kapazitäten erforderlich ist, beträgt derzeit nur 41 % der Bevölkerung. 5G-Netze müssen jedoch über dicht besiedelte Gebiete hinaus verbreitet werden, um fortgeschrittene Dienstleistungen, wie etwa für die Präzisionslandwirtschaft, zu ermöglichen. Während die 5G-Grundversorgung in den größten Mitgliedstaaten relativ ähnlich wie in den USA ist, sind andere Regionen wie Südkorea und China weit besser auf die Einführung eines eigenständigen 5G-Netzes vorbereitet. Nach dem von der 5G-Beobachtungsstelle veröffentlichten *International Scoreboard* hat Südkorea mehr als fünfmal so viele 5G-Basisstationen pro 100 000 Einwohner eingerichtet wie die EU, und China fast dreimal so viele¹⁸.

Schließlich kann auch die satellitengestützte Breitbandkommunikation Breitbanddienste mit Download-Geschwindigkeiten von bis zu 100 Mbit/s gerade auch in sehr ländlichen und entlegenen Gebieten ermöglichen, wo sonst keine Netze mit sehr hoher Kapazität zur Verfügung stehen, auch wenn die Erschwinglichkeit ein wichtiger Aspekt bei der Förderung der Einführung und Nutzung in solchen Gebieten bleibt. Über diese Dienste können auch widerstandsfähige Notdienste in Katastrophen- oder Krisensituationen bereitgestellt werden.

¹⁵ Mit dem Politikprogramm für die digitale Dekade wird eine Reihe von Zielen und Vorgaben für die Förderung der Entwicklung widerstandsfähiger, sicherer, leistungsfähiger und nachhaltiger digitaler Infrastrukturen in der Union festgelegt, einschließlich eines Digitalziels der Kommission und der Mitgliedstaaten, bis 2030 Gigabit-Konnektivität für alle zu erreichen. Das Programm sollte die Konnektivität für die Bürger und Unternehmen in der gesamten Union und weltweit ermöglichen; dazu zählt unter anderem — jedoch nicht ausschließlich — die Ermöglichung des Zugangs zu erschwinglichen Hochgeschwindigkeits-Breitbandnetzen, was dazu beitragen kann, Lücken in der Kommunikationsabdeckung zu beseitigen und den Zusammenhalt in der gesamten Union zu verbessern, auch mit Blick auf Regionen in äußerster Randlage, ländliche Gebiete, Randgebiete sowie abgelegene und isolierte Gebiete und Inseln.

¹⁶ Siehe *Global Fibre Development Index 2023*, Omdia.

¹⁷ *5G Observatory Biannual Report October 2023*, Seite 8, https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2023/12/BR-19_October-2023_Final-clean.pdf.

¹⁸ 5G-Basisstationen pro 100 000 Einwohner: 419 (Südkorea), 206 (China), 77 (EU), 118 (Japan), 30 (USA).

Dennoch können Satellitendienste zwar die digitale Kluft überbrücken helfen, sie können derzeit die Leistung bodengestützter Netze aber nicht ersetzen.

Im Großen und Ganzen und ohne Berücksichtigung der Bevölkerungsdichte und der Anbindungsqualität hat die EU eine ähnliche Festnetz- und Mobilfunkversorgung wie die USA aufzuweisen, liegt aber erheblich hinter anderen Teilen der Welt zurück, insbesondere bei der Glasfaserversorgung und dem Ausbau eigenständiger 5G-Netze. Es kommt jedoch ebenso darauf an, welche Versorgungslücken noch zu schließen sind, und vor allem, ob die EU in einer guten Ausgangslage ist, um ihre Ziele der digitalen Dekade in Bezug auf eine allgegenwärtige Glasfaser- und 5G-Verbreitung zu erreichen. In dieser Hinsicht ist die Verbreitung von Hochgeschwindigkeitsdiensten äußerst wichtig, weil sie sich auf die Investitionsfähigkeit des Sektors auswirkt. Auf der Nachfrageseite ist die Nutzung von Breitbandnetzen mit mindestens 1 Gbit/s sehr gering (im Jahr 2022 waren es auf EU-Ebene nur 14 % der Haushalte), und nur wenig mehr als die Hälfte aller Privathaushalte in der EU (55 %) verfügt über einen Breitbandanschluss mit mindestens 100 Mbit/s. Die Verbreitung von Hochgeschwindigkeits-Breitbandanschlüssen ist in der EU geringer als in den USA, Südkorea oder Japan¹⁹. Die Verbreitung von Standard-Mobilfunk-Breitbandnutzung ist besser und liegt bei 87 %, trotz einer fast flächendeckenden Versorgung mit mindestens 4G-Netzen.

Diese Rückstände stellen eine kritische Schwäche für die europäische Wirtschaft insgesamt dar, weil die Bereitstellung fortgeschrittener Datendienste und KI-gestützter Anwendungen davon abhängt. Gleiches gilt für den Aufbau von Edge-Computing-Infrastrukturen, die ein weiterer Schlüsselfaktor für zeitkritische Anwendungen und Rechenkapazitäten im Hinblick auf datenintensive Echtzeit-Anwendungsfälle und das Internet der Dinge (IoT) sind. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Aufbau leistungsfähiger digitaler Netze und der Einführung moderner Technologien, die sich derzeit nicht in großem Maßstab entwickeln. Das Politikprogramm für die digitale Dekade enthält die Zielsetzung, bis 2030 10 000 klimaneutrale, hochsichere Randknoten einzurichten, sowie weitere Ziele in Bezug auf die Einführung digitaler Technologien wie Cloud, Big Data und KI in europäischen Unternehmen. Im Bericht über den Stand der digitalen Dekade 2023 wurden die Risiken für die Erreichung dieser Ziele hervorgehoben. Das Edge-Computing steckt in Europa noch in den Kinderschuhen²⁰. Aus den ersten von der Edge-Beobachtungsstelle (*Edge Observatory*)²¹ erhobenen Daten geht hervor, dass Europa in der Anfangsphase des Aufbaus der Randknoten auf gutem Wege ist. Angesichts der derzeitigen Trends dürften die Zielvorgaben ohne weitere Investitionen und Anreize bis 2030 aber nicht erreicht werden.

Moderne digitale Netze, die expandieren und reifen können, würden die Entwicklung neuer Anwendungsfälle fördern und neue Geschäftsmöglichkeiten schaffen, die zum digitalen Wandel in Europa beitragen. Wenn die in der digitalen Dekade angestrebten Zielsetzungen für die digitale Infrastruktur verfehlt werden, hätte dies weitreichende Folgen, die über den digitalen Sektor hinausgehen und dazu führen, dass Chancen in Innovationsbereichen wie automatisiertes Fahren, intelligente Fertigung und personalisierte Gesundheitsversorgung ungenutzt bleiben.

2.2 Technologische Herausforderungen

¹⁹ Vgl. *International DESI* (wird auf der Grundlage von OECD-Daten veröffentlicht). 24,07 Anschlüsse pro 100 Einwohner in der EU haben mehr als 100 Mbit/s, gegenüber 29,60 in den USA, 33,36 in Japan und 43,60 in Südkorea.

²⁰ Bericht über den Stand der digitalen Dekade 2023, Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen *Digital Decade Cardinal Points*, Abschnitt 2.4.

²¹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/edge-observatory>

Neue Geschäftsmodelle und gänzlich neue Märkte entstehen aus technologischen Entwicklungen in Bereichen wie App-Wirtschaft, Internet der Dinge, Datenanalyse, künstliche Intelligenz oder aus neuen Formen der Bereitstellung von Inhalten wie dem Videostreaming in hoher Qualität. Diese Anwendungen machen eine ständige exponentielle Steigerung der Datenverarbeitung, -speicherung und -übertragung erforderlich. Die Fähigkeit, große Datenmengen über das gesamte globale Internet hinweg zu verarbeiten und zu transportieren, hat die Fernspeicherung und -verarbeitung von Daten in der Cloud, zwischen Cloud und Endnutzer über Inhaltszustellnetze (*Content Delivery Networks*, CDN) sowie auch in der Nähe des Endnutzers (Edge-Computing) zur Folge. Dies führt zur Virtualisierung bestimmter Funktionen elektronischer Kommunikationsnetze in Software und zu einer Verlagerung solcher Funktionen in die Cloud oder an den Netzrand²².

Dieses neue Modell der Netzbereitstellung und Dienstleistungserbringung beruht nicht nur auf herkömmlichen Ausrüstungs- und Geräteanbietern, Netzbetreibern und Diensteanbietern im Bereich der elektronischen Kommunikation, sondern auch auf einem komplexen Ökosystem aus Cloud-, Edge-, Inhalts-, Software- und Komponentenanbietern und anderen Beteiligten. Die traditionellen Grenzen zwischen diesen all verschiedenen Akteuren werden zunehmend verwischt, da sie Teil dessen sind, was als ein Rechenkontinuum bezeichnet werden kann: von Chips und anderen Komponenten der in Geräte eingebetteten Hochgeschwindigkeitsprozessoren bis hin zum Edge-Computing, das einwandfrei mit zentralisierten Cloud-Diensten und KI-gestützten Anwendungen, die das Netz verwalten, funktioniert. Dadurch können Rechenvorgänge überall in das Netz integriert werden.

Diese verschiedenen Elemente müssen jedoch orchestriert werden. Eine solche koordinierte Verwaltung der Rechen- und Netzressourcen sorgt für eine nahtlose Endnutzererfahrung, unabhängig davon, ob sie ihr Mobiltelefon benutzen oder sich zu Hause, im Auto oder im Zug befinden. Ermöglicht wird dies dadurch, dass im Hintergrund das Zusammenwirken eines breiten Spektrums von Rechenumgebungen orchestriert wird.

Ein Beispiel hierfür sind vernetzte und autonome Fahrzeuge, die zunehmend auf eine fortgeschrittene Kommunikation und Rechenleistung mit hoher Geschwindigkeit und niedriger Latenz angewiesen sind, um in Echtzeit mit dem Netz und der Straßeninfrastruktur kommunizieren zu können. Dadurch können diese Fahrzeuge auch zur Optimierung des Verkehrsflusses und zur Verringerung von Staus und Unfällen beitragen.

Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz sicherer Hochgeschwindigkeitsverbindungen zur Bereitstellung fortgeschrittener elektronischer Gesundheitsdienste wie fortgeschrittener Gesundheitsfernüberwachung und elektronischer Gesundheitsversorgung in abgelegenen Gebieten mit kostengünstigen Geräten. Hierfür wird es notwendig sein, Funktionen in das Netz zu verlagern und darin künstliche Intelligenz zu verwenden, wobei das Netz so nah wie möglich

²² Diesen technologischen Wandel und das neue Paradigma hat die große Mehrheit der Teilnehmer der Sondierungskonsultation bestätigt, die von der Kommission im vergangenen Jahr eingeleitet wurde, um Meinungen einzuholen und um zu erkunden, welche Konnektivitätsinfrastrukturen Europa benötigt, um den digitalen Wandel führend zu gestalten. Als technologische Durchbrüche, die sich in den kommenden Jahren am meisten auswirken werden, nannten die Befragten insbesondere die Netzvirtualisierung, das Network-Slicing und das Netz als Dienstleistung (NaaS). Diese Technologien dürften den Übergang von den herkömmlichen elektronischen Kommunikationsnetzen zu cloudgestützten, virtuellen und softwaredefinierten Netzen vorantreiben, was nicht nur die Kosten senkt und die Resilienz und Sicherheit der Netze verbessert, sondern auch die Einführung neuer, innovativer Dienste ermöglicht und gleichzeitig die Ökosysteme und Geschäftsmodelle verändert.

Die Ergebnisse der Sondierungskonsultation wurden im Oktober 2023 veröffentlicht und sind abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/consultation-electronic-communications-highlights-need-reliable-and-resilient-connectivity>.

beim Nutzer angesiedelt sein sollte. Andere Technologien, die Teil des Gesundheitssystems von 2030 sein könnten, wären beispielsweise die sensorgestützte Überwachung, die erweiterte Realität (XR) und Drohnen.

Dieser technologische Wandel lässt neue Geschäftsmodelle im Sektor der elektronischen Kommunikationsdienste entstehen. Der zunehmend komplexe Netzbetrieb zwingt Unternehmen in verschiedenen Teilen der Wertschöpfungskette dazu, auf der Ebene der Infrastruktur zusammenzuarbeiten, während der Wettbewerb auf der Ebene der Dienstleistungen immer vielschichtiger wird. Zu den wichtigsten Trends gehören die gemeinsame Nutzung von Netzen, die Trennung von Infrastruktur- und Dienstleistungsebene und die Einrichtung von Dienstplattformen, die auf Konzepten wie Netz als Dienstleistung (NaaS) und Internet der Dinge (IoT) beruhen. NaaS bildet einen gemeinsamen und offenen Rahmen für das Zusammenwirken der Netzbetreiber, der es Entwicklern erleichtert, in Partnerschaft mit großen Cloud-Anbietern und mit Anbietern von Inhaltsanwendungen (CAPs) Apps und Dienste zu entwickeln, die nahtlos miteinander kommunizieren und bei allen Geräten und Kunden funktionieren. Gleichzeitig wird es so möglich, dass auch unkonventionelle Akteure im Bereich der Netzwerkdienste, wie z. B. Cloud-Hyperscaler, in diesem Raum unternehmenstaugliche Dienste anbieten²³.

Diese Änderungen werden schrittweise eingeführt, um das Potenzial der 5G-Netze voll auszuschöpfen, vor allem auch in bestimmten vertikalen Wirtschaftszweigen wie Fertigung oder Mobilität. Mit ihren erfolgreichen Industriepartnerschaften und öffentlich-privaten Partnerschaften ist die EU derzeit (zusammen mit China) führend bei der Entwicklung dieser künftigen 5G-Anwendungen in vertikalen Wirtschaftszweigen. Beispiele hierfür sind operative Campus-Netze, z. B. in Fabriken, Häfen und Bergwerken²⁴, sowie der geplante Aufbau von 5G-Korridoren entlang der EU-Verkehrsnetze²⁵. Solche Änderungen werden wichtige Bausteine des künftigen 6G-Rechenkontinuums sein, das sich derzeit zwar noch in der Entwicklungsphase befindet, aber zu einer weiteren Neuausrichtung der Netz- und Geschäftsszenarios und einem weiteren Investitionsbedarf für die Betreiber führen wird.

Die Konvergenz der europäischen elektronischen Kommunikationsnetze und Cloud-Dienste hin zu einer EU-weiten „Telekommunikations-Edge-Cloud“, wie sie im Industrietechnologiefahrplan der Europäischen Allianz für Industriedaten, Edge und Cloud²⁶ ins Auge gefasst wird, könnte zu einem wichtigen Wegbereiter für das Hosting und die Verwaltung virtualisierter Netzfunktionen sowie für ergänzende Dienste zur Bewältigung der rasch wachsenden Märkte für Produkte und Dienstleistungen im Zusammenhang mit dem Internet der Dinge werden. Dies dürfte den Weg zu einem industriellen Internet ebnen, das wichtige Dienste in einer Vielzahl von Sektoren und Tätigkeitsbereichen ermöglichen wird, die sowohl für die Bürgerinnen und Bürger als auch für die Industrie von großem Nutzen sind. Konkrete Beispiele reichen von Roboter- und Drohrendienstleistungen für die Industrie über vernetzte und autonome Fahrzeuge, die mit Randnetzen entlang der Straßen interagieren, um eine intelligente Mobilität und intelligente Verkehrssysteme zu ermöglichen, bis hin zu

²³ Siehe beispielsweise: *Integrated Private Wireless on AWS*, <https://pages.awscloud.com/rs/112-TZM-766/images/AWS%20Integrated%20Private%20Wireless%20eBook.pdf>, *Announcing private network solutions on Google Distributed Cloud Edge*, <https://cloud.google.com/blog/products/networking/announcing-private-network-solutions-on-google-distributed-cloud-edge>.

²⁴ *5G Observatory biannual report October 2023*, Omdia's Mobile Infrastructure Intelligence Service.

²⁵ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cross-border-corridors>

²⁶ *European industrial technology roadmap for the next generation cloud-edge offering*, Mai 2021, https://ec.europa.eu/newsroom/repository/document/2021-18/European_CloudEdge_Technology_Investment_Roadmap_for_publication_pMdz85DSw6nqPppq8hE9S9RbB8_76223.pdf.

Anwendungsfällen, für die strenge Datenschutzanforderungen gelten, wie die Patientenfernversorgung. Dafür sind breit verfügbare und vollständig in die Netzressourcen integrierte Rechenressourcen erforderlich, damit die für diese neuartigen Anwendungen erforderlichen Datenübertragungs- und Datenverarbeitungskapazitäten bereitgestellt werden können. Die Allianz arbeitet derzeit einen weiteren thematischen Fahrplan für die „Telekommunikations-Edge-Cloud“ aus, der bis Mitte 2024 vorliegen sollte.

Das ist nirgends offensichtlicher als in Städten und städtischen Ballungsgebieten, wo diese Sektoren und Tätigkeiten aufeinandertreffen. Die so erzeugten Daten können lokal verarbeitet und kombiniert werden, um die Belastung von Netzressourcen zu verringern, die Mobilität und andere Dienste in Echtzeit zu orchestrieren und die Gesundheitspflege und medizinische Versorgung der Bürgerinnen und Bürger zu optimieren. Dank der Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure in diesem Ökosystem könnte die Telekommunikations-Cloud eine neue Generation von Rechen- und Datenorchestrierungssystemen hervorbringen, die in der Lage sind, vernetzte Ressourcen in Umgebungen wie intelligenten Städten zu verwalten und interoperable Dienste zur Entwicklung und Optimierung daten- und rechenintensiver KI-Anwendungen bereitzustellen.

Durch diese unvermeidliche Öffnung der traditionell „geschlossenen“ elektronischen Kommunikationsnetze im Rahmen des NaaS-Konzepts werden jedoch Netzkapazitäten für Dritte zugänglich gemacht, woraus sich das Risiko ergibt, dass große Nicht-EU-Anbieter solche Ökosysteme dominieren könnten. Im derzeitigen geopolitischen Kontext und unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen Sicherheit würde daraus ein erhebliches Risiko zusätzlicher Abhängigkeiten von Nicht-EU-Akteuren im gesamten digitalen Dienstleistungssektor entstehen. Deshalb ist es von entscheidender Bedeutung, dass europäische Akteure die Kapazitäten aufbauen und die Größe²⁷ erreichen, die nötig sind, um sich zu Anbietern von Dienstplattformen zu entwickeln.

Daraus erwachsen enorme Chancen für die Branche und insbesondere für Geräte- und Ausrüstungslieferanten. Ob europäische Anbieter in der Lage sind, diese Chancen zu ergreifen und zu weltweit führenden 6G-Ausrüstungslieferanten zu werden, hängt weitgehend davon ab, wie sie die umfassenden technologischen Veränderungen in der Branche bewältigen und sich den damit einhergehenden Paradigmenwechsel zu eigen machen (siehe Abschnitt 2.4.1). Der EU-USA-Branchenfahrplan von 2023 für die 5G/6G-Entwicklung und darüber hinaus („*EU-US Beyond 5G/6G Roadmap*“) stellt in dieser Hinsicht eine begrüßenswerte Entwicklung dar.

In den nächsten fünf bis zehn Jahren besteht die Gefahr, dass sowohl unsere Infrastrukturen als auch unsere Verschlüsselungssysteme durch eine immer gewaltigere Rechenleistung und durch das Aufkommen der Quanteninformatik selbst beeinträchtigt werden. Alle heute bestehenden Verschlüsselungssysteme könnten so in Gefahr geraten, was die europäischen Kommunikationsnetze und -dienste wie auch sensible Daten (Gesundheits-, Finanz-, Sicherheits- oder Verteidigungsdaten) äußerst anfällig machen würde. Die EU muss daher dringend sofort damit beginnen, ihre digitalen Bestände auf den Umgang mit diesem Risiko vorzubereiten. Es gibt eine Reihe neuerer Entwicklungen auf der Grundlage der Quantentechnik, wie z. B. die Verteilung von Quantenschlüsseln, die ein beträchtliches Potenzial für den Schutz sensibler Daten und digitaler Infrastrukturen der EU bieten.

So arbeitet die EU beispielsweise daran, in den nächsten zehn Jahren eine vollständig zertifizierte und durchgehende Quantenkommunikationsinfrastruktur (EuroQCI) für die

²⁷ Der Begriff der „Größe“ kann sich in einer NaaS-Umgebung in seinen Merkmalen und seiner Größenordnung erheblich davon unterscheiden, was in Bezug auf die heute typischen elektronischen Kommunikationsnetze als „Größenvorteil“ betrachtet wird.

Verteilung der zur Verschlüsselung verwendeten Schlüssel einzurichten, die dann schrittweise in die EU-Infrastruktur für Resilienz, Interkonnektivität und Sicherheit durch Satelliten (IRIS²) integriert werden soll. Durch Satellitenkonstellationen in erdnahen Umlaufbahnen (LEO) und in mittlere Erdumlaufbahnen (MEO) sowie andere nicht-terrestrische Netzanbindungen wie Höhenplattformsysteme (HAPs) werden die Grenzen der anstehenden technologischen Veränderungen weiter verschoben.

Abschließend ist im Hinblick auf die technologischen Herausforderungen darauf hinzuweisen, dass sich der Sektor der europäischen elektronischen Kommunikationsnetze und -dienste und der Sektor der Netzausrüstungen derzeit an einem Scheideweg befinden: Entweder machen sie sich den technologischen Wandel zu eigen und unterstützen ihn, oder sie überlassen weitgehend neuen Akteuren – größtenteils von außerhalb der EU – das Feld, was Folgen für die wirtschaftliche Sicherheit der EU hätte.

2.3 Herausforderungen bei der Erreichung einer genügenden Größe der EU-Konnektivitätsdienste

2.3.1 Investitionsbedarf

Nach einer kürzlich für die Europäische Kommission durchgeführten Untersuchung²⁸ könnten für die Verwirklichung der Ziele der digitalen Dekade bezüglich der Gigabit-Netzanbindung und der 5G-Netzabdeckung Investitionen in Höhe von insgesamt bis zu 148 Mrd. EUR erforderlich sein, wenn Festnetze und Mobilfunknetze unabhängig voneinander aufgebaut werden und ein eigenständiges 5G-Netz eingeführt wird, das den europäischen Bürgerinnen und Bürgern und den europäischen Unternehmen alles bietet, was 5G-Mobilfunknetze leisten können. Weitere Investitionen in Höhe von 26–79 Mrd. EUR könnten erforderlich sein, um in verschiedenen Ausbauszenarios eine vollständige Netzabdeckung von Verkehrskorridoren (d. h. Straßen, Eisenbahnstrecken und Wasserstraßen) zu gewährleisten, wodurch der erforderliche Gesamtinvestitionsbedarf allein für die Konnektivität auf über 200 Mrd. EUR steigen würde. Trotz der Notwendigkeit, die Mobilfunknetze zu verdichten, um ihre Leistung zu erhöhen, konzentrieren sich die Betreiber in der EU beim Ausbau in niedrigen und mittleren Frequenzbändern vor allem auf die Weiternutzung bestehender Standorte. Bei künftigen Netzaufrüstungen, z. B. für 6G oder WiFi 6, dürfte die erforderliche Netzverdichtung bis zum Ende des Jahrzehnts zumindest in Gebieten mit hohem Dichtebedarf aber um den Faktor 2–3 steigen.

Über terrestrische Netzverbindungen hinaus sind weitere Investitionen in die Integration fortgeschrittener Satellitendienste erforderlich, die ergänzende Lösungen für Backhaul-Dienste und die Anbindung von Geräten in abgelegenen Gebieten ohne terrestrische Netzabdeckung bieten oder auch die Kontinuität der Dienste im Krisen- oder Katastrophenfall gewährleisten.

Für den erfolgreichen Abschluss von Software- und Cloud-gestützten Lösungen für die Bereitstellung von NaaS wären erhebliche zusätzliche Investitionskapazitäten erforderlich. Die bestehende Lücke bei den Cloud-Investitionen in der EU wird bis 2027 auf 80 Mrd. EUR

²⁸ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/investment-and-funding-needs-digital-decade-connectivity-targets>

geschätzt.^{29,30} Ein schleppender Übergang der EU-Akteure zu Cloud-gestützten Lösungen für elektronische Kommunikationsdienste und darüber hinaus würde das Risiko weiterer Abhängigkeiten im Bereich der digitalen Dienste bergen.

2.3.2 Finanzielle Lage des Sektors der elektronischen Kommunikation in der EU

Die Fähigkeit der EU, die für einen erfolgreichen Umbau des Konnektivitätssektors erforderlichen Investitionen zu tätigen, um so die technologischen Herausforderungen zu bewältigen, wird von der finanziellen Lage ihres Sektors der elektronischen Kommunikation abhängen.

In diesem Zusammenhang wirft die derzeitige finanzielle Lage des Sektors der elektronischen Kommunikation in der EU Fragen hinsichtlich seiner Fähigkeit auf, Finanzmittel für die umfangreichen Investitionen zu finden, die nötig sind, um mit dem technologischen Wandel Schritt zu halten.

Die durchschnittlichen Umsätze je Nutzer (ARPU), die Betreiber elektronischer Kommunikationsdienste in der EU erzielen, sind im Vergleich zu anderen Volkswirtschaften wie den USA, Japan oder Südkorea relativ niedrig³¹. Dies hat zu einer rückläufigen Rendite auf das eingesetzte Kapital (ROCE) geführt³². Auch die Investitionsausgaben (Capex) pro Kopf sind in der EU niedriger. Im Jahr 2022 betrugen sie in der EU 109,10 EUR – gegenüber 270,80 EUR in Japan, 240,30 EUR in den USA und 113,50 EUR in Südkorea³³. Im letzten Jahrzehnt sind die Börsenwerte europäischer Betreiber elektronischer Kommunikationsnetze und -dienste sowohl in den globalen Indizes für die elektronische Kommunikation als auch an den europäischen Aktienmärkten hinter den Erwartungen zurückgeblieben³⁴. Außerdem weisen die europäischen Betreiber elektronischer Kommunikationsnetze und -dienste niedrige Unternehmenswerte/EBITDA-Multiplikatoren auf, was auf mangelndes Vertrauen der Märkte in ihr Potenzial für ein nachhaltiges langfristiges Umsatzwachstum hindeutet.

Vor diesem Hintergrund ist der Anteil der Nettoschulden zumindest einiger Betreiber elektronischer Kommunikationsdienste an ihrem EBITDA (Ergebnis vor Zinsen, Steuern und Abschreibungen) weiter gestiegen. Darüber hinaus hat sich offenbar der Zugang zu Finanzmitteln verschlechtert, weil sich die Zinssätze von historischen Tiefständen erholt haben und eine weitverbreitete Risikoaversion angesichts der neuen globalen Krisen zu makroökonomischer Unsicherheit geführt hat. Wie andere Infrastrukturbetreiber auch werden die Betreiber elektronischer Kommunikationsnetze ihre Investitionskosten über mehrere

²⁹ Europäische Allianz für Industriedaten, Edge und Cloud: *European industrial technology roadmap for the next-generation cloud-edge*, mit einer Extrapolation der in der Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen (27.5.2020) ermittelten Investitionslücke bis 2030: *Identifying Europe's recovery needs*, [SWD\(2020\) 98 final/2](#), Brüssel, S. 17–18.

³⁰ Synergy Research Group, z. B. anhand von [Daten des 1. Quartals 2023](#), Investitionen im Zusammenhang mit allgemeinen Cloud-Kapazitäten, die auf das Geschäftsmodell jedes Cloud-Anbieters zugeschnitten sind und sich nicht wesentlich mit dem allgemeinen Investitionsbedarf der EU im Bereich Konnektivität überschneiden.

³¹ Im Jahr 2022 belief sich der ARPU im europäischen Mobilfunksektor auf 15,00 EUR gegenüber 42,50 EUR in den USA, 26,50 EUR in Südkorea und 25,90 EUR in Japan. Der ARPU im Breitband-Festnetz-Sektor betrug in Europa 22,80 EUR gegenüber 58,60 EUR in den USA, 24,40 EUR in Japan und 13,10 EUR in Südkorea. ETNO, *The State of Digital Communications 2024*, Januar 2024.

³² Auf den Festnetzmärkten belief sich der ARPU der ETNO-Mitglieder laut dem ETNO-Bericht über den Stand der digitalen Kommunikation im Jahr 2023 auf 21,80 EUR gegenüber 50,60 EUR in den USA, 26,20 EUR in Japan und lediglich noch vor Südkorea (13 EUR) und China (4,90 EUR).

³³ Ebenda.

³⁴ *The State of Digital Communications 2023*, ETNO.

Jahrzehnte wieder hereinholen müssen, und selbst eine geringfügige Zinsänderung wirkt sich auf die finanzielle Tragfähigkeit der Investitionsvorhaben aus.

In diesem Zusammenhang ist die Wahrnehmung privater Investoren, dass fortgeschrittene digitale Netze für sie attraktiv sind, ein entscheidender Faktor für die künftige Konnektivität. Einige Investoren haben betont, dass ein klares Geschäftsszenario bezüglich der Rentabilität und höherer Gewinnspannen erforderlich ist, damit private Investitionen mobilisiert werden können. Die Rentabilität hängt von der Verbreitung verbesserter Festnetze und Mobilfunknetze ab, die ihrerseits mit der Entwicklung und verstärkten Nutzung datenintensiver Anwendungen und Anwendungsfälle, z. B. Edge-Computing, KI und IoT, verknüpft ist.

In diesem Zusammenhang betonten einige Interessenträger auch die große Bedeutung von Maßnahmen auf der Nachfrageseite. In dieser Hinsicht unterstützt die Union die Einführung digitaler Technologien in KMU durch die Ziele und Vorgaben der digitalen Dekade, insbesondere mithilfe der europäischen digitalen Innovationszentren, fördert die Einführung von Datenräumen, in denen die Beteiligten Industriedaten in einem vertrauenswürdigen Umfeld weitergeben und weiterverwenden können, und erleichtert den Zugang zu künftigen „KI-Fabriken“³⁵. Eine verstärkte Nutzung fortgeschrittener elektronischer Kommunikationsdienste durch Unternehmen wird die Digitalisierung lokaler Ökosysteme, die an EU-weiten Lieferketten beteiligt sind, vorantreiben, den Zugang zu infrastrukturintensiven Anwendungen wie generativer KI, Edge-Computing und Hochleistungsrechnen fördern und dabei gleichzeitig mögliche unangemessene Wettbewerbsverzerrungen verhindern helfen.

Einige Investoren wiesen darauf hin, dass die Kapitalbereitstellung und die Anregung der Aktienmärkte durch die Aufsichtsvorschriften für Banken und Versicherungsunternehmen behindert werden. Sie befürworten eine Verringerung der Höhe des erforderlichen Kapitals, die im Rechtsrahmen für die aufsichtsrechtliche Regulierung festgelegt ist. Sie machen beispielsweise in Bezug auf Versicherungsunternehmen geltend, dass die Solvabilität-II-Richtlinie³⁶ die Versicherer dazu anhalte, ihre Risikopositionen gegenüber Eigenkapital aus aufsichtsrechtlichen Gründen³⁷ zu verringern, weil Aktienkurse schwanken. Mehr Beteiligungsinvestitionen würden infolgedessen zu niedrigeren Solvabilitätskoeffizienten³⁸ führen. Bei der kürzlich vereinbarten Überprüfung des Solvabilität-II-Rahmens ist auf diese Forderungen eingegangen worden, sodass es durch eine Verringerung der Risikomarge, Änderungen der symmetrischen Anpassung und die Festlegung klarer Kriterien für langfristiges Eigenkapital zu einer erheblichen Kapitalentlastung kommt³⁹. Durch die gesteigerte Fähigkeit der Versicherungsbranche, in EU-Unternehmen zu investieren, würden Investitionen, insbesondere in die Infrastruktur, potenziell angekurbelt⁴⁰.

³⁵ Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Förderung von Start-ups und Innovation im Bereich der vertrauenswürdigen künstlichen Intelligenz, COM(2024) 28 final.

³⁶ Richtlinie 2009/138/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 betreffend die Aufnahme und Ausübung der Versicherungs- und der Rückversicherungstätigkeit (Solvabilität II) (ABl. L 335 vom 17.12.2009, S. 1).

³⁷ *Financer la quatrième révolution industrielle*, Philippe Tibi, 2019.

³⁸ Deloitte Belgium und CEPS für die Europäische Kommission, GD Finanzstabilität, Finanzdienstleistungen und Kapitalmarktunion, *Study on the drivers of investments in equity by insurers and pension funds*, Dezember 2019.

³⁹ [Bestätigung des endgültigen Kompromisstextes im Hinblick auf eine Einigung](#), Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2009/138/EG, 2021/0295 (COD).

⁴⁰ Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über die Überarbeitung des EU-Aufsichtsrahmens für Versicherer und Rückversicherer vor dem Hintergrund der Erholung der EU nach der Pandemie, COM(2021) 580, 2021.

Da jedoch Eigenkapital, das in nicht börsennotierte Aktien wie die von innovativen Unternehmen und neuen Betreibern elektronischer Kommunikation investiert wird, nach wie vor als risikoreicher gilt, bleiben Anreize in Form einer öffentlichen Förderung weiterhin notwendig. Überdies äußern Investoren die Ansicht, dass öffentliche Unterstützung, insbesondere aus der Aufbau- und Resilienzfazilität und anderen EU-Fonds (Next Generation EU, Strukturfonds, Fazilität „Connecting Europe“ usw.), dazu beitragen wird, Marktdefizite in Gebieten zu beheben, in denen die Nachfrage nicht ausreicht, um einen privat finanzierten Ausbau angemessen zu vergüten. Gleichzeitig könnten öffentlich-private Partnerschaften, bei denen das öffentliche Kapital in Form von Garantien oder nachrangigen Koinvestitionen beigesteuert wird, nach Ansicht der Investoren eine gute und effiziente Möglichkeit sein, um dem Sektor der elektronischen Kommunikation bei der Finanzierung seines Umbaus zu helfen.

Schließlich erklärten Investoren, dass ein weiteres Element, das die Attraktivität des europäischen Marktes der elektronischen Kommunikation für Großinvestoren beeinträchtigt, seine Fragmentierung und damit der Mangel an hinreichend großen Investitionsprojekten sei. So sei es nicht ungewöhnlich, dass Großinvestoren wegen ihrer begrenzten Fähigkeit, ihr Portfolio zu verwalten und/oder zu überwachen, bestimmte Mindestschwellen für ihre Investitionen haben. Das bedeutet, dass es bei kleineren Investitionsvorhaben weniger konkurrierende Geldgeber gibt als bei größeren Vorhaben, was zu ungünstigeren Bedingungen führt. Darüber hinaus fallen die relativen Verwaltungskosten bei großen Investitionen niedriger aus als bei kleineren Investitionen, sodass Investoren bessere Bedingungen bieten können. Die Integration der nationalen Märkte könnte die Möglichkeit eröffnen, einen größeren potenziellen Investorenpool und bessere Finanzierungsbedingungen für Investitionen in die elektronische Kommunikation zu erschließen. Darüber hinaus kann eine Erhöhung der Projektgröße zur Steigerung der Kosteneffizienz und der finanziellen Tragfähigkeit der Projekte führen. Bessere Renditeaussichten verbessern wiederum ihre Attraktivität und so die finanziellen Bedingungen.

2.3.3 Fehlen eines Binnenmarkts

Gegenwärtig gibt es in der EU keinen echten Binnenmarkt für elektronische Kommunikationsnetze und -dienste, sondern 27 nationale Märkte mit unterschiedlichen Angebots- und Nachfragebedingungen, unterschiedlichen Netzarchitekturen, unterschiedlichen Versorgungsgraden bei den Netzen mit sehr hoher Kapazität, unterschiedlichen nationalen Frequenzgenehmigungsverfahren, -bedingungen und -fristen sowie unterschiedlichen (wenn auch teilweise harmonisierten) Regulierungskonzepten. Diese Fragmentierung betrifft nicht nur die Angebotsseite des Marktes. Auch auf der Nachfrageseite, d. h. bei den Endnutzern, unterscheiden sich die Marktbedingungen von einem Mitgliedstaat zum anderen. In der Sondierungskonsultation über die Zukunft des Sektors der elektronischen Kommunikation und seiner Infrastrukturen⁴¹ haben auch die meisten Befragten auf diese Fragmentierung hingewiesen. Sie betonten, dass die Beseitigung von Hindernissen, insbesondere einer

⁴¹ Die Ergebnisse der Sondierungskonsultation wurden im Oktober 2023 veröffentlicht und sind abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/consultation-electronic-communications-highlights-need-reliable-and-resilient-connectivity>. In dieser Hinsicht meinte die große Mehrheit der Befragten (darunter Branchenverbände der Telekommunikations- und Satellitenwirtschaft, Anbieter, Betreiber sowie NRO), dass der digitale Binnenmarkt durch die Fragmentierung des Sektors in nationale Märkte beeinträchtigt werde. Grund dafür seien sowohl kulturelle Unterschiede und verschiedene Marktgegebenheiten als auch das Fehlen einer vollständigen Harmonisierung der sektoralen Vorschriften (z. B. Aufbau von Kapazitäten für die rechtmäßige Überwachung, Vorratsdatenspeicherung, Datenschutz, Rückverlagerungsanforderungen, Cybersicherheits- und Meldepflichten sowie Meldeanforderungen für Netz-/Dienst-bezogene Vorfälle, Frequenzauktionsbedingungen usw.), was auch auf eine langsame und bruchstückhafte Umsetzung der EU-Vorschriften auf nationaler Ebene und ein uneinheitliches Vorgehen bei der Durchsetzung zurückzuführen sei.

aufwendigen und/oder fragmentierten sektoralen Regulierung, Anreize für eine grenzüberschreitende Konsolidierung schaffen und zum Entstehen eines vollständig integrierten digitalen Binnenmarkts führen kann. Bezüglich der Hindernisse für die Marktintegration forderte die Mehrheit der Teilnehmer der Sondierungskonsultation⁴² vor allem einen stärker integrierten Funkfrequenzmarkt und einen stärker harmonisierten Ansatz für die EU-weite Frequenzverwaltung. Sie befürworteten eine Vereinheitlichung des Vorgehens beispielsweise in Bezug auf die Geltungsdauer von Lizenzen, Reservepreise, jährliche Frequenzkosten oder die Verfahren der gemeinsamen Frequenznutzung.

Die Funkfrequenzpolitik fällt in die geteilte Zuständigkeit der EU und der Mitgliedstaaten. Die EU erlässt Vorschriften, insbesondere für die EU-weite Zuweisung von Frequenzbändern unter harmonisierten technischen Bedingungen. Der Mitgliedstaaten sind vor allem für die Durchführung der Frequenzgenehmigungsverfahren sowie die Frequenzverwaltung und Frequenznutzung zuständig. Die Art und Weise, wie Frequenzen in einem Mitgliedstaat verwaltet und genutzt werden, wirkt sich jedoch auf den Binnenmarkt insgesamt aus, z. B. wegen des abweichenden Beginns der Einführung neuer drahtloser Technologien oder neuer Dienste oder wegen grenzüberschreitender schädlicher funktechnischer Störungen, woraus sich weitere Folgen für die Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und technologische Führungsposition der EU ergeben können. Deshalb ist es unerlässlich, dass die Verwaltung der Funkfrequenzen zwischen allen Mitgliedstaaten koordiniert wird, um ihren sozialen und wirtschaftlichen Wert bestmöglich auszuschöpfen und die terrestrische und satellitengestützte Konnektivität in der gesamten EU zu verbessern.

Die bisherigen Bemühungen um mehr EU-weite Koordinierung, Konvergenz und Sicherheit bei der Frequenzverwaltung, beispielsweise im Zusammenhang mit dem Vorschlag für eine Verordnung über den Telekommunikationsbinnenmarkt⁴³ und dem europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (im Folgenden „Kodex“)⁴⁴, waren in vielerlei Hinsicht nicht von Erfolg gekrönt. Dies hatte letztlich nachteilige Folgen für die EU als Ganzes. So begannen beispielsweise die Genehmigungsverfahren für Frequenzbänder, die eine künftige 5G-Einführung ermöglichen sollten, in den ersten Mitgliedstaaten⁴⁵ schon im Jahr 2015 und sind trotz der auf EU-Ebene festgelegten Fristen bis heute (im Jahr 2024) noch immer nicht vollständig abgeschlossen worden. Das Genehmigungsverfahren für die Nutzung des 800-MHz-Bands und des 2,6-GHz-Bands für 4G-Netze dauerte für 26 Mitgliedstaaten insgesamt sechs Jahre und für 27 Mitgliedstaaten sogar zehn Jahre, obwohl es kein außergewöhnliches Pandemieereignis wie bei den 5G-Netzen⁴⁶ gab. Dies hat zu einem fragmentierten 4G- und 5G-

⁴² In ihren Antworten auf die Konsultation begrüßte die Mehrheit der Befragten, vor allem Unternehmen (Anbieter elektronischer Kommunikationsnetze und digitaler Plattformen), Wirtschaftsverbände und Verbraucherverbände, die Idee eines stärker integrierten Funkfrequenzmarkts und eines harmonisierten Ansatzes für die Frequenzverwaltung in der gesamten EU.

⁴³ COM(2013) 627 final.

⁴⁴ Richtlinie (EU) 2018/1972 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (ABl. L 321 vom 17.12.2018, S. 36).

⁴⁵ Kommissionsstudie zur Bewertung der Effizienz der Frequenzvergabeverfahren in den Mitgliedstaaten, einschließlich der Auswirkungen der Anwendung des europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation, abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/study-assessing-efficiency-radio-spectrum-award-processes-member-states-including-effects-applying>.

⁴⁶ Kommissionsstudie über die Frequenzzuteilung in der Europäischen Union, abrufbar unter <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2388b227-a978-11e7-837e-01aa75ed71a1/language-en>.

Ausbau in der EU geführt, sodass einige Mitgliedstaaten fast eine ganze Drahtlos-Technikgeneration hinter anderen zurückliegen.

Darüber hinaus mussten Frequenznachfrager in bestimmten Fällen aufgrund einer durch die Auktionsgestaltung verursachten künstlichen Verknappung letztlich höhere Preise zahlen, was zu einer Verringerung ihrer Investitionskapazitäten und zu Verzögerungen bei der Einführung von Diensten durch Anbieter elektronischer Kommunikationsnetze und -dienste führte. Den Preis dafür haben schließlich die Verbraucher und gewerblichen Nutzer in Form einer suboptimalen Qualität der Dienstleistungen bezahlt, was sich letztlich negativ auf das Wirtschaftswachstum, die Wettbewerbsfähigkeit und den Zusammenhalt in der EU auswirkt.

Auch jenseits der sektorspezifischen Rechtsvorschriften für die elektronische Kommunikation bestehen nationale Vorschriften und Verpflichtungen, die in der Sondierungskonsultation ebenfalls als Hindernisse für einen vollständig integrierten Binnenmarkt angesprochen wurden, z. B. in Bezug auf die rechtmäßige Überwachung, die Vorratsdatenspeicherung oder die Standorte von Sicherheitseinsatzzentren⁴⁷. In diesen Bereichen trug das Fehlen einheitlicher Rechtsvorschriften auf EU-Ebene zu einer erheblichen Fragmentierung bei (z. B. unterschiedliche Dauer der Vorratsdatenspeicherung, Standortanforderungen für Sicherheitseinsatzzentren, mangelnde gegenseitige Anerkennung von Sicherheitsüberprüfungen für wichtiges Personal), wodurch ein Anbieter, der Netze in mehr als einem Mitgliedstaat betreibt, nicht in den Genuss von Größenvorteilen kommt.

Die regulatorische Fragmentierung spiegelt sich auch in der Marktstruktur wider. Es gibt in der EU zwar etwa 50 Mobilfunkbetreiber und mehr als 100 Festnetzbetreiber, aber nur einige wenige europäische Betreiber (z. B. Deutsche Telekom, Vodafone, Orange, Iliad und Telefónica) sind auf mehreren nationalen Märkten vertreten. Auf den Mobilfunkmärkten gibt es auf der Ebene der Dienste in 16 Mitgliedstaaten drei Mobilfunknetzbetreiber, in neun Mitgliedstaaten vier Betreiber und in zwei Mitgliedstaaten fünf Betreiber. Aufgrund bestehender Vereinbarungen über die gemeinsame Netznutzung ist in einigen Mitgliedstaaten die Zahl der unterschiedlichen Infrastrukturen elektronischer Kommunikationsnetze niedriger als die Zahl der Diensteanbieter (z. B. in Dänemark oder Italien). Selbst die Mobilfunkbetreiber, die zu einer der großen EU-weit tätigen Unternehmensgruppen gehören, operieren auf einzelnen nationalen Märkten und scheinen ihre Angebote und betrieblichen Systeme wegen der naturgemäß unterschiedlichen Markt- und Regulierungsbedingungen nicht auf EU-Ebene zu vereinheitlichen, ganz abgesehen davon, dass sie die Erschwinglichkeit in Mitgliedstaaten mit geringerer Kaufkraft sicherstellen müssen.

In Anbetracht dieser Fragmentierung in der EU (die im Vergleich zu anderen Regionen der Welt eine Besonderheit der EU darstellt) und der geringen Rentabilität stellt sich die Frage, ob mithilfe industriepolitischer Maßnahmen, die die grenzüberschreitende Bereitstellung elektronischer Kommunikationsnetze oder verschiedene Formen der Zusammenarbeit im vorgelagerten Bereich erleichtern würden, die Betreiber in die Lage versetzt werden könnten, eine ausreichende Größe zu erlangen, ohne dadurch den Wettbewerb auf nachgelagerten Märkten zu schwächen. Einige Betreiber sind der Ansicht, dass es keine Hindernisse für die grenzüberschreitende Bereitstellung von Netzen und Diensten gibt, abgesehen von den insgesamt negativen Effizienzen und Synergien (trotz zu erwartender Kostensenkungen durch einen stärker zentralisierten Betrieb, insbesondere in virtuellen Netzen), die auf eine fragmentierte Regulierung zurückzuführen sind. Aufgrund der nationalen Dimension der

⁴⁷ Die Ergebnisse der Sondierungskonsultation wurden im Oktober 2023 veröffentlicht und sind abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/consultation-electronic-communications-highlights-need-reliable-and-resilient-connectivity>. Zu diesem Punkt siehe Seite 12 unter Ziffer ii „Obstacles to the Digital Single Market“.

Märkte der elektronischen Kommunikation in der EU ist eine grenzüberschreitende Konsolidierung an sich wettbewerbsrechtlich nie problematisch gewesen. Solange aber die Vorteile einer grenzüberschreitenden Konsolidierung durch das Fortbestehen nationaler Regulierungsrahmen und das Fehlen eines echten Binnenmarkts begrenzt werden, können die oben genannten Hemmnisse nicht überwunden werden.

Zwar unterscheiden sich Preise und Netzabdeckung von Mitgliedstaat zu Mitgliedstaat aufgrund der naturgemäß unterschiedlichen Markt- und Regulierungsbedingungen erheblich⁴⁸, doch sind die Mobilfunk- und Festnetz-Breitbandpreise (abgesehen von der Notwendigkeit, die Erschwinglichkeit in Mitgliedstaaten mit geringerer Kaufkraft sicherzustellen) für die überwiegende Mehrheit der Tarife in der Regel in der EU niedriger als in den USA, was erhebliche kurzfristige Vorteile für die Verbraucher mit sich bringt. Gleichzeitig ist die Glasfaserversorgung in der EU höher als in den USA und die 5G-Grundversorgung mit dem US-amerikanischen Niveau vergleichbar. So hat der Binnenmarkt in Bezug auf die Preise im Durchschnitt zwar gute Ergebnisse hervorgebracht, aber nicht zum Massenausbau fortgeschrittener Infrastrukturen und Dienste wie eines eigenständigen 5G-Netzes oder zur Verbreitung fortgeschrittener Industrieanwendungen und IoT-Dienste geführt⁴⁹.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Fragmentierung des EU-Marktes für elektronische Kommunikationsnetze und -dienste entlang der nationalen Grenzen die Fähigkeit der Betreiber beeinträchtigt, die für Investitionen in die Netze der Zukunft erforderliche Größe zu erreichen, und zwar insbesondere im Hinblick auf grenzüberschreitende Dienste, die für eine wirksame IoT-Einführung und einen stärker zentralisierten Betrieb wichtig sind.

2.3.4 Konvergenz und gleiche Wettbewerbsbedingungen

Die Konvergenz von elektronischen Kommunikationsnetzen und -diensten und Cloud-Infrastrukturen betrifft nicht nur die Infrastrukturebene, sondern auch den Betrieb der Dienste. Wie in Abschnitt 2.2 erläutert, stehen die Konnektivitätsmärkte vor transformativen technologischen Entwicklungen, die sowohl zu einem konvergenten Angebot (d. h. Bereitstellung von Netzen und Diensten) als auch zu einer konvergenten Nachfrage der Endnutzer führen werden. Die bisherige Trennung zwischen Anbietern „herkömmlicher“ elektronischer Kommunikationsnetze und -dienste einerseits und Anbietern von Cloud- oder anderen digitalen Diensten andererseits wird künftig von einem komplexen konvergenten Ökosystem abgelöst werden. Diese Entwicklungen werfen die Frage auf, ob es für die Akteure in einem solchen konvergenten Ökosystem nicht gleichwertige Vorschriften geben sollte, die für alle gleichermaßen gelten, und ob die Nachfrageseite (d. h. Endnutzer und insbesondere Verbraucher) nicht auch gleichwertige Rechte haben sollte.

Gegenwärtig sieht der bestehende EU-Rechtsrahmen für elektronische Kommunikationsnetze und -dienste keine Verpflichtungen in Bezug auf die Tätigkeiten von Cloud-Anbietern vor und regelt auch nicht die Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren des neuen komplexen Ökosystems der digitalen Infrastrukturen. Insbesondere fällt die Bereitstellung von Cloud-Infrastrukturen und Cloud-Diensten nicht in den Anwendungsbereich des Kodex (im Gegensatz

⁴⁸ Die Mobilfunk- und Festnetz-Breitbandpreise sind in der EU nicht nur nominal, sondern auch in Kaufkraftparitäten sehr unterschiedlich. Siehe Europäische Kommission, Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien, *Mobile and fixed broadband prices in Europe 2021, Final report and executive summary*, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2022, abrufbar unter <https://data.europa.eu/doi/10.2759/762630>.

⁴⁹ Bericht über den Stand der digitalen Dekade 2023, abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2023-report-state-digital-decade>.

etwa zur jüngst erlassenen NIS-2-Richtlinie⁵⁰). Selbst wenn Cloud-Anbieter große (Backbone-)Netze für die elektronische Kommunikation betreiben, sind diese Netze von Teilen des Rechtsrahmens für die elektronische Kommunikation ausgenommen, vor allem im Hinblick auf die Zugangsregulierung und Streitbeilegung.

Mehr als 60 %⁵¹ des internationalen Kommunikationsverkehrs läuft über Seekabel, die nicht den „Betreibern öffentlicher elektronischer Kommunikationsnetze“ im Sinne des Kodex gehören. Darüber hinaus betreiben große Cloud-Anbieter ihre eigenen Backbone-Netze und Rechenzentren und speisen ihren Datenverkehr erst spät, tief in den Netzen der Betreiber öffentlicher elektronischer Kommunikationsnetze ein. Folglich läuft der Transitverkehr hauptsächlich über private Netze, die weitgehend unreguliert sind, und nicht über öffentliche Netze.

Überdies wird im Kodex auch zwischen den Arten der erbrachten Dienstleistungen unterschieden. So gelten die meisten Verpflichtungen beispielsweise für Anbieter von Internetzugangsdiensten und nummerngebundenen interpersonellen Kommunikationsdiensten (NgiKd), wogegen Anbieter von nummernunabhängigen interpersonellen Kommunikationsdiensten (NuiKd) nur wenigen Verpflichtungen unterliegen und nicht zur Finanzierung des Universaldienstes oder zur Finanzierung der Sektorregulierung beitragen müssen. Während sowohl nummernunabhängige interpersonelle Kommunikationsdienste als auch Cloud-Computing-Dienste in den Anwendungsbereich des Gesetzes über digitale Märkte⁵² fallen, gelten dieselben Vorschriften nur für jene Torwächter, die besonders für diese zentralen Plattformdienste benannt wurden.

2.3.5 Herausforderungen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit

Auf den IKT-Sektor entfallen zwischen 7 und 9 % des weltweiten Stromverbrauchs (voraussichtlich 13 % bis 2030)⁵³, rund 3 % der weltweiten Treibhausgasemissionen⁵⁴ und zunehmende Mengen an Elektro- und Elektronikschrott. Digitale Technik, die richtig genutzt und gesteuert wird, kann aber dazu beitragen, die weltweiten Emissionen um 15 % zu senken⁵⁵, was die durch den Sektor verursachten Emissionen überwiegen würde. Beispielsweise können durch den Entwurf intelligenter Gebäude Energieeinsparungen von bis zu 27 % erzielt werden⁵⁶, und Anwendungen für eine intelligente Mobilität haben gezeigt, dass sich damit die verkehrsbedingten Emissionen um bis zu 37 % senken lassen⁵⁷. Die vernetzte und automatisierte Mobilität wird voraussichtlich zu einer der wichtigsten Triebkräfte für die Dekarbonisierung des Verkehrssektors werden, und 5G-Netze werden voraussichtlich eine der wichtigsten Voraussetzungen dafür sein. Es sind jedoch erhebliche weitere Anstrengungen

⁵⁰ Richtlinie (EU) 2022/2555 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 910/2014 und der Richtlinie (EU) 2018/1972 sowie zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2016/1148 (NIS-2-Richtlinie) (ABl. L 333 vom 27.12.2022, S. 80).

⁵¹ BoR (23) 214, *Draft BEREC Report on the general authorization and related frameworks for international submarine connectivity*.

⁵² Verordnung (EU) 2022/1925 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2022 über bestreitbare und faire Märkte im digitalen Sektor und zur Änderung der Richtlinien (EU) 2019/1937 und (EU) 2020/1828 (Gesetz über digitale Märkte) (ABl. L 265 vom 12.10.2022, S. 1).

⁵³ Strategische Vorausschau 2022; EU-Aktionsplan zur Digitalisierung des Energiesystems.

⁵⁴ The Shift Project, *Déployer la sobriété numérique*, Oktober 2020, S. 16; Weltbank, 2022.

⁵⁵ Weltwirtschaftsforum 2019.

⁵⁶ <https://www.buildup.eu/en/news/overview-smart-hvac-systems-buildings-and-energy-savings-0>

⁵⁷ TransformingTransport.eu, ein im Rahmen des EU-Programms Horizont 2020 gefördertes Leuchtturmprojekt zum Wert von Massendaten (*Big Data Value*).

erforderlich, um digitale Technik systematisch einzusetzen und dafür zu sorgen, dass sie Lösungen ermöglicht, die sorgfältig nach kreislauforientierten, regenerativen Grundsätzen konzipiert werden.

Die „Softwarisierung“ und „Cloudifizierung“ der nächsten Generationen elektronischer Kommunikationsnetze versprechen Effizienzgewinne in allen Wirtschaftszweigen, bringen aber auch neue Herausforderungen in Bezug auf den Energieverbrauch mit sich (z. B. offene Funkzugangsnetze in zellularen Mobilfunknetzen). Der zunehmende Energieverbrauch aufgrund wesentlicher Veränderungen der Verkehrslast verursacht an sich schon Kosten, die zudem in den letzten Jahren mit steigenden Energiepreisen erheblich gestiegen sind. Gleichzeitig könnten hohe Energiekosten einen Anreiz für Investitionen in einen energieeffizienteren und CO₂-ärmeren Netzbetrieb und in entsprechende Technik mit weniger Elektro- und Elektronikschrott schaffen.

Moderne digitale Netze können ganz erheblich zur Nachhaltigkeit beitragen. Konkrete Beispiele hierfür sind der Ausbau und die Einführung neuer und effizienterer Technologien wie Glasfaser, 5G und 6G sowie die schrittweise erfolgende Abschaltung herkömmlicher Festnetze und Mobilfunknetze. Auch die Verwendung effizienterer Codecs⁵⁸ (Codierer/Decodierer) für die Datenübertragung ist hier von großer Bedeutung. Neue Videocodec-Generationen sind von Natur aus nachhaltiger, weil sie den Energieeinsatz bei gleichbleibender Videoqualität minimieren. Gleichzeitig muss für eine angemessene Aufmerksamkeit, hinreichende Investitionen und eine nachhaltige Finanzierung gesorgt werden, um den Konnektivitätsausbau zu beschleunigen und damit die digitalen Voraussetzungen für die Ökologisierung anderer Sektoren zu schaffen, und zwar mithilfe digitaler Lösungen, die die Klima- und Umweltbilanz in allen industriellen Prozessen, Energiesystemen, Gebäuden sowie in Mobilität und Landwirtschaft verbessern, und die Bemühungen um klimaneutrale und intelligente Städte zu unterstützen.

2.4 Erforderliche Sicherheit in der Lieferkette und im Betrieb der Netze

2.4.1 Das Problem der vertrauenswürdigen Lieferanten

In einem geopolitischen Umfeld, das zunehmend von Spannungen und Konflikten geprägt ist, machen die wachsenden Anforderungen an die Sicherheit und Resilienz wichtiger grundlegender Kommunikationstechnologien und kritischer Infrastrukturen deutlich, wie wichtig es ist, sich auf diversifizierte und vertrauenswürdige Lieferanten stützen zu können, um Schwachstellen und Abhängigkeiten zu vermeiden, die sich auf das gesamte industrielle Ökosystem auswirken könnten. Das EU-Instrumentarium für die 5G-Cybersicherheit⁵⁹ enthält beispielsweise eine Reihe empfohlener Maßnahmen zur Minderung der Risiken für 5G-Netze, insbesondere die Bewertung des Risikoprofils der Lieferanten und die Verhängung von Beschränkungen gegen Lieferanten, die als mit einem hohen Risiko behaftet gelten und deshalb von der Beteiligung an wichtigen Anlagen ausgeschlossen werden müssen. In dieser Hinsicht äußerte die Kommission in ihrer Mitteilung vom 15. Juni 2023 über die Umsetzung des EU-Instrumentariums für die 5G-Cybersicherheit⁶⁰ die Auffassung, dass Huawei und ZTE tatsächlich wesentlich höhere materielle Risiken aufweisen als andere 5G-Lieferanten, und

⁵⁸ Ein Codec ist ein Prozess, in dem große Datenmengen (in der Regel einen Videostream) – vor ihrer Übertragung komprimiert und nach dem Empfang dekomprimiert werden.

⁵⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/connectivity-toolbox-member-states-agree-best-practices-boost-timely-deployment-5g-and-fibre>

⁶⁰ C(2023) 4049.

bestätigte, dass die von den Mitgliedstaaten gefassten Beschlüsse zur Beschränkung dieser beiden Lieferanten gerechtfertigt sind und mit dem 5G-Instrumentarium im Einklang stehen.

Zur Schließung der Lücken, die solche Hochrisikoanbieter in der Lieferkette hinterlassen, werden bestehende oder neue Akteure neue Kapazitäten aufbauen müssen. In dieser Hinsicht werden verstärkte Forschungs- und Innovationsanstrengungen (FuI) im Bereich der für sichere Kommunikationsnetze wichtigen Schlüsseltechnologien erforderlich sein, damit in der gesamten EU-Lieferkette jederzeit ein ausreichendes Maß an geistigem Eigentum und Produktionskapazitäten zur Verfügung steht. Ziel ist dabei nicht nur, dass die EU bei Kommunikationssystemen weiterhin zu den weltweit führenden Akteuren gehört, sondern auch eine Führungsrolle bei der Entwicklung neuer Fähigkeiten in verwandten Bereichen wie Edge-Cloud, RFID-Chip-Technik, Quantenkommunikation, quantenresistente Kryptografie, nicht-terrestrische Konnektivität und Seekabelinfrastrukturen übernimmt.

2.4.2 Sicherheitsnormen für eine durchgehende Konnektivität

Um ein Höchstmaß an Sicherheit und Resilienz zu erreichen, sollte die EU maßgeblich die Entwicklung von Sicherheitsnormen vorantreiben, die die gesamte Wertschöpfung abdecken, und zwar durchgehend von der Hardwareebene bis zur Dienstleistungsebene (z. B. Normen für sichere Nachrichtenübermittlung und Videokonferenzen). Die Herausforderung für die EU besteht darin, dafür zu sorgen, dass solche Entwicklungen zu gemeinsamen und interoperablen Sicherheitsnormen für alle wichtigen Infrastrukturelemente führen, auf denen sensible Kommunikationsinfrastrukturen aufbauen. Die Kommission arbeitet gemeinsam mit den Mitgliedstaaten an der Einrichtung des EU-Systems für kritische Kommunikation (EUCCS), das bis zum Jahr 2030 die Kommunikationsnetze aller öffentlichen Strafverfolgungs-, Katastrophenschutz- und Einsatzkräfte in Europa verbinden soll, um eine nahtlose kritische Kommunikation und operative Mobilität im gesamten Schengen-Raum zu ermöglichen⁶¹. Durch die damit verbundene Festlegung missionskritischer Normen wird die strategische Autonomie in einem besonders sensiblen Segment des Kommunikationssektors gestärkt.

Das neue digitale Zeitalter wird unter anderem auf Quantentechnik für eine sichere Konnektivität und auf Quanteninformatik basieren. Bei den Kommunikationsnetzen und der Art und Weise, wie Daten geschützt werden, wird es einen Paradigmenwechsel als direkte Folge der Fortschritte in der Quanteninformatik geben. Der Schutz unserer Daten und die Sicherung der Kommunikation ist für unsere Gesellschaft, Wirtschaft, Infrastrukturen, Dienstleistungen, für unseren Wohlstand und unsere politische Stabilität von größter Bedeutung. Deshalb müssen wir Bedrohungen antizipieren, die sich aus einer möglichen böswilligen Nutzung künftiger Quantencomputer ergeben und unsere bisherigen Verschlüsselungsmethoden gefährden könnten.

Das Cyberresilienzgesetz, das im Laufe dieses Jahres in Kraft treten soll, wird erheblich zur Sicherung der digitalen Infrastrukturen in der EU beitragen. Es verpflichtet die Hersteller von Hardware- und Softwareprodukten zur Umsetzung eines Konzepts der eingebauten Sicherheit über den gesamten Lebenszyklus solcher Produkte – von Entwurf und Entwicklung bis hin zu Pflege und Wartung. Das Cyberresilienzgesetz erfasst nicht nur viele der verschiedenen Produkte, die in digitalen Infrastrukturen eingesetzt werden, wie Router, Switches oder Netzmanagementsysteme, sondern schreibt auch vor, dass die Hersteller anschlussfähiger

⁶¹ Das EUCCS beruht auf Projekten, die mit Mitteln des EU-Sicherheitsforschungsprogramms und des Fonds für die innere Sicherheit gefördert werden. Mit dem derzeitigen Aufbau von Testumgebungen in den Mitgliedstaaten wird im Einklang mit der EU-Weltraumstrategie für Sicherheit und Verteidigung auch die Verbindung zu den EU-Konnektivitätsressourcen im Weltraum hergestellt.

Hardware- und Softwareprodukte generell die Vertraulichkeit und Integrität von Daten mit modernsten Mitteln schützen müssen. Dies könnte gegebenenfalls auch den Einsatz einer quantenresistenten Kryptografie umfassen. Die Kommission wird die europäischen Normungsorganisationen mit der Ausarbeitung europäischer Normen beauftragen, um die Hersteller bei der Umsetzung zu unterstützen. Darüber hinaus wird das kürzlich angenommene, auf gemeinsamen Kriterien beruhende europäische System für die Cybersicherheitszertifizierung (EUCC) es den Herstellern von Technologiekomponenten wie Chips ermöglichen, im Rahmen des EU-Rechtsakts zur Cybersicherheit die Vertrauenswürdigkeit in harmonisierter Weise zu gewährleisten.

2.4.3 Sichere und resiliente Seekabelinfrastrukturen

Ein höheres Maß an Resilienz und Integration aller Kommunikationskanäle – terrestrisch, nicht terrestrisch und vor allem unterseeisch – ist eine Voraussetzung für die sichere Kommunikation. Angesichts zunehmender Cybersicherheitsbedrohungen und Sabotagegefahren legen Regierungen in allen Regionen der Welt ein besonderes Augenmerk auf ihre Abhängigkeit von wichtigen Seekabelverbindungen. Mehr als 99 % des interkontinentalen Datenverkehrs werden über Seekabel abgewickelt, und drei Inselmitgliedstaaten – Zypern, Irland und Malta – sowie eine Reihe von Inseln anderer Mitgliedstaaten und Gebieten in äußerster Randlage sind hochgradig von Seekabeln abhängig.

Insbesondere der Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine hat der Sicherheit der Kommunikationsnetze, darunter auch der Seekabel, eine große Aufmerksamkeit verschafft, weil Russland potenziell in der Lage wäre, Kabelverbindungen zu stören, und weil es verdächtige Ausspähaktivitäten russischer Schiffe gibt.

Europäische Hersteller sind bei der Glasfaserproduktion weltweit führend. Aber seit 2012 investieren auch große Anbieter aus Drittländern zunehmend in eigene Infrastrukturen, was bereits zu strategischen Abhängigkeiten führt, die sich künftig noch weiter verschärfen könnten.

In der EU ist schon wiederholt gefordert worden, die Sicherheit und Resilienz von Seekabelinfrastrukturen zu stärken und dafür auch die öffentlichen Mittel zur Unterstützung privater Investitionen in einem schwierigen Umfeld aufzustocken. So wurde im Aufruf von Nevers vom 9. März 2022⁶² die große Bedeutung kritischer Infrastrukturen wie elektronischer Kommunikationsnetze und digitaler Dienste für viele kritische Funktionen ebenso anerkannt wie die Tatsache, dass diese Infrastrukturen bevorzugte Ziele für Cyberangriffe sind. Der Rat forderte in seinen Schlussfolgerungen vom 23. Mai 2022 zur EU-Cyberabwehr und vom 22. Mai 2023 zur EU-Cyberabwehrpolitik die Durchführung von Risikobewertungen und die Aufstellung von Risikoszenarios. In der Empfehlung des Rates vom 8. Dezember 2022 für eine unionsweite koordinierte Vorgehensweise zur Stärkung der Resilienz kritischer Infrastruktur (Empfehlung für die Resilienz kritischer Infrastrukturen) wurden gezielte Maßnahmen dargelegt, die auf EU-Ebene und der Ebene der Mitgliedstaaten getroffen werden sollten, um die Abwehrbereitschaft zu verbessern, die Reaktionsfähigkeit zu stärken und die internationale Zusammenarbeit zu vertiefen. Im Mittelpunkt dieser Maßnahmen stehen kritische Infrastrukturen, darunter auch Infrastrukturen von erheblicher grenzüberschreitender Bedeutung in bestimmten Schlüsselsektoren wie Energie-, Verkehrs-, Weltraum- und Digitalinfrastrukturen.

Im Bericht über den Stand der digitalen Dekade 2023 betonte die Kommission, wie wichtig es ist, Fortschritte auf dem Weg hin zu resilienteren und souveräneren Netzen zu erzielen und vor

⁶² <https://presse.economie.gouv.fr/08-03-2022-declaration-conjointe-des-ministres-de-lunion-europeenne-charges-du-numerique-et-des-communications-electroniques-adressee-au-secteur-numerique/>

allein die Anfälligkeit der wichtigsten Infrastrukturen der EU, einschließlich der Seekabelnetze, zu verringern. Ferner richtete sie eine klare Empfehlung an die Mitgliedstaaten, die Investitionen voranzutreiben, die für die Sicherheit und Widerstandsfähigkeit solcher Infrastrukturen nötig sind. Außerdem haben sich die Mitgliedstaaten in der Ministererklärung über „europäische Datenportale als Schlüsselement der digitalen Dekade der EU“ dazu verpflichtet, die Konnektivität zwischen Europa und seinen Partnern zu verbessern.

Darüber hinaus erörterte die EU-NATO-Taskforce für die Resilienz kritischer Infrastrukturen mehrfach die Frage der unterseeischen Infrastrukturen. Ihr abschließender Bewertungsbericht enthält eine Empfehlung an EU- und NATO-Bedienstete, *„Möglichkeiten für den Austausch darüber zu sondieren, wie die zuständigen Behörden die Überwachung und den Schutz kritischer Infrastrukturen im maritimen Bereich verbessert können, und Möglichkeiten zur Verbesserung der maritimen Lageerfassung zu erörtern“*. Der Personalaustausch wurde im Rahmen des strukturierten Dialogs über Resilienz intensiviert, auch im Hinblick auf die Einrichtung der NATO-Koordinierungszelle für kritische unterseeische Infrastrukturen, die sich unter anderem mit der Sicherheit von Seekabeln befassen soll.

Vorfälle wie die in der Ostsee⁶³, in deren Folge Finnland den Mechanismus des EU-Instrumentariums zur Abwehr hybrider Bedrohungen⁶⁴ aktivierte, haben jedoch gezeigt, dass Bestandteile der Seekabelinfrastrukturen nach wie vor anfällig sind, auch wenn das System insgesamt aufgrund mehrfacher Redundanzen als widerstandsfähig gilt. Dies macht deutlich, dass die Arbeit auf EU-Ebene weiter vorangetrieben und koordiniert werden muss, um die Sicherheit und Resilienz der Seekabelinfrastrukturen zu fördern. Der Europäische Rat hob folglich in seinen Schlussfolgerungen vom 27. Oktober 2023 hervor, *„dass wirksame Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Widerstandsfähigkeit zu stärken und die Sicherheit kritischer Infrastruktur zu gewährleisten“*, und unterstrich *„die Bedeutung eines umfassenden und koordinierten Ansatzes“*.

Entsprechend dem mit der Empfehlung des Rates von 2022 erteilten Auftrag im Hinblick auf Seekabelinfrastrukturen führte die Kommission eine Untersuchung durch und konsultierte einschlägige Interessenträger und Sachverständige zu geeigneten Maßnahmen in Bezug auf mögliche erhebliche Störungen der Seekabelinfrastrukturen. Die Ergebnisse der Untersuchung werden den Mitgliedstaaten mit dem angemessenen Vertraulichkeitsgrad mitgeteilt.

Eine zentrale Schlussfolgerung ist, dass die ermittelten Herausforderungen mit dem derzeitigen Rahmen in der EU nicht in vollem Umfang bewältigt werden können. Zu den konkreten Elementen, die derzeit fehlen, gehören eine genaue Bestandsaufnahme/Kartierung der bestehenden Kabelinfrastrukturen als Grundlage für eine konsolidierte EU-weite Bewertung der Risiken, Schwachstellen und Abhängigkeiten, eine gemeinsame Governance der Kabeltechnologien und Kabelverlegungsdienste, die Gewährleistung einer raschen und sicheren Reparatur und Wartung der Seekabel sowie die Ermittlung und Finanzierung kritischer innereuropäischer und globaler Kabelprojekte.

3. BEWÄLTIGUNG DES ÜBERGANGS ZU DEN DIGITALEN NETZEN DER ZUKUNFT – POLITISCHE FRAGEN UND MÖGLICHE LÖSUNGEN

3.1 Säule I: Schaffung des „3C-Netzes“ – „Connected Collaborative Computing“

⁶³ Beschädigt wurden dabei eine unterseeische Gasfernleitung (zwischen Finnland und Estland) und elektronische Kommunikationskabel (zwischen Finnland und Estland und zwischen Schweden und Estland).

⁶⁴ Schlussfolgerungen des Rates vom 21. Juni 2022 über einen Rahmen für eine koordinierte Reaktion der EU auf hybride Kampagnen.

Wie in den vorstehenden Abschnitten beschrieben, hängen Menschen und Geräte, die miteinander kommunizieren, Ärzte, die ihre Patienten aus der Ferne betreuen, Gebäude, die durch Sensoren intelligent werden, und andere künftige Anwendungen, die Geschäftstätigkeiten erleichtern und das Leben der Bürgerinnen und Bürger verbessern, von der Verfügbarkeit hochleistungsfähiger digitaler Infrastrukturen ab.

Die Fortschritte beim Edge-Computing auf Endgeräten dürften die Entwicklung erheblicher Rechenkapazitäten, insbesondere solcher, die mit KI-Prozessoren ausgestattet sind, in einem breiten Spektrum von Geräten wie Robotern, Drohnen, Medizinprodukten, am Körper tragbaren Geräten und selbstfahrenden Fahrzeugen erleichtern. Die Rechenvorgänge selbst sind nicht mehr an spezielle Rechenumgebungen wie Rechenzentren gebunden. Stattdessen sind sie in fast alles eingebettet und allgegenwärtig geworden. So wird es möglich, die geräteinternen Edge-Vorgänge mit dem Rest des breiten Spektrums von Edge-Computing-Kategorien und verschiedenen Arten von Cloud-Diensten in kollaborativen Rechenumgebungen⁶⁵ zu kombinieren. Die Integration dieser unterschiedlichen Rechenressourcen in verschiedene Netzkapazitäten erfordert jedoch eine intelligente Netzwerk-Orchestrierung, die auch eine Optimierung im Hinblick auf die Sicherheit und Nachhaltigkeit ermöglicht.

Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, verschmelzen Konnektivität und Datenverarbeitung nach und nach miteinander. Daher müssen auch die Unternehmen in diesen verschiedenen Segmenten der Wertschöpfungskette, darunter Chiphersteller, Anbieter von Ausrüstungen für elektronische Kommunikationsnetze, Edge- und Cloud-Diesteanbieter, enger zusammenarbeiten. Die verschiedenen Sektoren sind jedoch fragmentiert und haben neben ihrer mangelnden Größe auch keinen gemeinsamen Ansatz für die Innovation, die für die Verwirklichung des Konnektivitäts- und Rechenökosystem der nächsten Generation erforderlich ist. Für den Erfolg dieser Sektoren ist daher neben der technischen Orchestrierung auch eine enge Zusammenarbeit erforderlich.

Wir müssen dafür sorgen, dass diese Innovationen in der EU umgesetzt werden, und gleichzeitig unsere wirtschaftliche Sicherheit und unseren Wohlstand schützen. Es kommt insbesondere darauf an, dass die EU-Industrie über ausreichende technologische Kapazitäten in Schlüsselbereichen der digitalen Lieferkette verfügt und in der Lage ist, wirtschaftliche Vorteile in den attraktivsten Teilen der digitalen Wertschöpfungskette zu nutzen. Ziel ist es, eine lebendige Gemeinschaft europäischer Innovatoren zu fördern und das Netz „Connected Collaborative Computing“ („3C-Netz“) zu schaffen – ein Ökosystem, das Halbleiter, Rechenkapazitäten in allen Arten von Edge- und Cloud-Umgebungen, Funktechnik, Konnektivitätsinfrastrukturen, Datenverwaltung und Anwendungen umfasst.

3.1.1 Aufbau von Kapazitäten durch offene Innovations- und Technologieressourcen

Da hybride Netze, Edge-Computing und ein vollständiger Übergang zur Cloud die Architektur der Konnektivitätsinfrastruktur verändern, ist die historische Stärke Europas im Bereich der Netzausrüstungen und der Dienste gefährdet. Daher ist es wichtig, die weltweite Führungsrolle der EU bei den Ausrüstungen für elektronische Kommunikationsnetze zu wahren und den Aufbau weiterer industrieller Kapazitäten für diesen Übergang zu interoperablen Cloud-gestützten Netzen und die Integration von Edge-Infrastrukturen und -Diensten in der Telekommunikation zu erleichtern. Neben den industriellen Kapazitäten ist es für die EU ferner wichtig, ihre Fähigkeiten zur technischen Innovation zu stärken und die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zu entwickeln.

⁶⁵ Kollaborative Rechenumgebungen werden in der Literatur unter anderem auch als Schwarm-Computing, intelligente Umgebungen (*Ambient Computing*) und taktiles Internet bezeichnet.

EU-Unternehmen arbeiten zunehmend mit Nicht-EU-Akteuren sowohl innerhalb des Ökosystems der elektronischen Kommunikationsdienste als auch in der Zulieferindustrie zusammen. Solche Partnerschaften mit Akteuren aus gleich gesinnten Ländern können zwar Synergien und Vorteile hervorbringen, gleichzeitig birgt eine potenzielle Abhängigkeit der kritischen Infrastrukturen und Dienste wie Cloud-, Edge- oder KI-Instrumenten oder der Seekabelinfrastrukturen von einer kleinen Zahl von Anbietern aber das Risiko neuer Engpässe oder Bindungen an bestimmte Technik⁶⁶. Ziel muss es daher sein, den Partnerschaften zwischen Unternehmen in Europa eine ebenso große Dynamik zu verleihen.

Im Halbleiterbereich hat die EU reagiert, um diesen Trend umzukehren: Mit dem Chip-Gesetz⁶⁷ hat die EU ein ehrgeiziges Programm vorgelegt, mit dem bereits über 100 Mrd. EUR an öffentlichen und privaten Investitionen mobilisiert wurden. Bei den Konnektivitätsinfrastrukturen fehlt es derzeit jedoch noch an einer Industriepolitik von ähnlichem Umfang, um Anreize für Investitionen von EU-Akteuren zu schaffen und das 3C-Netz zu fördern, damit künftige Anwendungen möglich werden.

Dennoch verfügt die EU im Ausrüstungssektor über eine solide Grundlage, auf der sie aufbauen kann. Im Hinblick auf den weltweiten Marktanteil sowie auf den Anteil an standardessenziellen Patenten kommen heute zwei der drei größten Lieferanten digitaler Netzausrüstungen aus der EU. Nach jahrzehntelangem Erfolg bei der Gestaltung von Mobilfunkstandards und der Innovationsförderung in der EU und weltweit besteht die Herausforderung nun darin, auf dieser Führungsposition aufzubauen und sie in der breiteren Liefer- und Wertschöpfungskette zu nutzen, z. B. im Bereich des Edge- und des Cloud-Computing, aber auch bei den Chips, wo Europa von einer schwächeren Position aus ins Rennen geht. Dies erstreckt sich auch auf ergänzende Infrastrukturen, wie z. B. Seekabel oder sogar nicht-terrestrische Netze.

Was die Kapazitäten für Produktion, Einführung und Betrieb betrifft, so kann Europa auch bei der FuI im vorgelagerten Teil der digitalen Wertschöpfungskette auf seinen Stärken aufbauen. Die EU verfügt bereits über eine solide FuI-Basis für Netzwerke mit weltweit anerkannter wissenschaftlicher Exzellenz, auf der künftige FuI-Ökosysteme aufbauen können. Der geopolitische Kontext und der Trend hin zu immer mehr kritischen Anwendungen wie Blockchain im Finanzsektor, vernetzte Lastkraftwagen in der Logistik oder Telemedizin erfordern eine konzeptionsintegrierte Sicherheit und Resilienz der Infrastrukturen. Diese Konzeptionskriterien müssen daher in den Mittelpunkt unserer FuI-Bemühungen gestellt werden.

Die Umgestaltung der Konnektivitätsbranche der EU erfordert jedoch erhebliche Investitionskapazitäten, insbesondere im Vergleich zu den massiven Investitionen großer Cloud-Anbieter in Cloud-, Edge- und KI-Kapazitäten. Es gibt eine Reihe von EU-Finanzierungsinstrumenten und -programmen, mit denen private Investitionen in die Forschung und Innovation im Kommunikationssektor bereits gefördert werden. Dazu gehören das Gemeinsame Unternehmen für intelligente Netze und Dienste (GU SNS) im Rahmen von Horizont Europa, aber auch InvestEU, das Programm Digitales Europa (DEP) und das Programm für Digitales der Fazilität „Connecting Europe“ (CEF-Digital).

Das GU SNS dient gegenwärtig als die EU-Plattform für die FuI-Finanzierung für 6G-Systeme in Zusammenarbeit zwischen der Industrie und öffentlichen Akteuren. Eines seiner Hauptziele

⁶⁶ Studie der Kommission, „5G Supply Market Trends“, August 2021, abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/commission-publishes-study-future-5g-supply-ecosystem-europe>.

⁶⁷ Verordnung (EU) 2023/1781 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 zur Schaffung eines Rahmens für Maßnahmen zur Stärkung des europäischen Halbleiter-Ökosystems und zur Änderung der Verordnung (EU) 2021/694 (Chip-Gesetz) (ABl. L 229 vom 18.9.2023, S. 1).

besteht darin, die Stärke der EU bei der Netzausrüstungsversorgung für die breitere Wertschöpfungskette, einschließlich Cloud und Software sowie Geräte und Komponenten, zu nutzen. Es deckt bereits mehrere Aspekte des FuI-Bedarfs unter Federführung der Branche ab (vor allem im Vorgriff auf 6G): Forschung zu Konzepten, Architekturen und Kernkomponenten von 6G-Systemen, groß angelegte Studien und Pilotprojekte, Normung, Virtualisierung von Netzen, Cloud-Software sowie KI-gestützte Funkzugangsnetze. Dieser derzeitige Tätigkeitsbereich ist jedoch zu eng gefasst, um die ermittelten Herausforderungen zu bewältigen. Darüber hinaus sind die bestehenden Mittel in Höhe von 900 Mio. EUR für den Zeitraum 2021–2027 vor allem auf FuI-Tätigkeiten ausgerichtet. Angesichts dieser Herausforderungen ist dieser Betrag gering im Vergleich zu dem, was erforderlich wäre, um das Konnektivitätsökosystem der nächsten Generation, das das gesamte Rechenkontinuum abdeckt, zu katalysieren.

Im Dezember 2023 genehmigte die Kommission staatliche Beihilfen von sieben Mitgliedstaaten in Höhe von bis zu 1,2 Mrd. EUR für ein wichtiges Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (IPCEI) für die nächste Generation von Cloud-Infrastrukturen und -Dienste (IPCEI CIS), das voraussichtlich zusätzliche private Investitionen in Höhe von 1,4 Mrd. EUR mobilisieren wird⁶⁸. Bereits im Juni 2023 hatte die Kommission ein anderes IPCEI zur Unterstützung von Forschung, Innovation und der ersten industriellen Einführung von Mikroelektronik und Kommunikationstechnologien in der gesamten Wertschöpfungskette (IPCEI ME/CT) genehmigt, an dem 14 Mitgliedstaaten beteiligt sind, wofür 8,1 Mrd. EUR an öffentlichen Mitteln bereitgestellt werden, durch die 13,7 Mrd. EUR an privaten Investitionen mobilisiert werden sollen. Führende Chip-Lieferanten und Netzausrüstungsanbieter beteiligen sich an der Entwicklung hochmoderner Chips für elektronische Kommunikationsnetze.

3.1.2 Weiteres Vorgehen

Um eine effizientere Nutzung der Ressourcen zu gewährleisten, muss die EU ein koordiniertes Konzept für die Entwicklung integrierter Konnektivitäts- und Recheninfrastrukturen festlegen, damit die heutigen Konnektivitätsanbieter zu den Anbietern eines kollaborativen Konnektivitäts- und Rechenökosystems von morgen werden und in der Lage sind, die verschiedenen für dieses Ökosystem erforderlichen Rechelemente zu orchestrieren. Dazu muss nicht nur ein synergetisches Ökosystem zwischen den Akteuren der verschiedenen Sektoren entwickelt werden, sondern auch das Zusammenspiel und die Synergien zwischen bestehenden EU-Finanzierungsprogrammen sind zu überdenken. Dies ist notwendig, um die größtmögliche Wirkung der FuI im Bereich der Kommunikations- und Rechnetze zu erzielen und den Kapazitätsaufbau und die Einführungsvorbereitung bestmöglich zu organisieren, insbesondere angesichts der Konvergenz von Technologien und Diensten (Cloud-Edge-Kontinuum, KI, Konnektivität). Diese Programme könnten auf den allgemeinen Zielen der Verbesserung der industriellen Kapazitäten der EU, des Beitrags zu einer sicheren und resilienten Konnektivitäts- und Recheninfrastruktur und der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas aufbauen. Letztlich könnten dadurch die Rahmenbedingungen für künftige Netze und Anwendungen geschaffen werden, die in der EU entwickelt, erprobt, eingeführt und integriert werden.

Ein wichtiger Schritt zur Verwirklichung des 3C-Netzes könnte der Vorschlag zur Erwägung einer Reihe groß angelegter Pilotprojekte für den Aufbau durchgehend integrierter Infrastrukturen und Plattformen sein, die Beteiligte aus verschiedenen Teilen der Konnektivitätswertschöpfungskette und darüber hinaus zusammenbringen würden. Diese

⁶⁸ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_6246

könnten für eine Finanzierung im Rahmen des Programms Horizont Europa oder seiner Nachfolgeprogramme in Betracht gezogen werden.

Falls sie verwirklicht werden, würden es diese Pilotinfrastrukturen ermöglichen, innovative Technologien und Anwendungen zu testen (einschließlich Demonstration, Konzeptnachweis und frühzeitiger Einführung). Sie könnten gegebenenfalls dem europäischen Netz der Kompetenzzentren für Halbleitertechnik angegliedert werden, um größtmögliche Synergien mit den europäischen digitalen Innovationszentren zu erreichen. Erste Pilotprojekte könnten sich gezielt mit 5G-Korridoren, elektronischen Gesundheitsdiensten und intelligenten Gemeinschaften befassen. Diese ersten (bis zu drei) groß angelegten Pilotprojekte würden nicht nur den Austausch zwischen Akteuren der herkömmlichen Wertschöpfungskette der elektronischen Kommunikation und Akteuren entlang des breiteren Rechenkontinuums fördern, sondern auch den Austausch mit nicht-digitalen Sektoren, wobei der Schwerpunkt auf konkreten Anwendungen liegen würde. Die integrierten Infrastrukturen und Plattformen würden nicht nur die Schlüsseltechnologien von Start-up-Unternehmen bis hin zu Großunternehmen zusammenbringen, sondern auch Forschende einbeziehen und Talente anziehen, um Wissen und Kompetenzen zu entwickeln.

Auch hier kann sich Europa auf bestehende Initiativen stützen, um innovative Technologien und Anwendungen auszubauen. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung von 5G-Korridoren, die im Rahmen des Programms „CEF-Digital“ finanziert werden und bei denen die Korridore genutzt werden können, um neue Technik und Anwendungen zu testen und in Pilotprojekten zu erproben, insbesondere für vernetztes und autonomes Fahren, aber auch fortgeschrittene Logistik- und IoT-Anwendungen. Ein weiteres Beispiel sind die intelligenten Gemeinschaften, in denen Pilotarchitekturen genutzt werden könnten, um KI-Systeme und -Anwendungen zu erproben, die im Rahmen der KI-Leitinitiative der EU gefördert werden, um Synergien bestmöglich zu erschließen und um sicherzustellen, dass das Edge-Computing die Entwicklung KI-gestützter Algorithmen vorantreibt. Neben städtischen Ballungsräumen könnte ein Pilotprojekt für intelligente Gemeinschaften den spezifischen Herausforderungen der ländlichen Umgebung Rechnung tragen, sodass dann alle Lösungen auch für den ländlichen Raum geeignet sind („*rural ready*“).

Um erfolgreich zu sein, muss Europa alle relevanten Akteure für ein kollaboratives IKT-Ökosystem mobilisieren. Neben dem 6G-Industrieverband, den wichtigsten Partnern des GU SNS aus dem Privatsektor, kommen Akteure aus dem Cloud- und Edge-Umfeld in der Europäischen Allianz für Industriedaten, Edge und Cloud (Cloud-Allianz) zusammen. Konkret könnte das GU SNS in den nächsten Jahren die Schaffung unmittelbarer Synergien mit einschlägigen Programmen und IPCEIs koordinieren. Nach der Veröffentlichung dieses Weißbuchs wird die Kommission gemeinsam mit den Interessenträgern in Kürze mit der Ausarbeitung der Spezifikationen für diese Aufgabe beginnen, wobei sie sich insbesondere auf die laufenden Arbeiten zur Weiterentwicklung und Einführung von Kapazitäten für eine europäische „Telekommunikations-Edge-Cloud“ stützen wird, wie sie im Industrietechnologiefahrplan der Europäischen Allianz für Industriedaten, Edge und Cloud ins Auge gefasst wird.

Die bestehenden IPCEIs, insbesondere in den Bereichen Mikroelektronik und Konnektivität sowie in Bezug auf die nächste Generation von Cloud-Infrastrukturen und -Diensten, könnten genutzt werden, um Innovationen zu strukturieren und die Markteinführung zu beschleunigen. Im Oktober 2023 rief die Kommission ein gemeinsames Europäisches Forum für wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (JEF-IPCEI) ins Leben, dessen Schwerpunkt auf der Ermittlung und Priorisierung strategischer Technologien für die EU-Wirtschaft liegt, die für künftige IPCEIs relevant sein könnten. Im Rahmen des JEF-IPCEI und aufbauend auf den Erfahrungen im Rahmen des Gemeinsamen Unternehmens für Chips

(GU Chips), der CEF2 und des Programms Digitales Europa sowie einschlägiger nationaler und regionaler Fonds könnte die Möglichkeit erörtert werden, diese Maßnahmen durch ein neues IPCEI zu ergänzen, um dem Bedarf an einer großflächigen Einführung von Infrastrukturen gerecht zu werden und die Integration zusätzlicher Zielbereiche entlang des Rechenkontinuums, wie z. B. Chips, auszuloten, sodass der massive künftige Rechenbedarf von KI angemessen gedeckt werden kann.

Darüber hinaus wird die Plattform für strategische Technologien für Europa (*Strategic Technologies for Europe Platform*, STEP) Investitionen in kritische Technologien in Europa, einschließlich Deeptech- und Digitaltechnologien, fördern. Außerdem wird mit der Plattform das Souveränitätssiegel – das EU-Qualitätssiegel für souveränitätsrelevante Projekte – eingeführt.

Um die technologischen Kapazitäten der EU weiterhin bestmöglich zu nutzen, müsste auf längere Sicht entschieden werden, ob und wie verwandte Bereiche, die für künftige Netze von entscheidender Bedeutung sind, einer einheitlichen kooperativen Governance unterstellt werden könnten. Auch die angemessene Mischung von Mitteln aus Haushaltsquellen auf Ebene der Union und der Mitgliedstaaten und von Mitteln der Industrie müsste festgelegt werden, einschließlich der Rolle verschiedener möglicher EU-Programme. Als Vorbild könnten die Beispiele des jüngsten KI-Innovationspakets⁶⁹ und des Chip-Gesetzes herangezogen werden, mit dem die Mandate der jeweiligen derzeitigen Gemeinsamen Unternehmen für europäisches Hochleistungsrechnen und Chips (GU EuroHPC und GU Chips) ausgeweitet wurden. Zu den künftigen Forschungsprioritäten könnten Sicherheitslösungen in kritischen Hardware- und Softwaremodulen, die Interoperabilität und der Zusammenschluss von Edge- und Cloud-Infrastrukturen, die durch Open-Source-Aktivitäten unterstützt werden, sowie diversifizierte Lieferketten für Produkte, Komponenten und Materialien bei gleichzeitiger Stärkung des Know-hows in der EU und nachhaltige Lösungen für verschiedene Aspekte des Bereichs Vernetzung („*Sustainable 6G*“) und für eine Vielzahl vertikaler Wirtschaftszweige wie Fertigung, Verkehr, Energie und Landwirtschaft (d. h. „6G für Nachhaltigkeit“) gehören.

Verstärkte und besser abgestimmte FuI-Tätigkeiten, die in eine Industriestrategie eingebettet sind, könnten die technologischen Kapazitäten Europas stärken, Synergien schaffen, Kohärenz gewährleisten und den Multiplikatoreffekt von EU-Maßnahmen für private Investitionen zur Geltung bringen. Dies könnte auch dazu beitragen, die Sicherheit und Resilienz der EU in diesem Bereich zu gewährleisten, die Zusammenarbeit zwischen den europäischen Akteuren in einem Ökosystem, das sich über das gesamte Rechenkontinuum erstreckt, zu verbessern und sie dabei unterstützen, globalen Wettbewerbern auf Augenhöhe zu begegnen. Ziel wäre es, die Verfügbarkeit europäischer Lösungen zu gewährleisten, mit denen eine zentrale Anlaufstelle für EU-Finanzierungen für das gesamte Kontinuum von Funkfrequenzen und Chips über Software und Algorithmen bis hin zu Edge- und Cloud-Rechenkapazität geschaffen werden kann, sodass „Netze als Dienstleistung“ (NaaS) kein Selbstzweck, sondern ein Wegbereiter für die Orchestrierung sind und tatsächliche Dienste und Anwendungen „Made in Europa“ vorantreiben.

3.1.3 Zusammenfassung möglicher Szenarios

- *Szenario 1: Die Kommission kann erwägen, groß angelegte Pilotprojekte für den Aufbau durchgehend integrierter Infrastrukturen und Plattformen für das Cloud- und Edge-Computing im Bereich der Telekommunikation vorzuschlagen. In einem zweiten Schritt*

⁶⁹ COM(2024) 28 final.

würden diese Pilotinfrastrukturen dazu genutzt werden, die Entwicklung von innovativer Technik und KI-Anwendungen für verschiedene Anwendungsfälle zu organisieren.

- *Szenario 2: Die Möglichkeit, die Erfolge des IPCEI CIS durch ein neues, auf Infrastrukturen ausgerichtetes IPCEI weiterzuentwickeln, könnte vom gemeinsamen Europäischen Forum für wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (JEF-IPCEI) der Kommission erörtert werden, dessen Schwerpunkt auf der Ermittlung und Priorisierung strategischer Technologien für die EU-Wirtschaft liegt, die für künftige IPCEIs relevant sein könnten.*
- *Szenario 3: Es sind massive Investitionen in Konnektivitätskapazitäten erforderlich, um die Schaffung eines kollaborativen Konnektivitäts- und Rechenökosystems zu unterstützen. Die Kommission kann verschiedene Optionen in Betracht ziehen, um diese Investitionen in einen vereinfachten und koordinierten Förderrahmen für einen echten digitalen Binnenmarkt zu fassen, der sich auf europäische und nationale, öffentliche und private Investitionen stützt.*
 - *Dies sollte die Verfahren straffen und die Synergien zwischen den bestehenden Instrumenten und Programmen verbessern helfen (auch auf der Grundlage der Erfahrungen mit dem GU Chips, wichtigen Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse, der Fazilität „Connecting Europe“ und dem Programm Digitales Europa), wobei das GU SNS möglicherweise als Pilotprojekt im Rahmen des derzeitigen mehrjährigen Finanzrahmens beauftragt werden sollte, eine stärker koordinierende Rolle zu übernehmen und gegebenenfalls mit Interessenträgern wie der Europäischen Allianz für Industriedaten, Edge und Cloud zusammenzuarbeiten.*
 - *Dabei sollte geprüft werden, wie künftige Unterstützungsmaßnahmen kohärenter, einfacher und klarer gestaltet werden können, unbeschadet der institutionellen Programmkonzipierung und der Vorrechte bei der Zuweisung von Haushaltsmitteln im Rahmen des nächsten mehrjährigen Finanzrahmens.*

3.2 Säule II: Vollendung des digitalen Binnenmarkts

3.2.1 Ziele

Eines der Hauptziele des Kodex besteht darin, die Konnektivität zu fördern, indem ein Rechtsrahmen geschaffen wird, der mehr Investitionen in Netze mit sehr hoher Kapazität ermöglicht. Im Hinblick auf dieses Ziel wurde eine Reihe von Rechtsvorschriften im Bereich der Zugangsregulierung und Frequenzverwaltung konzipiert, um Investitionen zu erleichtern und den Verwaltungsaufwand zu verringern. Trotz einer Reihe neuer Bestimmungen, die in den Kodex aufgenommen wurden, waren die Ergebnisse nicht zufriedenstellend (z. B. das gemeinsame Genehmigungsverfahren zur Erteilung individueller Frequenznutzungsrechte, Koinvestitionen und nur für die Vorleistungsebene geltende Bestimmungen wurden in der Praxis kaum genutzt). Dies ist nicht nur auf die verzögerte Umsetzung durch mehrere Mitgliedstaaten, sondern auch auf die Komplexität des Rahmens und seiner Verfahren zurückzuführen.

Der Kodex bestätigt die Investitionsziele, zielt aber auch darauf ab, den Wettbewerb (sowohl auf Infrastruktur- als auch auf Dienstebene) zu fördern, zur Entwicklung des Binnenmarkts beizutragen und die Interessen der Endnutzer zu stärken. Es wird generell davon ausgegangen, dass der Wettbewerb Investitionen auf der Grundlage der Marktnachfrage vorantreibt und für Verbraucher und Unternehmen von Vorteil ist. All diese Grundsätze sind nach wie vor gültig, doch sollte aufgrund der jüngsten technologischen Entwicklungen und neuer globaler Herausforderungen geprüft werden, ob es angebracht wäre, weitere Dimensionen wie

Nachhaltigkeit, industrielle Wettbewerbsfähigkeit und wirtschaftliche Sicherheit in den politischen Rahmen einzubeziehen.

Unabhängig davon, welche Maßnahmen in Zukunft ergriffen werden könnten, um die genannten neuen Herausforderungen zu bewältigen, wird der Schutz der Endnutzer, einschließlich der Verbraucher, weiterhin ein wichtiges Ziel bleiben. Letztlich sollte die „Europäische Erklärung zu den digitalen Rechten und Grundsätzen für die digitale Dekade“ vom 15. Dezember 2022, wonach die Menschen im Mittelpunkt des digitalen Wandels in der Europäischen Union stehen und alle Unternehmen, einschließlich KMU, davon profitieren sollten, die Grundlage jeder künftigen Regulierung bilden.

3.2.2 Anwendungsbereich

Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen Entwicklungen (siehe Abschnitt 2.3.4) und insbesondere der raschen Fortschritte bei der Konvergenz zwischen elektronischen Kommunikationsnetzen und der Cloud könnte erwogen werden, den Anwendungsbereich des Rechtsrahmens für die elektronische Kommunikation zu überdenken. Derzeit sendet oder empfängt ein Endnutzer Daten, die über verschiedene Netze oder Netzsegmente übermittelt werden (z. B. von Seekabeln bis zu lokalen Zugangsnetzen), für die unterschiedliche Vorschriften gelten. Es ist schwierig, solche Unterschiede in den geltenden Vorschriften (z. B. in Bezug auf die rechtmäßige Überwachung) zu begründen.

Gleichzeitig bieten die jüngsten technischen Veränderungen die Gelegenheit, den Betrieb der elektronischen Kommunikationsnetze und der Cloud-Dienste mit der Entwicklung europaweit tätiger Kernnetzbetreiber in Einklang zu bringen. Beispielsweise kann die Verlagerung von 5G-Netzen in die Cloud den Anbietern elektronischer Kommunikationsnetze erhebliche Vorteile bringen und ihnen die gleichen Größenvorteile verschaffen wie den Cloud-Anbietern, indem unter anderem die Kernnetzfunktionen mehrerer nationaler elektronischer Kommunikationsnetze in der Cloud zusammengeführt werden. Was elektronische Kommunikationsnetze betrifft, würde eine solche Integration von Funktionen in zentralen Cloud-Rechenzentren, die grenzüberschreitende Kernnetzfunktionen bieten, aufgrund des derzeit nicht harmonisierten Rechtsrahmens in den Mitgliedstaaten, unter anderem wegen der erforderlichen Genehmigungen, auf rechtliche Hindernisse stoßen.

Auf der Dienstleistungsseite könnte eine einheitliche Bereitstellung von NaaS-gestützten Anwendungen, die auf eigenständigen 5G-Kernnetzen, Network-Slicing und Frequenzressourcen in den Mitgliedstaaten beruhen, ein neues Geschäftsszenario für den grenzüberschreitenden Betrieb ermöglichen.

Auf der Netzseite sei daran erinnert, dass die IP-Zusammenschaltung – im Gegensatz zur Anrufzustellung (die nach dem Grundsatz „Netz des Anrufers zahlt“ abgerechnet wird) – offenbar auf Transit- und Peering-Vereinbarungen beruht, in der Regel nach einem „Bill-and-keep“-Ansatz, bei dem der Internetdiensteanbieter (ISP) auf Vorleistungsebene keine Zahlungen für die Anrufzustellung erhält. Nach dem im Allgemeinen dem IP-Zusammenschaltungsmarkt zugeschriebenen Modell deckt der Diensteanbieter seine Kosten in der Regel beim Endkunden, indem er Internetanbindungen an seine Endnutzer verkauft, die durch den Abruf der von Inhalts- und Anwendungsanbietern (CAPs) bereitgestellten Daten/Inhalte Internetverkehr erzeugen. Bei zusätzlichem entgeltlichen Peering und bei Transit erfolgt die Zahlung in der Regel auf der Grundlage der am Zusammenschaltungspunkt bereitgestellten Kapazität. Die wichtigen jüngsten Veränderungen in der weltweiten Architektur des Internets und der Zusammenschaltung werden dadurch verursacht und vorangetrieben, dass die CAPs vermehrt eigene Backbone- und Inhaltzustellungs-Infrastrukturen ausbauen. Dadurch hat sich das Verhältnis zwischen der Zusammenschaltung

in Form von Transit und Peering verlagert⁷⁰, und es überwiegt inzwischen der On-Net-Austausch⁷¹, bei dem die lokalen Speicherserver (Cache-Server) der CDNs unmittelbar im Netz der ISPs kolloziert sind. So ist eine sehr unmittelbare und kooperative Interaktion zwischen CAPs und ISPs entstanden, die sich bilateral auf technische und kommerzielle Bedingungen für Transit und Peering verständigen müssen (z. B. in Bezug auf die Verkehrsübergabepunkte, die Höhe der Transitpreise, die Frage des unentgeltlichen oder entgeltlichen Peerings oder Qualitäts- und Effizienzaspekte).

Es gibt nur sehr wenige bekannte Fälle von Eingriffen (durch eine Regulierungsbehörde oder ein Gericht) in die vertraglichen Beziehungen zwischen Marktakteuren⁷², die im Allgemeinen gut funktionieren, wie dies auch die Transit- und Peeringmärkte tun. Dennoch hat es eine lebhaftige Debatte über dieses Thema gegeben⁷³. Darüber hinaus kann nicht ausgeschlossen werden, dass es in Zukunft mehr Streitfälle geben wird. Dann könnten vorbehaltlich einer sorgfältigen Prüfung politische Maßnahmen ins Auge gefasst werden, um eine rasche Beilegung von Streitigkeiten zu gewährleisten. So könnten beispielsweise die kommerziellen Verhandlungen und Vereinbarungen weiter erleichtert werden, indem ein bestimmter Zeitplan festgelegt wird und die Möglichkeit von Anträgen auf Streitbeilegungsverfahren geprüft wird, falls innerhalb eines angemessenen Zeitraums keine kommerziellen Vereinbarungen getroffen werden konnten. Dann könnten die NRB oder (in Fällen mit grenzüberschreitender Dimension) das GEREK in Anspruch genommen werden, da sie über die erforderlichen technischen Kenntnisse und wichtige Erfahrungen im Bereich der Streitbeilegung und der Bewertung des Funktionierens der Märkte verfügen.

3.2.3 Genehmigung

Die im Jahr 2002 eingeführte und im Kodex beibehaltene Allgemeingenehmigungsregelung ersetzte die vorherige Regelung für Einzelgenehmigungen/Lizenzen, indem allgemein anwendbare Bedingungen für die Bereitstellung elektronischer Kommunikationsnetze und -dienste vorab festgelegt wurden. Angesichts der lokalen Natur der physischen Netze und der Tatsache, dass Frequenzen als nationale Ressource gelten (siehe Abschnitt 3.2.5), unterliegen Genehmigungen jedoch bestimmten Bedingungen, die von den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten festgelegt werden, und werden auf nationaler Ebene erteilt und umgesetzt.

Dennoch ist der Netzzugang aufgrund der Verlagerung in die Cloud und der „Softwarisierung“ immer weniger an den Standort gebunden. Darüber hinaus kann sich die Verfügbarkeit drahtloser Netze wie Satellitennetze über nationale und sogar EU-Grenzen hinaus erstrecken. Auch wenn es nach wie vor von Vorteil ist, die Umsetzung der Genehmigungsregelungen auf nationaler Ebene beizubehalten, insbesondere für den lokalen Zugang und für Endkundendienste, ist die Zuteilung von Funkfrequenzen unter Bedingungen, die von Mitgliedstaat zu Mitgliedstaat unterschiedlich sind, möglicherweise nicht immer der

⁷⁰ Siehe z. B. WIK-Consult: Abschlussbericht „Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten“, Bad Honnef, 28.2.2022.

⁷¹ Nur wenige Internetdiensteanbieter (Internet Service Providers, ISPs) lassen den On-Net-Datenaustausch nicht zu und tauschen den Verkehr weiter über Netzgrenzen und Zusammenschaltungspunkte (*Points of Interconnection*, POIs) aus.

⁷² Für einen Überblick über bekannte Fälle siehe WIK-Consult: Abschlussbericht „Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten“, Bad Honnef, 28.2.2022.

⁷³ Für einen Überblick über die verschiedenen in dieser Debatte vorgebrachten Argumente siehe z. B. auch die Antworten auf den entsprechenden Abschnitt der Sondierungskonsultation unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/consultation-electronic-communications-highlights-need-reliable-and-resilient-connectivity>.

effizienteste Ansatz, insbesondere für die Satellitenkommunikation. Ein stärker europäisch ausgerichteter Ansatz könnte sich daher wirtschaftlich und technisch rechtfertigen lassen.

Einer der Faktoren, die die rasche Entwicklung der Dienste der Informationsgesellschaft erklären, ist die Tatsache, dass sie für die gesamte EU erbracht werden konnten, indem einfach die Rechtsvorschriften des Niederlassungsmitgliedstaats eingehalten werden („Herkunftslandprinzip“), ohne dass die Rechtsvorschriften der einzelnen Mitgliedstaaten, in denen Dienste erbracht werden, befolgt werden müssen. Während die Netzvirtualisierung technisch die Bereitstellung grenzüberschreitender Kernnetze ermöglichen und einen Markt für Kernnetzdienste schaffen kann, kann sich das Geschäftsszenario nicht entwickeln, wenn keine genügende Größe zu erreichen ist oder unterschiedliche Regulierungssysteme ein solches Geschäftsszenario verhindern. Um das Geschäftsszenario zu entwickeln, könnte die Festlegung eines einheitlichen Regelwerks, das eine Genehmigung auf der Grundlage des Herkunftslandprinzips für Anbieter von Kernnetzen und Kernnetzdiensten ermöglicht, einen geeigneten Ansatz für alle Arten von Anbietern digitaler Netze und Dienste darstellen und ausgewogenere Bedingungen für sie schaffen. Im konvergierenden Ökosystem, in dem die Grenze zwischen den „traditionellen“ Anbietern digitaler Netze und Dienste einerseits und den Anbietern z. B. von Cloud-Diensten andererseits zunehmend verschwimmt, sollten diese Dienste regulatorisch ganzheitlicher behandelt werden. Durch die mögliche Rationalisierung der Berichtspflichten der verschiedenen Akteure könnte so auch der Verwaltungsaufwand verringert werden.

Die Anwendung eines einheitlichen Regelwerks für Kernnetze und Kernnetzdienste, das beispielsweise auf dem Herkunftslandprinzip beruht, würde es den EU-Kernnetzbetreibern ermöglichen, das Potenzial des Binnenmarkts voll auszuschöpfen, um eine kritische Größe zu erreichen, Größenvorteile zu erzielen und die Investitions- und Betriebskosten zu senken, wodurch ihre finanzielle Lage gefestigt würde, mehr private Investitionen angezogen würden und letztlich zur Wettbewerbsfähigkeit der EU beigetragen würde. In diesem Szenario würden die geltenden Rechtsvorschriften und die zuständige Behörde für die Regulierung des Zugangs zu Netzen und zu den Endnutzern bereitgestellten Diensten die gleichen bleiben und weiterhin in der Nähe der Endnutzern angesiedelt sein, d. h. in dem Mitgliedstaat, in dem das Zugangsnetz und der Endkundendienst bereitgestellt werden. Dies würde auch sicherstellen, dass die Besonderheiten der lokalen Märkte bei der Festlegung geeigneter Abhilfemaßnahmen für den Zugang und bei der Gewährleistung eines höchstmöglichen Schutzniveaus für Endnutzer angemessen berücksichtigt werden.

3.2.4 Bewältigung von Hindernissen für zentralisierte Kernnetze

Zusätzlich zu den oben genannten sektorspezifischen regulatorischen Hindernissen nannten die Teilnehmer der Sondierungskonsultation weitere regulatorische Hindernisse für die Schaffung eines echten digitalen Binnenmarkts, wie z. B. unterschiedliche Verpflichtungen in der EU in Bezug auf die Meldung von Netz-/Dienst-bezogenen Vorfällen oder Anforderungen an die Sicherheitsüberprüfung, den Aufbau von Kapazitäten für die rechtmäßiger Überwachung, Regelungen zur Vorratsdatenspeicherung, Datenschutz- und Rückverlagerungsanforderungen oder Cybersicherheits- und Berichtspflichten⁷⁴.

Unter gebührender Berücksichtigung der Souveränität der Mitgliedstaaten und ihrer Zuständigkeit in Sicherheitsfragen ist es sinnvoll, darüber nachzudenken, ob und wie diese

⁷⁴ Die Ergebnisse der Sondierungskonsultation wurden im Oktober 2023 veröffentlicht und sind abrufbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/consultation-electronic-communications-highlights-need-reliable-and-resilient-connectivity>. Zu diesem Punkt siehe Seite 12 unter Ziffer ii. „Obstacles to the Digital Single Market“.

anderen Hindernisse beseitigt werden könnten, um eine genügende Größenordnung zu erreichen und Innovationen zu fördern. Beispielsweise könnten in Bezug auf Sicherheitsvorfälle oder Sicherheitsüberprüfungen zur weiteren Verbesserung der Harmonisierung und eines hohen Sicherheitsniveaus verschiedene Maßnahmen ins Auge gefasst werden, z. B. die Einführung einer engen Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten, auf die sich ein Kernnetz erstreckt, sodass den Kernnetzbetreibern das Recht eingeräumt wird, alle zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten, in denen sie Netze bereitstellen, aufzufordern, sich auf eine Reihe von Bedingungen und Anforderungen zu einigen, die im gesamten Netz einheitlich anzuwenden und bei einer zentralen Anlaufstelle zu überprüfen sind, die Festlegung von Sicherheitsanforderungen für Kernnetzbetreiber durch Leitlinien auf EU-Ebene usw. In Bezug auf Pflichten zur Unterstützung der Strafverfolgung wie etwa die rechtmäßige Überwachung könnte eine Option darin bestehen, dass die Betreiber des Kernnetzes in jedem Mitgliedstaat, in dem sie tätig sind, eine Kontaktstelle für die zuständigen nationalen Strafverfolgungsbehörden bestimmen. Unverbindliche Maßnahmen wie eine Empfehlung oder Leitlinien der EU könnten dazu beitragen, solche Lösungen in den Bereichen Sicherheit und Strafverfolgung zu ermitteln und zu präzisieren.

3.2.5 Funkfrequenzen

Funkfrequenzen spielen für die drahtlose Netzanbindung eine entscheidende Rolle und sollten auf bestmögliche Weise zwischen allen Mitgliedstaaten verwaltet werden, um die Ziele der Union in den Bereichen nachhaltige Entwicklung, ausgewogenes Wirtschaftswachstum, wirtschaftlicher, sozialer und territorialer Zusammenhalt und Solidarität zwischen den Mitgliedstaaten zu verwirklichen. Frühere Versuche, eine engere Koordinierung der Frequenzverwaltung auf EU-Ebene zu erreichen, waren nur teilweise erfolgreich. Gleichzeitig wurden Diskrepanzen und Verzögerungen bei der Genehmigung der Frequenznutzung für die 5G-Einführung in allen Mitgliedstaaten beobachtet. Daher liegt Europa bei der Einführung von 5G-Netzen heute hinter seinen internationalen Wettbewerbern zurück. Aus den Bemerkungen in Abschnitt 2 geht hervor, dass es Spielraum für eine weitere Verbesserung der Frequenzpolitik in der gesamten EU und für eine Anpassung der Frequenzverwaltung an die Bedürfnisse und Ziele der digitalen Dekade gibt.

3.2.5.1 Anpassung der Frequenzverwaltung an die Erfordernisse der digitalen Dekade: Lehren aus früheren Gesetzgebungsbemühungen

Eine Reihe von Vorschlägen der Europäischen Kommission zur besseren Harmonisierung der Freigabe und Lizenzierung von Funkfrequenzen für Mobilfunkdienste in den letzten zehn Jahren traf auf erheblichen Widerstand. Angesichts der Verzögerungen, der Fragmentierung und in bestimmten Fällen der künstlichen Verknappung, die zu sehr hohen Preisen für Frequenzen geführt haben, ist zu prüfen, ob Lösungen, die im Rahmen früherer Gesetzgebungsbemühungen vorgeschlagen worden waren, von den beiden Gesetzgebern letztlich aber nicht übernommen wurden, einige der negativen Auswirkungen hätten vermeiden können, die sich nun in der verzögerten 5G-Einführung niederschlagen. Angesichts der Notwendigkeit, die 5G-Einführung und die rechtzeitige Einführung von 6G-Netzen abzuschließen, ist ein kooperativerer Ansatz zwischen der nationalen und der europäischen Ebene für die Wettbewerbsfähigkeit der EU entscheidend. In diesem Zusammenhang sollten u. a. folgende Maßnahmen in Betracht gezogen werden: i) Einplanung ausreichender Frequenzen auf EU-Ebene für künftige Anwendungsfälle, ii) Stärkung der Koordinierung der Auktionsplanung auf EU-Ebene und iii) Erwägung einer einheitlicheren Frequenzgenehmigungspraxis.

Ohne ausreichende Funkfrequenzen können keine drahtlosen Dienste eingeführt werden. Dies gilt gerade auch für sich weiterentwickelnde und neue Bereiche wie vertikale Anwendungsfälle, 6G, IoT-Anwendungen, WLAN und lokale Frequenznutzung. Es betrifft auch die rasche Entwicklung der Satellitenkommunikation, die Gewährleistung sicherer staatlicher und kommerzieller Anwendungen, einschließlich der direkten Anbindung von Geräten an Satelliten, und die Nutzung von Frequenzen, die für Satellitenmobilfunkdienste und gegebenenfalls terrestrische Dienste zugewiesen wurden. Diesbezüglich sollte geprüft werden, ob ein EU-Frequenzfahrplan hin zu 6G gesetzlich verankert und von allen Mitgliedstaaten koordiniert durchgesetzt werden sollte, damit neue technologische Fortschritte in der gesamten EU gleichzeitig eingeführt werden können.

Eine koordinierte Freigabe und Neuordnung wäre in diesem Zusammenhang von entscheidender Bedeutung. Ein zentrales Beispiel hierfür ist die koordinierte Abschaltung von 2G- und 3G-Netzen (mit Freigabe der relevanten Frequenzen für andere Nutzungsarten), während gleichzeitig Lösungen für die kontinuierliche Unterstützung wichtiger herkömmlicher Dienste wie der Notdienste sowie kritischer Kommunikationsanwendungen (z. B. eCall⁷⁵) umgesetzt werden müssen.

Gleichzeitig sollte die Effizienz der Funkfrequenznutzung weiter gesteigert werden, um dem rasch wachsenden Bedarf bestehender und künftiger drahtloser Anwendungen gerecht zu werden. So könnten beispielsweise strengere Bedingungen für Frequenznutzungsrechte in Betracht gezogen werden, einschließlich des Grundsatzes „Verfall bei Nichtnutzung“ („*Use it or lose it*“), um die Entstehung von Markteintrittsschranken und eine ineffiziente Zuweisung knapper Ressourcen zu vermeiden. Effizienz könnte nach Möglichkeit auch durch eine gemeinsame und flexible Nutzung von Frequenzen mithilfe innovativer und dynamischer Lösungen oder neuer Formen der Lizenzvergabe und Genehmigungsverfahren erreicht werden, z. B. durch Datenbanken und lizenzierten gemeinsamen Zugang, Geolokalisierung und künstliche Intelligenz. Parallel zur Ermöglichung neuer Dienste kann die Effizienz des Frequenzspektrums das Verbrauchererlebnis, die Dienstleistungsqualität, die Wettbewerbsfähigkeit und die ökologische Nachhaltigkeit erheblich verbessern. Gleichzeitig sollten die Bedürfnisse von Endnutzern wie Menschen mit Behinderungen, die auf assistive Technologien angewiesen sind, die eine angemessene und stabile Verfügbarkeit von Frequenzen erfordern, berücksichtigt werden.

Betrachtet man die Einführung der nächsten drahtlosen Kommunikationstechnologien oder die Erneuerung bestehender Lizenzen für drahtlose Breitbandkommunikationsdienste, kann sich Europa zudem nicht noch ein weiteres Frequenzgenehmigungsverfahren für die Mobilfunktechnik der nächsten Generation leisten, das sich über fast ein Jahrzehnt hinzieht und das große Unterschiede beim zeitlichen Ablauf der Auktionen und des Netzinfrastrukturausbaus zwischen den Mitgliedstaaten aufweist. Um zu vermeiden, dass in Zukunft dieselben Probleme auftreten, sollte geprüft werden, wie der Zeitplan für die Auktionen besser koordiniert und EU-weit gestrafft werden kann.

Besser koordinierte Frequenzgenehmigungs- und -nutzungsbedingungen und -rechte, einschließlich einer angemessenen Dauer, um effiziente Investitionen in der gesamten EU zu fördern, könnten dem Binnenmarkt zugutekommen. In diesem Zusammenhang hat sich der im Rahmen des Kodex angenommene Peer-Review-Mechanismus für die freiwillige Frequenzgenehmigung bislang nicht als wirksam erwiesen. Als Alternative könnte daher ein Meldeverfahren, das dem für die Marktanalyse verwendeten Verfahren gemäß Artikel 32 des

⁷⁵ Verordnung (EU) 2015/758 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2015 über Anforderungen für die Typgenehmigung zur Einführung des auf dem 112-Notruf basierenden bordeigenen eCall-Systems in Fahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG (ABl. L 123 vom 19.5.2015, S. 77).

Kodex ähnelt, in Betracht gezogen werden, um die Koordinierung der Genehmigungsverfahren und -bedingungen für die Frequenznutzung im Binnenmarkt zu verstärken.

3.2.5.2 Neue Herausforderungen in der Frequenzverwaltung

Im Rahmen der Überlegungen zu Kernnetzen (siehe Abschnitt 3.2.4) sollte hinsichtlich der Frequenzverwaltung geprüft werden, ob es zweckmäßig wäre, dass Betreiber von EU-Kernnetzen und in mehreren Ländern tätige Betreiber die zuständigen Behörden ersuchen können, die nationalen Genehmigungsverfahren und -bedingungen besser aufeinander abzustimmen, um ihre Kommunikationskapazitäten zu erhöhen. Dies könnte in erster Linie für bestehende Frequenznutzungsrechte oder Allgemeingenehmigungen gelten, insbesondere im Hinblick auf die Laufzeit von Lizenzen, die Bedingungen für die Frequenznutzung, wie z. B. Ziele für die Dienstqualität/Verpflichtungen im Zusammenhang mit den Konnektivitätszielen für 2030, sowie die Möglichkeit, Satelliten- und terrestrische Netze in neue Hybridnetze zu integrieren. Diese könnten aufeinander abgestimmt werden, um es EU-weiten oder in mehreren Ländern tätigen Betreibern zu ermöglichen, grenzüberschreitend in einem stärker harmonisierten Umfeld zu arbeiten. Eine solche Abstimmung könnte die Effizienz erhöhen und Rechtssicherheit für Betreiber von EU-Kernnetzen und in mehreren Ländern tätige Betreiber gewährleisten, wobei die bereits erteilten Rechte zu wahren sind.

Darüber hinaus werden insbesondere die rasche Entwicklung des Satellitensektors und sein grenzüberschreitender Charakter zu neuen Überlegungen über erweiterte oder gemeinsame Lizenzvergaberegelungen (gegebenenfalls sogar Auswahl und Genehmigung auf EU-Ebene) führen, um das Entstehen grenzüberschreitender oder echter EU-weiter Betreiber zu fördern und gleichzeitig dafür zu sorgen, dass die Einnahmen aus der Frequenzzuteilung bei den Mitgliedstaaten verbleiben. Ein solcher Ansatz würde den anstehenden Vorschlag für einen Rechtsakt der Union für sichere, resiliente und nachhaltige Weltraumtätigkeiten in der Union (EU-Weltraumgesetz) ergänzen, der die Grundlage für sichere, resiliente und nachhaltige Weltraumtätigkeiten bilden wird und auf Kohärenz für alle Betreiber von Weltrauminfrastrukturen abzielt.

Frequenzeffizienz und Investitionsanreize sollten vorbehaltlich wettbewerbsrechtlicher Erwägungen bei der Marktgestaltung als Priorität betrachtet werden, z. B. im Hinblick auf die Reservierung für neue Marktteilnehmer oder Frequenzobergrenzen und die allgemeine Gestaltung von Auktionsverfahren. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die früheren Auktionspreise für 3G und 4G zwar noch höher waren, bei den zwischen 2015 und 2023 in Europa durchgeführten 5G-Auktionen aber immer noch rund 26 Mrd. EUR erzielt wurden⁷⁶, ganz zu schweigen von den Verwaltungsgebühren, die den nationalen Behörden für die Frequenzverwaltung zu entrichten sind. Dieser Betrag wurde von den Betreibern zusätzlich zu den für den Aufbau der Netzinfrastruktur erforderlichen Investitionen gezahlt. Die Folge davon waren Verzögerungen beim Ausbau und eine suboptimale Netzqualität und -leistung zum Nachteil der Verbraucher und Unternehmen (insbesondere in Fällen, in den die Frequenzpreise ohne angemessene marktbezogene Begründung künstlich in die Höhe getrieben wurden). Um die erhebliche Investitionslücke beim Aufbau fortgeschrittener Kommunikationsnetze zu schließen, könnte die finanzielle Belastung durch Ausschreibungsverfahren verringert werden, die auf Infrastrukturinvestitionen ausgerichtet sind.

Angesichts des potenziell erweiterten Aufgabenbereichs, der auf EU-Ebene in Bezug auf Funkfrequenzen entwickelt werden muss, insbesondere im Hinblick auf die koordinierte,

⁷⁶ Über 109 Mrd. EUR für 3G und über 40 Mrd. EUR für 4G. ETNO – Bericht „*The State of Digital Communication 2024*“.

harmonisierte oder gemeinsame Auswahl oder Genehmigung, sollte ein stärker integrierter Frequenzverwaltungsmechanismus auf EU-Ebene in Erwägung gezogen werden.

Aus internationaler Sicht sollte ein kohärenterer Ansatz für die Frequenzverwaltung entwickelt werden, um die digitale Souveränität der EU zu gewährleisten und die Interessen der EU nach außen zu verteidigen. In diesem Zusammenhang sollte die EU die uneingeschränkte Kontrolle über die EU-Frequenznutzungsentscheidungen behalten, insbesondere im Hinblick auf geopolitische und sicherheitspolitische Herausforderungen, um die Cybersicherheit, Unabhängigkeit und Integrität der EU-Kommunikationsnetze zu gewährleisten. Dies betrifft vor allem auch die Vorbereitung technischer Harmonisierungsmaßnahmen für die Frequenznutzung in der Union⁷⁷ und internationale Verhandlungen wie bei den Weltfunkkonferenzen. Die Mitgliedstaaten sollten – gegebenenfalls auf Ratsebene – in der Lage sein, in völliger Unabhängigkeit von Nicht-EU-Akteuren Standpunkte zur Frequenzverwaltung zu vertreten. Dies bedeutet, dass die Rolle der Europäischen Konferenz der Verwaltungen für Post- und Fernmeldewesen (CEPT) bei der Beschlussfassung der EU angesichts der Vertretung von Nicht-EU-Mitgliedstaaten in diesem internationalen Gremium überdacht werden muss. Wenn es um Fragen im Zusammenhang mit der Souveränität der EU geht, könnte die Kommission in Zukunft, auch wenn sie sich weiterhin auf das technische Fachwissen der CEPT stützt, von einer Ad-hoc-Gruppe unterstützt werden, die sich ausschließlich aus Vertretern der Mitgliedstaaten zusammensetzt

Die Interessen der EU und der Mitgliedstaaten sollten auch an den EU-Außengrenzen und weltweit durch gemeinsame Maßnahmen geschützt werden, die von allen Mitgliedstaaten und der EU im Geiste der Solidarität ergriffen werden. Schädliche funktechnische Störungen, die Mitgliedstaaten betreffen und ihren Ursprung in Drittländern haben, sollten daher nicht nur von der Kommission, sondern von allen Mitgliedstaaten gemeinsam durch Unterstützung bilateraler Verhandlungen und multilateraler Verhandlungen mit Drittländern, auch in internationalen Foren wie der Internationalen Fernmeldeunion, angegangen werden.

Eine bessere Angleichung bestehender und künftiger Frequenznutzungsrechte, mehr Klarheit in den politischen Leitlinien für die kommenden zehn Jahre und mehr Sicherheit bei der Frequenzverwaltung in der gesamten Union könnten Investitionen fördern sowie die Wettbewerbsfähigkeit und die Kapazität in der EU steigern und verbleibende Hindernisse beseitigen, die aufgrund der durch nationale Praktiken verursachten Fragmentierung entstehen. Dies würde wiederum zur Entwicklung des Binnenmarkts für die konvergierende drahtlose Hochgeschwindigkeits-Breitbandkommunikation beitragen und die Voraussetzungen für die Planung und Bereitstellung integrierter länderübergreifender Netze und Dienste sowie für Größenvorteile schaffen, sodass Innovation und Wirtschaftswachstum gefördert werden und ein langfristiger Nutzen für die Endnutzer entsteht.

3.2.6 Abschaltung der Kupferkabelnetze

Die Umstellung von herkömmlichen Kupferkabelnetzen auf neu eingeführte Glasfasernetze ist ein wichtiger Prozess, um den Übergang zum neuen Konnektivitätsökosystem zu erleichtern, und trägt zur Erfüllung der ökologischen Ziele der EU bei⁷⁸. Gleichzeitig wird dies die Nutzung

⁷⁷ Im Rahmen der Frequenzentscheidung Nr. 676/2002/EG arbeitet die Kommission im Hinblick auf die Annahme technischer Harmonisierungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Verfügbarkeit und effizienten Nutzung von Funkfrequenzen mit der CEPT zusammen, in der Experten der für die Frequenzverwaltung zuständigen nationalen Behörden aus 46 europäischen Ländern, einschließlich der 27 EU-Mitgliedstaaten, mitwirken.

⁷⁸ Die Abschaltung der Kupferkabelnetze verläuft in der EU recht unterschiedlich. Bis 2023 hatten die großen Festnetzbetreiber ihre Pläne für die Abschaltung ihrer Kupferkabelnetze in 16 Mitgliedstaaten (BE, EE, EL,

der neuen Dienste fördern und somit einen Beitrag dazu leisten, die Rendite von Glasfaserinvestitionen zu erhöhen und die Verwirklichung des Ziels der digitalen Dekade zu unterstützen, wonach bis 2030 alle Endnutzer an festen Standorten über eine Gigabit-Netzanbindung bis zum Netzabschlusspunkt verfügen sollten⁷⁹.

Während die Stilllegung von Kupferkabelnetzen und die gleichzeitige Bereitstellung einer nachhaltigeren Infrastruktur, die weniger Energie verbraucht, die OPEX-Kosten für Betreiber senken kann, erfordert der Prozess eine Koordinierung aller Interessenträger. Es sind berechenbare und ausgewogene Maßnahmen erforderlich, um zu verhindern, dass die im Rahmen des derzeitigen Rechtsrahmens erzielten Wettbewerbsvorteile, einschließlich des Aufbaus wettbewerbsfähiger Infrastrukturen, durch die Migration zunichtegemacht werden. Auch den Bedürfnissen der Endnutzer, insbesondere benachteiligter Personengruppen und Endnutzer mit Behinderungen, sollte dabei sorgfältig Rechnung getragen werden. Obwohl der Kodex bereits Bestimmungen zu Migrationsprozessen enthält und die neue Gigabit-Empfehlung⁸⁰ den Regulierungsbehörden aktualisierte Leitlinien an die Hand geben soll, würde eine klare Wegweisung für die Migration ein deutliches Signal an den Sektor senden und weitere Investitionsanreize schaffen.

Die Abschaltung des Kupferkabelnetzes muss genau überwacht werden. Die NRB sollten sicherstellen, dass die Gestaltung der Abschaltung durch die Betreiber mit beträchtlicher Marktmacht, insbesondere hinsichtlich ihres Zeitplans und ihres Ablaufs, kein strategisches Vorgehen zulässt, das den Wettbewerb auf der Vorleistungs- oder Endkundenebene schwächen könnte. Einige Betreiber würden zumindest anfangs keine Kupferleitungen abschalten (insbesondere wenn es durch Vectoring ergänzt wird, was eine höhere Qualität der Breitbanddienste ermöglicht, obwohl sie deutlich unter der Leistungsfähigkeit der Festnetze mit sehr hoher Kapazität (VHCN) liegt). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige Betreiber versuchen, Kunden über Lock-in-Strategien von Kupfer zu Glasfaser an sich zu binden, was das Geschäftsmodell alternativer FTTH-Betreiber untergraben würde. Dazu würden die Betreiber die FTTH-Vorleistungspreise im Hinblick auf einen konkurrierenden FTTH-Markteintritt senken, um ihre Vorleistungskunden zu halten. Daher sollten die regulatorischen Anreize für die Abschaltung, insbesondere die vorübergehende Erhöhung der Preise für Kupferkabelnetze während der Abschaltungsphase, wie in der Gigabit-Empfehlung vorgeschlagen, mit ausreichenden Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Wettbewerbs einhergehen (ähnlich den im Rahmen der Gigabit-Infrastrukturverordnung⁸¹ vorläufig vereinbarten und im nächsten Abschnitt beschriebenen Vorkehrungen). Darüber hinaus könnte eine weniger strenge Regulierung des Zugangs zu Netzen mit sehr hoher Kapazität durch Flexibilität bei der Preisbildung durchgesetzt werden, vorbehaltlich der in der neuen Gigabit-Empfehlung vorgesehenen Schutzmaßnahmen.

ES, FI, FR, HU, IE, IT, LU, MT, PL, PT, SE, SI, SK) angekündigt. Die tatsächliche Stilllegung hat bereits in zehn Mitgliedstaaten (BE, EE, ES, FI, LU, MT, PL, PT, SE, SI) begonnen. Die Fortschritte in diesen Mitgliedstaaten sind jedoch sehr unterschiedlich. Siehe auch „*BEREC summary report on the outcomes of the internal workshop on the migration from legacy infrastructures to fibre-based networks*“, 5. Dezember 2019, BoR (19) 236.

⁷⁹ Ein weiteres mögliches Szenario ist, dass Kupferkabelnetze zumindest teilweise durch feste drahtlose Zugangsprodukte (auf der Grundlage von 5G) ersetzt würden. Darüber hinaus können erhebliche Unterschiede in der Geschwindigkeit des Glasfaserausbaus dazu führen, dass sich kleinere, lokale Märkte bilden, sodass kein wirklicher Binnenmarkt entstehen kann.

⁸⁰ Empfehlung der Kommission vom 6. Februar 2024 zur regulatorischen Förderung der Gigabit-Konnektivität, C(2024) 523 final.

⁸¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_24_669

Vor diesem Hintergrund würde die Festlegung eines empfohlenen Termins für die Abschaltung der Kupferkabelnetze in der gesamten Union Planungssicherheit schaffen und den Endnutzern die Möglichkeit bieten, Glasfaseranschlüsse in einem ähnlichen zeitlichen Rahmen zu nutzen. Angesichts der nationalen Gegebenheiten und der Konnektivitätsziele der digitalen Dekade erscheint es angemessen, für 80 % der Teilnehmer in der EU bis 2028 und für die verbleibenden 20 % bis 2030 die Kupferkabel abzuschalten. Ein solcher klarer Fahrplan für die Abschaltung der Kupferkabel würde die Erreichung der Konnektivitätsziele für 2030 unterstützen und ein deutliches Signal an Investoren senden, dass es einen klaren Weg hin zu rentablen Investitionen in Glasfasernetze gibt.

3.2.7 Zugangsregelungen in einer vollständigen Glasfaserumgebung

Ziel der Liberalisierung des Sektors der elektronischen Kommunikation in der EU war es, entsprechend den globalen Trends Wettbewerb in einen Sektor zu bringen, der durch gesetzliche/rechtliche Monopole gekennzeichnet war, und die historisch entstandenen nachteiligen Folgen solcher Monopole zu bekämpfen (z. B. Ineffizienz, mangelnde Innovation, geringe Qualität, Monopoleinkünfte usw.). Von Anfang an bestand das Ziel jedoch darin, die sektorspezifische Regulierung zeitlich zu begrenzen und – nach einem Übergangszeitraum und vorbehaltlich der Entwicklung des Wettbewerbs – die Umstellung des Sektors auf ein marktgestütztes Umfeld, das allein den Wettbewerbsregeln unterliegt, zu erreichen.

Die Vorabregulierung war im Großen und Ganzen erfolgreich bei der Beseitigung von Wettbewerbshindernissen auf den nationalen Märkten für herkömmliche Festnetze. Die Entstehung des Wettbewerbs infolge der Regulierung ermöglichte es, die Zahl der Märkte, die die nationalen Regulierungsbehörden einer Ex-Ante-Bewertung unterziehen müssen, zwischen 2003 und 2020 von 18 auf 2 zu verringern⁸². Da die Märkte, die einer Vorabregulierung unterliegen, und die Zahl der Betreiber, die als Betreiber mit beträchtlicher Marktmacht eingestuft wurden, angesichts des fortschreitenden Ausbaus konkurrierender Netzinfrastrukturen zurückgegangen sind⁸³, ist es nun an der Zeit, die Möglichkeit zu prüfen, auf EU-Ebene keinen Markt für eine Vorabregulierung mehr zu empfehlen. Die Möglichkeit, elektronische Kommunikationsnetze allein einer nachträglichen Kontrolle zu überlassen, könnte unter bestimmten Umständen sinnvoll sein, da sich der Infrastrukturwettbewerb insbesondere in vielen dicht besiedelten Gebieten entwickelt, in denen die Endkunden von einer Vielzahl konkurrierender Dienste profitieren, die auf mindestens zwei unabhängigen Breitbandfestnetzen (z. B. Koaxialkabel und Glasfaser) beruhen.

Trotz dieser Fortschritte bestehen in bestimmten geografischen Gebieten (insbesondere in ländlichen/abgelegenen Gebieten) nach wie vor einige Hindernisse (und können auch in naher Zukunft fortbestehen), weshalb in solchen Fällen nach wie vor eine Vorabregulierung nötig ist. Um jedoch die schrittweise Einführung alternativer Glasfasernetze und die Ablösung herkömmlicher Netze ehemaliger etablierter Betreiber, die letztlich durch Gigabit-Netze ersetzt werden sollen, zu fördern, müssen die Kommission und die NRB ihre Maßnahmen weiter anpassen, um mit der Marktentwicklung Schritt zu halten und Investitionsanreize zu schaffen,

⁸² Empfehlung (EU) 2020/2245 der Kommission vom 18. Dezember 2020 über relevante Produkt- und Dienstmärkte des elektronischen Kommunikationssektors, die gemäß dem Kodex für eine Vorabregulierung in Betracht kommen (Märkteempfehlung von 2020) (ABl. L 439 vom 29.12.2020, S. 23).

⁸³ Auf dem wichtigsten Engpass-Vorleistungsmarkt für den lokal bereitgestellten Zugang wurde in Bulgarien, Rumänien und den Niederlanden die Regulierung aufgrund des bestehenden Wettbewerbs schrittweise aufgehoben. In Tschechien, Dänemark, Ungarn und Polen sind die Märkte nun teilweise dereguliert. In Österreich ist kein Betreiber als Betreiber mit beträchtlicher Marktmacht eingestuft worden, und Vorleistungszugangsprodukte werden zu wirtschaftlichen Bedingungen bereitgestellt.

die derzeit durch die Möglichkeit der Überbauung geschmälert werden. Insbesondere sollten die NRB das Ausmaß des Wettbewerbs bei den Infrastrukturen überwachen, möglicherweise getrennte geografische Märkte definieren und die Vorabregulierung auf die Gebiete beschränken, in denen sie noch benötigt wird, oder differenzierte Abhilfemaßnahmen anwenden, die angemessen und verhältnismäßig sind⁸⁴.

Um den Aufbau europaweiter Netze zu fördern, könnte die Entwicklung eines stärker auf EU-Ebene angesiedelten Instrumentariums für die Zugangsregulierung ins Auge gefasst werden, um das nationale/lokale Vorgehen zu ergänzen oder erforderlichenfalls zu ersetzen. In einer vollständigen Glasfaserumgebung können Zugangsprodukte zentraler und auf einer höheren Netzebene bereitgestellt werden, ohne dass dadurch die Fähigkeit der Zugangsinteressenten beeinträchtigt wird, in Bezug auf die Dienste und die Qualität, die den Endnutzern geboten werden, miteinander in Wettbewerb zu treten. Solche EU-weiten Abhilfemaßnahmen bestehen bereits im derzeitigen Rahmen und haben sich bei der Lösung gemeinsamer Probleme in der gesamten EU (z. B. Einführung einheitlicher unionsweiter Mobilfunkzustellungsentgelte oder Roaming) als sehr erfolgreich erwiesen. Sie führten zu einer weniger aufwendigen und dennoch wirksamen Regulierung, durch die die Fragmentierung verringert wurde. Zehn Jahre nach dem ersten Vorschlag der Kommission für harmonisierte Abhilfemaßnahmen in Bezug auf den Zugang⁸⁵ mangelt es nach wie vor an einer grenzüberschreitenden Bereitstellung elektronischer Kommunikationsprodukte und -dienste. Daher scheint es an der Zeit, die Einführung einiger EU-weiter Abhilfemaßnahmen in Bezug auf den Zugang in Erwägung zu ziehen. Auch wenn Breitbandzugangsnetze (aufgrund von Nachfrage- und Angebotsmustern) weiterhin überwiegend lokalen Charakter haben werden, könnte ein solches einheitliches und standardisiertes Zugangsprodukt wiederum die weitere Integration des Binnenmarkts erleichtern. Dieses Instrument sollte das Entstehen europaweiter Betreiber begünstigen. Mit der vorläufigen Einigung über die Gigabit-Infrastrukturverordnung wird beispielsweise eine symmetrische Regelung für den Zugang zu baulichen Anlagen eingeführt, die auch spezifische Bestimmungen zum Schutz der Geschäftsmodelle von FTTH-Betreibern vorsieht (obwohl die Umsetzung den Mitgliedstaaten in einigen Fällen freigestellt ist). Betreiber, die in neue Glasfasernetze investieren, können den Zugang zu ihrer (neu errichteten) physischen Infrastruktur verweigern, wenn sie unter bestimmten Bedingungen Zugang auf Vorleistungsebene wie unbeschaltete Glasfaserleitungen, Glasfaser-Entbündelung oder Bitstrom gewähren, die für die Bereitstellung von Netzen mit sehr hoher Kapazität zu fairen und angemessenen Bedingungen geeignet sind⁸⁶. Gleichzeitig kann der Wettbewerb trotz des schrittweisen Auslaufens der Vorabregulierung zur Förderung von Investitionsanreizen für den Ausbau physischer Glasfasernetze in der gesamten EU dadurch bewahrt werden, dass ein

⁸⁴ Siehe Erwägungsgrund 172 des Kodex.

⁸⁵ Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über Maßnahmen zum europäischen Binnenmarkt der elektronischen Kommunikation und zur Verwirklichung des vernetzten Kontinents und zur Änderung der Richtlinien 2002/20/EG, 2002/21/EG und 2002/22/EG und der Verordnungen (EG) Nr. 1211/2009 und (EU) Nr. 531/2012, Brüssel, 11.9.2013, COM(2013) 627 final.

⁸⁶ Die Mitgliedstaaten könnten Netzbetreibern und öffentlichen Stellen gestatten, den Zugang zu physischen Infrastrukturen zu verweigern, wenn sie unter bestimmten Bedingungen einen aktiven Zugang (wie Bitstrom) als Alternative zum physischen Zugang anbieten, d. h. wenn das Ausbauprojekt des antragstellenden Betreibers dasselbe Versorgungsgebiet betrifft, wenn es keine anderen Glasfasernetze gibt, die die Gebäude des Endnutzers (FTTP) in diesem Versorgungsgebiet bedienen, und wenn zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Verordnung in dem Mitgliedstaat im Einklang mit dem Unionsrecht dieselbe oder eine gleichwertige Verweigerungsmöglichkeit besteht. Außerdem könnten Netze, die von Unternehmen aufgebaut werden, die sich im Eigentum oder unter der Kontrolle öffentlicher Stellen in ländlichen oder abgelegenen Gebieten befinden und als reines Vorleistungsnetz betrieben werden, einen zusätzlichen Schutz vor dem Wettbewerb erhalten, wenn ein Mitgliedstaat es ihnen gestattet, Anträge auf Koordinierung von Bauarbeiten abzulehnen.

virtueller Zugang vorgesehen wird, um die Hindernisse für den Ausbau europaweiter Netze auf virtueller Basis zu verringern.

Insbesondere in Fällen, in denen eine symmetrische und harmonisierte Regulierung durch standardisierte Abhilfemaßnahmen nicht ausreichen würde und Marktversagen weiterhin fortbestehen würde, könnte die Möglichkeit der fortgesetzten Vorabregulierung auf lokaler Ebene als Sicherheitsnetz dienen. Zu diesem Zweck sollte es der „Drei-Kriterien-Test“⁸⁷ den NRB ermöglichen, (subnationale) Märkte zu bestimmen, in denen eine Vorabregulierung noch erforderlich ist, um anhaltendes Marktversagen zu beheben. In solchen (begrenzten) geografischen Gebieten könnte eine Regulierung der Betreiber mit beträchtlicher Marktmacht sicherstellen, dass sich lokale Zugangsinteressenten auf dem Markt halten, und eine Remonopolisierung weniger dicht besiedelter Gebiete oder ganz allgemein bei mangelndem Wettbewerbsdruck verhindern. Die begrenzte Regulierung auf der Grundlage beträchtlicher Marktmacht könnte ergänzend zu allgemeineren, harmonisierten symmetrischen Regeln für den Zugang zu baulicher Infrastruktur gelten oder diese ergänzen und Vorkehrungen zur Gewährleistung des Investitionsschutzes umfassen, z. B. angesichts des Risikos einer unangemessenen Überbauung.

3.2.8 *Universaldienst und Erschwinglichkeit digitaler Infrastrukturen*

Angemessene Breitbandinternetdienste von der Qualität, die für grundlegende Tätigkeiten im Internet erforderlich ist, wie für elektronische Behördendienste, soziale Medien, das Browsen oder die Durchführung von Videoanrufen, sind in der gesamten EU überall verfügbar. Daher liegt der Schwerpunkt der Universaldienstverpflichtungen in den meisten Mitgliedstaaten auf Verbrauchern mit niedrigem Einkommen oder besonderen Bedürfnissen.

In Zukunft kann es jedoch zu einer anderen Art der sozialen Ausgrenzung kommen, wenn schwächere Endnutzer aufgrund ihres Standorts (z. B. ländliche/abgelegene Gebiete) oder aufgrund des Preises der Dienste nicht in den Genuss der besten verfügbaren Netze kommen. Es ist wichtig, dafür zu sorgen, dass dies nicht zu einer sozialen digitalen Kluft führt und dass alle Endnutzer die Vorteile einer Anbindung mit Hochgeschwindigkeit nutzen können. Daher muss sichergestellt werden, dass die Mitgliedstaaten Maßnahmen ergreifen, um diese Endnutzer zu unterstützen und eine angemessene geografische Versorgung sicherzustellen.

Auch das Europäische Parlament, der Rat und die Europäische Kommission haben in der „Europäischen Erklärung zu den digitalen Rechten und Grundsätzen für die digitale Dekade“ anerkannt, wie wichtig die Gewährleistung des Universaldienstes ist. In Grundsatz 3 heißt es: „Alle Menschen sollten überall in der EU Zugang zu einer erschwinglichen und schnellen digitalen Netzanbindung haben.“ Ferner verpflichten sie sich, „den Zugang zu einer hochwertigen Netzanbindung mit einem verfügbaren Internetzugang für alle Menschen, auch für einkommensschwache Menschen, überall in der EU zu gewährleisten“.

Sektorspezifische Universaldienstverpflichtungen beruhen auf zwei Formen der Finanzierung: staatliche und sektorale Finanzierung, wobei letztere überwiegt. Die sektorale Finanzierung war

⁸⁷ Gemäß Artikel 67 Absatz 1 des Kodex und Erwägungsgrund 22 der Märktempfehlung von 2020 können die nationalen Regulierungsbehörden auch andere relevante Produkt- und Dienstmärkte definieren, die nicht für eine Vorabregulierung empfohlen werden, wenn sie nachweisen können, dass auf diesen Märkten unter ihren nationalen Gegebenheiten die drei Kriterien erfüllt sind. Die Merkmale eines Marktes können die Auferlegung von Verpflichtungen rechtfertigen, wenn alle folgenden Kriterien erfüllt sind: a) Es bestehen beträchtliche und anhaltende strukturelle, rechtliche oder regulatorische Marktzutrittsschranken; b) der Markt tendiert angesichts des Standes des infrastrukturbasierten und sonstigen Wettbewerbs hinter den Zutrittsschranken strukturell innerhalb des relevanten Zeitraums nicht zu einem wirksamen Wettbewerb; c) das Wettbewerbsrecht allein reicht nicht aus, um dem festgestellten Marktversagen angemessen entgegenzuwirken.

bisher auf Anbieter elektronischer Kommunikation beschränkt, während Anbieter von nummernunabhängigen interpersonellen Kommunikationsdiensten (NuiKd) ausgenommen waren.

Neben dem Universaldienst haben einige Mitgliedstaaten versucht, die Erschwinglichkeit von Netzen durch staatliche Finanzierung in Form von Konnektivitätsgutscheinen sicherzustellen, um so die Nutzung von Hochgeschwindigkeitsangeboten zu fördern. In den jüngsten Leitlinien für staatliche Breitbandbeihilfen wurde präzisiert, unter welchen Voraussetzungen solche Konnektivitätsgutscheine mit den EU-Beihilfavorschriften im Einklang stehen können, und die Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung sieht nun eine Freistellung bestimmter Arten von der Meldepflicht vor. Gutscheine, die von den Mitgliedstaaten finanziert werden, können dazu verwendet werden, eine Kluft beim Zugang zu Netzen mit sehr hoher Kapazität zu verhindern oder zu beseitigen.

3.2.9 Nachhaltigkeit

Die Konzentration auf Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit des digitalen Wandels in Wirtschaft und Gesellschaft ist ein zentrales Anliegen des Politikprogramms für die digitale Dekade. Die jüngste COP28 stützte sich auf Vorschläge und Maßnahmen der EU in diesem Bereich und leitete eine „Green Digital Action“ ein, um die Rolle der Digitaltechnik bei der Verwirklichung der internationalen Ziele in Bezug auf den Klimawandel (wie in Bezug auf die Erderwärmung, Elektronikabfall, fossile Brennstoffe) zu stärken, wobei die Sektoren der mobilen elektronischen Kommunikation und der Satellitenindustrie maßgeblich einbezogen werden sollten. Diese Entwicklungen verstärken die europäischen Bemühungen um die Berücksichtigung der konzeptionsintegrierten Nachhaltigkeit in Digitalstandards und verleihen ihnen eine internationale Dimension.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die stärkere Sensibilisierung für die Frage der Nachhaltigkeit in digitalen Netzen. In dieser Hinsicht stellte die Kommission in ihrer Mitteilung „Gestaltung der digitalen Zukunft Europas“⁸⁸ die Möglichkeit in Aussicht, Transparenzmaßnahmen in Bezug auf den ökologischen Fußabdruck von Betreibern elektronischer Kommunikationsdienste auf EU-Ebene einzuführen. Im EU-Aktionsplan zur Digitalisierung des Energiesystems⁸⁹ kündigte die Kommission an, nach einer Konsultation der Wissenschaftsgemeinschaft und von Interessenträgern darauf hinzuwirken, dass gemeinsame Indikatoren für die Messung des ökologischen Fußabdrucks elektronischer Kommunikationsdienste entwickelt werden. Darüber hinaus sieht der Aktionsplan die Ausarbeitung eines EU-Verhaltenskodex für die Nachhaltigkeit elektronischer Kommunikationsnetze bis 2025 vor, der dazu beitragen soll, Investitionen in nachhaltige Infrastrukturen zu lenken. Im Anschluss an diese Ankündigung leitete die Kommission im Jahr 2023 eine Umfrage ein, um Beiträge zum Thema Nachhaltigkeitsindikatoren von Interessenträgern einzuholen, die an der Konzeption, der Entwicklung, der Einrichtung und dem Betrieb von Telekommunikationsnetzen beteiligt sind, die Kommunikationsdienste für Geschäfts- und Privatkunden anbieten⁹⁰. Die Ergebnisse der Arbeiten zu den Nachhaltigkeitsindikatoren werden in den kommenden Wochen veröffentlicht.

Über die Verfolgung von Nachhaltigkeitszielen hinaus könnten solche Transparenzanstrengungen die Grundlage bilden, um Anreize für Investitionen im Sektor der elektronischen Kommunikation zu schaffen, damit die IKT umweltfreundlicher gestaltet

⁸⁸ COM(2020) 67 final.

⁸⁹ COM(2022) 552 final.

⁹⁰ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/green-and-sustainable-telecom-networks/sustainability-indicators-telecom-networks_en

(„grüne IKT“) und so die Ökologisierung anderer Sektoren („IKT für den ökologischen Wandel“) ermöglicht wird, insbesondere in Fällen, in denen Investmentfonds zunehmend Kapital in grüne und nachhaltige Infrastrukturen lenken. Die Kommission wird mit der Branche zusammenarbeiten, um die Nutzbarkeit und den potenziellen Anwendungsbereich der EU-Taxonomie für grüne Investitionen in elektronische Kommunikationsnetze weiter zu verbessern und sicherzustellen, dass sie auf soliden und glaubwürdigen wissenschaftlich fundierten Messgrößen beruht. In diesem Zusammenhang könnte die Kommission auch die Parameter zur Schätzung der Netto-CO₂-Auswirkungen digitaler Lösungen in klimakritischen Sektoren wie Energie, Verkehr, Bauwesen, Landwirtschaft, intelligente Städte und Fertigung prüfen, wie sie von der europäischen Koalition für grüne Digitaltechnik (EGDC)⁹¹ entwickelt wurden. Ziel sollte es sein, dass diese Parameter von Industrieakteuren, Auftraggebern und Finanzunternehmen genutzt werden können, um die Nettogewinne bei der Emissionsminderung zu messen, sodass mithilfe eines nachhaltigen Finanzwesens digitale Lösungen einschließlich der erforderlichen digitalen Infrastrukturen eingeführt und ausgebaut werden können.

Damit die Nachhaltigkeitsziele erreicht werden können, müssen jedoch alle Akteure des Ökosystems digitaler Netze, einschließlich der CAPs, im Hinblick auf eine effiziente Ressourcennutzung bei gleichzeitiger Deckung des Energiebedarfs zusammenarbeiten. Über konkrete Maßnahmen zur Verringerung des CO₂-Fußabdrucks hinaus könnten diese Akteure auch dazu beitragen, die Transparenz in Bezug auf die im Zusammenhang mit der Nutzung ihrer Dienste entstehenden Emissionen zu erhöhen, wie z. B. durch Leistungskennzeichnungen von Codecs.

3.2.10 Zusammenfassung möglicher Szenarios

- *Szenario 4: Um den konvergierenden Sektor der Konnektivität und der Dienste im Bereich der elektronischen Kommunikation anzugehen und sicherzustellen, dass seine Vorteile allen Endnutzern überall zugutekommen, kann die Kommission eine Ausweitung des Anwendungsbereichs und der Ziele des derzeitigen Rechtsrahmens in Erwägung ziehen, um gleiche regulatorische Rahmenbedingungen und gleichwertige Rechte und Pflichten für alle Akteure und Endnutzer digitaler Netze zu gewährleisten, soweit dies zur Erreichung der entsprechenden Regulierungsziele angemessen ist; angesichts des voraussichtlichen globalen Ausmaßes und der globalen Auswirkungen der technologischen Entwicklungen und möglicher regulatorischer Änderungen muss eine Reform des derzeitigen Rahmens im Hinblick auf die wirtschaftlichen Auswirkungen auf alle Akteure angemessen bewertet und umfassend mit allen Interessenträgern erörtert werden.*
- *Szenario 5: Um den Technologie- und Marktentwicklungen und der daraus resultierenden Notwendigkeit Rechnung zu tragen, das regulatorische Paradigma zu ändern, für eine geringere Belastung der Unternehmen sowie eine effizientere Erbringung von Dienstleistungen zu sorgen und gleichzeitig schutzbedürftige Endnutzer zu schützen und die territoriale Versorgung zu fördern, kann die Kommission Folgendes in Erwägung ziehen:*
 - *Maßnahmen zur Beschleunigung der Abschaltung der Kupferkabelnetze (z. B. mit dem Ziel 2030, das sich an dem Ziel der digitalen Dekade für die Gigabit-Konnektivität orientiert, und Unterstützung der Umstellung von Kupfer auf Glasfaser ab 2028);*
 - *eine Änderung der Zugangsregelungen im Hinblick auf eine vollständige Glasfaserumgebung, indem ein europäisches Vorleistungszugangsprodukt vorgeschlagen und keine Märkte für eine vorsorgliche Vorabregulierung mehr empfohlen werden, während gleichzeitig ein Sicherheitsnetz für die NRB beibehalten*

⁹¹ Siehe greendigitalcoalition.eu.

wird, damit die Regulierung aufrechterhalten werden kann, wenn der „3-Kriterien-Test“ erfüllt ist (umgekehrte Beweislast). Alternativ könnten nur Märkte für bauliche Infrastrukturen für eine Vorabregulierung in Betracht gezogen werden (wo der hartnäckigste Engpass besteht), verbunden mit einer weniger strengen Zugangsregulierung (keine Preisregulierung oder Preisflexibilität) im Sinne der kürzlich angenommenen Gigabit-Empfehlung.

- *Szenario 6: Um den Binnenmarkt zu fördern und eine gewisse Größenordnung für die Tätigkeiten aller Akteure zu schaffen, kann die Kommission Folgendes in Erwägung ziehen:*
 - *eine stärker integrierte Frequenzverwaltung auf Unionsebene, die erforderlichenfalls eine stärkere Harmonisierung der Frequenzgenehmigungsverfahren ermöglichen und dadurch die Voraussetzungen für eine Marktgröße schaffen würde, durch die EU-weit tätige Betreiber größere Investitionskapazitäten erreichen könnten; die Kommission kann auch Lösungen für stärker aufeinander abgestimmte Genehmigungs- und Auswahlbedingungen oder sogar einheitliche Auswahl- oder Genehmigungsverfahren für die terrestrische und satellitengestützte Kommunikation und andere innovative Anwendungen in Erwägung ziehen, die eindeutig der Förderung der Entwicklung des Binnenmarkts dienen;*
 - *ein stärker harmonisiertes Genehmigungskonzept (durch die mögliche Einführung des Herkunftslandprinzips für bestimmte Tätigkeiten, die weniger eng mit Endkundenmärkten und lokalen Zugangsnetzen verbunden sind).*
- *Szenario 7: Die Kommission kann in Erwägung ziehen, die Ökologisierung digitaler Netze durch die Förderung der rechtzeitigen Abschaltung der Kupferkabelnetze und des Übergangs zu einer vollständigen Glasfaserumgebung sowie einer effizienteren Ausnutzung der Netze (Codecs) im gesamten Gebiet der Union zu erleichtern.*

3.3 Säule III: Sichere und resiliente digitale Infrastrukturen für Europa

Um die massiven Investitionen zu schützen, die Europa in den Bau hochmoderner Infrastrukturen stecken muss, um das Wirtschaftswachstum und den gesellschaftlichen Nutzen zu steigern, muss auch dafür gesorgt werden, dass diese Infrastrukturen sicher sind. Angesichts der in Abschnitt 2 beschriebenen Bedrohungen sollte der physischen Sicherheit, insbesondere in Bezug auf die Backbone-Infrastruktur, sowie der durchgehenden Datenübertragung im Netz die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt werden.

3.3.1 Eine sichere Kommunikation unter Verwendung von Quanten- und Post-Quantentechnik

Fortschritte in der Quanteninformatik haben Auswirkungen auf bestehende Verschlüsselungsmethoden, die eine entscheidende Rolle bei der Gewährleistung der durchgehenden Sicherheit digitaler Netze, einschließlich elektronischer Kommunikationsnetze und der ihnen zugrunde liegenden kritischen Infrastrukturen, spielen. Obwohl Quantencomputer, die aktuelle Verschlüsselungsalgorithmen knacken können, noch keine Realität sind, werden nun die ersten betriebsbereiten Quantencomputer weltweit eingerichtet. Daher muss die EU die Reifung von Quantencomputern antizipieren und jetzt mit der Entwicklung von Strategien für den Übergang zu quantensicheren digitalen Infrastrukturen beginnen, d. h. zum Schutz vor Angriffen, die von Quantencomputern ausgehen. Andernfalls könnten die Anstrengungen und Investitionen in hochmoderne digitale Infrastrukturen zur

Bereitstellung von Anwendungen von kritischer gesellschaftlicher Bedeutung, z. B. im Bereich der Mobilität oder der Gesundheitsversorgung, gefährdet werden.

Die Post-Quantum-Kryptografie (PQC) ist ein vielversprechender Ansatz, um unsere Kommunikation und Daten resilienter gegen Quantenangriffe zu machen, da sie auf mathematischen Problemen beruht, die selbst durch Quantencomputer schwer zu lösen sind. Als Software-gestützte Lösung, für die keine spezielle neue Hardware erforderlich ist, ermöglicht PQC einen raschen Übergang zu höheren Schutzniveaus.

PQC steht in vielen Ländern bereits ganz oben auf der Tagesordnung. Die nationalen Behörden sowie die Agentur der Europäischen Union für Cybersicherheit (ENISA) haben Berichte über die Vorbereitung der Umsetzung und Einführung von PQC veröffentlicht⁹². Die US-amerikanische Agentur für Cybersicherheit und Infrastruktursicherheit (CISA) hat eine PQC-Initiative ins Leben gerufen, um die Bemühungen der Agentur zur Bewältigung von Bedrohungen durch Quanteninformatik zu vereinheitlichen und voranzutreiben⁹³.

Der derzeitige Rahmen in der Union kann jedoch den Herausforderungen, die sich aus dem Übergang zu quantensicheren digitalen Infrastrukturen ergeben, nicht in vollem Umfang gerecht werden. Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert koordinierte Anstrengungen auf EU-Ebene, an denen hauptsächlich staatliche Stellen beteiligt sind. Für einen wirksamen Übergang zu PQC sollten die Anstrengungen auch zeitlich miteinander abgestimmt werden, damit die Fahrpläne auf Unionsebene mit den konkreten Zeitplänen für jeden Übergangsschritt übereinstimmen. Die Bewertung der Umsetzung der Übergangspläne wird nicht nur nützlich sein, um Informationen über praktische Herausforderungen und Lücken zu sammeln, sondern auch frühzeitig den Bedarf an künftigen EU-Regulierungsanforderungen zu erfassen.

Daher ist es wichtig, die Mitgliedstaaten zur Entwicklung eines koordinierten und harmonisierten Konzepts zu ermuntern, das für Kohärenz bei der Entwicklung und Annahme von EU-PQC-Standards in allen Mitgliedstaaten sorgt. Diese Kohärenz würde die Interoperabilität fördern, das reibungslose Funktionieren der Systeme und Dienste über Grenzen hinweg ermöglichen, Fragmentierung und unterschiedliche Effizienzniveaus beim Übergang verhindern und einen europäischen PQC-Ansatz gewährleisten. Der Übergang dürfte sich um das Jahr 2030 messbar auswirken. Dieser Schritt erscheint zwingend und notwendig, um künftige politische Optionen in einer sich wandelnden Technologielandschaft zu bewahren. Aus diesem Grund wird die Kommission zu gegebener Zeit entsprechende Empfehlungen abgeben.

Langfristig wird die Verteilung von Quantenschlüsseln⁹⁴ (*Quantum Key Distribution*, QKD) unserer Kommunikation auf der physischen Netzebene zusätzliche Sicherheit bieten. Hybride Umsetzungsprogramme für PQC/QKD sind Bestandteil der Leitlinien verschiedener nationaler Sicherheitsbehörden und fließen in Diskussionen über die Gestaltung koordinierter

⁹² Siehe ANSSI – „Avis scientifique et technique de l’ANSSI sur la migration vers la cryptographie post-quantique“, abrufbar unter <https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2022/04/anssi-avis-migration-vers-la-cryptographie-post-quantique.pdf>; BSI, [Migration zu Post-Quanten-Kryptografie – Handlungsempfehlungen des BSI \(bund.de\)](#); ENISA – „Post-Quantum Cryptography: Current state and quantum mitigation“; ENISA – „Post-Quantum Cryptography – Integration study“ (europa.eu).

⁹³ <https://www.cisa.gov/news-events/news/cisa-announces-post-quantum-cryptography-initiative>

⁹⁴ Die Kommission arbeitet mit allen 27 EU-Mitgliedstaaten und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) zusammen, um die Europäische Quantenkommunikationsinfrastruktur (EuroQCI) zu konzipieren, zu entwickeln und einzuführen. Sie wird wesentlicher Bestandteil von IRIS², dem neuen weltraumgestützten sicheren Kommunikationssystem der EU, sein.

Maßnahmen auf EU-Ebene ein. Die Kombination von QKD und PQC wird eine vollständige, durchgehende Sicherheit unserer digitalen Kommunikation ermöglichen. QKD ist eine Hardware-gestützte Lösung, die auf den einzigartigen Eigenschaften der Quantenphysik und nicht auf mathematischen Funktionen beruht, und ist grundsätzlich von Natur aus robust gegen Brute-Force-Angriffe sowie gegen neue mathematische Entdeckungen, die eine grundlegende Schwachstelle der klassischen Kryptografie sind. Derzeit werden im Rahmen der EuroQCI-Initiative⁹⁵, die über das Programm Digitales Europa (DEP) und über SAGA⁹⁶ finanziert wird, intensive Forschungsarbeiten an verschiedenen Fronten durchgeführt, um die derzeitigen praktischen Herausforderungen dieser Technologie zu bewältigen. EuroQCI wird schrittweise in IRIS² integriert. Im Prinzip wird die QKD einen vollständigen Paradigmenwechsel im Digitalinfrastrukturökosystem darstellen und ist bereits jetzt eine zukunftsorientierte, in hohem Maße wettbewerbsfähige Technologie, die auch für künftige Anwendungen wie das Quanteninternet von großem Interesse ist.

3.3.2 Sicherheit und Resilienz von Seekabelinfrastrukturen

Wie in Abschnitt 2.4 beschrieben, ist die Sicherheit und Resilienz der Netz- und Recheninfrastrukturen der EU ein wesentliches Element unserer digitalen Autonomie. Insbesondere ist die Sicherheit von Seekabelinfrastrukturen zweifellos eine besonders dringliche Frage für die Souveränität der EU ist und eine Herausforderung für die Resilienz der EU.

Um die ermittelten Herausforderungen zu bewältigen und die europäischen Interessen zu schützen, müssen strukturelle Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Auch wenn der genaue Anwendungsbereich dieser Maßnahmen noch festzulegen wäre, sollte ein Schwerpunktbereich darin bestehen, fortgeschrittene FuI-Tätigkeiten zur Stärkung der wirtschaftlichen Sicherheit der EU zu intensivieren, insbesondere zur Förderung neuer Glasfaser- und Kabeltechnologien als Teil des Ausbaus der technischen Kapazitäten der EU, wie in Abschnitt 3.1 dargelegt.

Ein weiterer Schlüsselbereich, der langfristig angegangen werden muss, betrifft die Finanzierung neuer strategischer Seekabelinfrastrukturen und die Erhöhung der Sicherheit und Resilienz bestehender Infrastrukturen. In diesem Zusammenhang könnte eine Änderung von Teil V des Anhangs der CEF-Verordnung durch einen delegierten Rechtsakt in Betracht gezogen werden, um eine Liste strategischer Kabelvorhaben von europäischem Interesse (CPEI) und ein entsprechendes Kennzeichnungssystem festzulegen, mit denen ermittelte Risiken, Schwachstellen und Abhängigkeiten angegangen würden. CPEIs könnten so konzipiert werden, dass sie den fortschrittlichsten technischen Standards entsprechen, z. B. in Bezug auf Sensorfähigkeiten für ihre eigene Überwachung, und die EU-Politik in den Bereichen Sicherheit, Nachhaltigkeit oder Katastrophenschutz unterstützen.

Generell wird es wichtig sein, eine angemessene Finanzierung solcher CPEIs sicherzustellen, die Finanzierungsinstrumente der EU und der Mitgliedstaaten zu bündeln und die Durchführbarkeit und potenzielle Hebelwirkung von Finanzierungsinstrumenten als mögliche Durchführungsarten zu prüfen, damit Synergien und eine ausreichende Finanzierung der CPEI gewährleistet werden können. Gegebenenfalls können die Mitgliedstaaten auch beschließen,

⁹⁵ Initiative „Europäische Quantenkommunikationsinfrastruktur“ (EuroQCI) | Gestaltung der digitalen Zukunft Europas (europa.eu).

⁹⁶ Die weltraumgestützte Komponente für EuroQCI, bekannt als SAGA (*Security And cryptoGRAPHic mission*), wird unter der Verantwortung der ESA entwickelt und besteht aus satellitengestützten Quantenkommunikationssystemen mit europaweiter Reichweite.

Kabel-IPCEIs im Einklang mit den in der IPCEI-Mitteilung⁹⁷ festgelegten Kriterien zu konzipieren. Die Mitgliedstaaten können auch prüfen, ob die Errichtung und der Betrieb bestimmter CPEIs eine weitere öffentliche Unterstützung im Einklang mit den Beihilfevorschriften erfordern oder ob sie durch den Erwerb von Kapazitäten für die öffentliche Nutzung unterstützt werden können.

Daher könnte ein gemeinsames EU-Governance-System für Seekabelinfrastrukturen ins Auge gefasst werden, das Folgendes umfasst: i) zusätzliche Elemente zur Minderung und Bewältigung von Risiken, Schwachstellen und Abhängigkeiten im Rahmen einer konsolidierten EU-weiten Bewertung sowie Festlegung von Prioritäten für die Stärkung der Resilienz; ii) überarbeitete Kriterien für die Modernisierung bestehender oder die Finanzierung neuer Kabel; iii) Aktualisierung der gemeinsam erstellten CPEI-Prioritätenliste, sowohl innerhalb der EU als auch international, auf der Grundlage der strategischen Bedeutung und der Einhaltung der oben genannten Kriterien; iv) Bündelung von Finanzmitteln aus verschiedenen Quellen für solche Vorhaben, unter anderem durch Beteiligungsfonds, an denen sich die Union zusammen mit den Mitgliedstaaten beteiligen könnte, um das Risiko privater Investitionen zu verringern, und v) weitere Maßnahmen zur Sicherung der Lieferketten und zur Vermeidung der Abhängigkeit von Hochrisikolieferanten aus Drittländern.

Ziffer iv könnte spezifische Maßnahmen zur Stärkung der Wartungs- und Reparaturkapazitäten auf EU-Ebene umfassen, um die Auswirkungen von Sabotageversuchen für Seekabelinfrastrukturen abzumildern. In diesen Arbeitsbereich könnten im Hinblick auf den Aufbau einer von der EU finanzierten Flotte von Wartungs- und Reparaturschiffen Erfahrungen aus dem Katastrophenschutzverfahren der Union und aus RescEU einfließen, insbesondere in Bezug auf die Brandbekämpfung.

Schließlich sollte das notwendige Hinarbeiten auf harmonisierte Sicherheitsanforderungen auch in internationalen Foren angesprochen und gefördert werden, unter anderem durch die Ermittlung von Best-in-class-Standards, die die neuesten Entwicklungen bei den Sicherheits- und Eigenüberwachungskapazitäten für Kabel und die zugehörige Routing- und Relaisausrüstung nutzbar machen, was im Rahmen eines speziellen EU-Zertifizierungssystems anerkannt werden könnte.

Unter Wahrung des Spielraums für künftige politische Optionen ist es angesichts des oben beschriebenen derzeitigen geopolitischen Kontexts und ausgehend von der Empfehlung des Rates in Bezug auf Seekabelinfrastrukturen erforderlich, Maßnahmen zu ergreifen, um die Grundlage für eine koordinierte Reaktion der EU zu schaffen. Deshalb empfiehlt die Kommission den Mitgliedstaaten, zusammen mit diesem Weißbuch bestimmte Sofortmaßnahmen zur Vorbereitung längerfristiger Maßnahmen zu treffen. Diese möglichen Maßnahmen beziehen sich speziell auf die Seekabelinfrastrukturen, die die Mitgliedstaaten bei der Umsetzung der Empfehlung des Rates zur Resilienz kritischer Infrastrukturen in Bezug auf Seekabelinfrastrukturen annehmen können. Mit der Empfehlung der Kommission wird sichergestellt, dass die Mitgliedstaaten und die Kommission zusammenarbeiten, um im Vorfeld der Ermittlung der angemessenen Höhe der EU-Finanzierung für einschlägige FuI-Tätigkeiten angesichts des Ausmaßes der Herausforderung einen koordinierten und robusten Ansatz festzulegen und schließlich längerfristig einen stärker zentralisierten Governance-Rahmen umzusetzen.

⁹⁷ Mitteilung der Kommission, Kriterien für die Würdigung der Vereinbarkeit von staatlichen Beihilfen zur Förderung wichtiger Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse mit dem Binnenmarkt (ABl. C 528 vom 30.12.2021, S. 10).

3.3.3 Zusammenfassung möglicher Szenarios

- *Szenario 8: Die Kommission wird die Verstärkung fortgeschrittener FuI-Tätigkeiten in der gesamten EU zur Unterstützung neuer Glasfaser- und Kabeltechnik fördern.*
- *Szenario 9: Die Kommission zieht die mögliche Aufstellung einer CPEI-Liste und eines entsprechenden Kennzeichnungssystems durch einen delegierten Rechtsakt im Rahmen der Fazilität „Connecting Europe“ in Erwägung.*
- *Szenario 10: Die Kommission kann eine Überprüfung der verfügbaren Instrumente vornehmen, insbesondere Finanzhilfen, Auftragsvergabe, Mischfinanzierungsmaßnahmen im Rahmen von InvestEU und Mischfinanzierungsfazilitäten, mit besonderem Schwerpunkt auf der Mobilisierung privater Investitionen zur Unterstützung von CPEI, einschließlich der Möglichkeit eines Beteiligungsfonds.*
- *Szenario 11: Die Kommission kann in Erwägung ziehen, ein gemeinsames EU-Governance-System für Seekabelinfrastrukturen vorzuschlagen.*
- *Szenario 12: Die Kommission kann eine Harmonisierung der Sicherheitsanforderungen in internationalen Foren in Erwägung ziehen, die im Rahmen eines speziellen EU-Zertifizierungssystems anerkannt werden können.*

4. FAZIT

Da wir am Scheideweg wichtiger technologischer und regulatorischer Entwicklungen stehen, ist es von größter Bedeutung, diese Entwicklungen umfassend mit allen Interessenträgern und gleich gesinnten Partnern zu erörtern. Daher leitet die Kommission mit diesem Weißbuch eine breit angelegte Konsultation der Mitgliedstaaten, der Zivilgesellschaft, der Industrie und der Wissenschaft ein, um deren Ansichten zu den in diesem Weißbuch skizzierten Szenarios einzuholen und ihnen die Möglichkeit zu geben, zu den künftigen Vorschlägen der Kommission in diesem Bereich beizutragen.

Zu diesen Ideen gehören sowohl politische Mittel zur Gewährleistung sicherer und resilienter digitaler Infrastrukturen als auch mögliche Szenarios für Schlüsselemente eines künftigen Rechtsrahmens. Diese Konsultation wird einen umfassenden Dialog mit allen betroffenen Parteien ermöglichen, der in die Gestaltung der nächsten Schritte der Kommission einfließen wird.

Die Kommission bittet um Stellungnahmen zu den in diesem Weißbuch dargelegten Vorschlägen im Rahmen einer öffentlichen Konsultation unter https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say_de. Stellungnahmen können bis zum 30. Juni 2024 übermittelt werden.